



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E HUMANIDADES
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

**APLICAÇÃO DE SENSOR MULTIPARAMÉTRICO PARA ANÁLISE DE ÁGUA NO
ENSINO DE QUÍMICA**

Danielle Nascimento Viana

Goiânia
2023

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E HUMANIDADES
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

**APLICAÇÃO DE SENSOR MULTIPARAMÉTRICO PARA ANÁLISE DE ÁGUA NO
ENSINO DE QUÍMICA**

Danielle Nascimento Viana

Orientador (a): Dra. Adélia Maria Lima da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Licenciatura em Química, como parte
dos requisitos exigidos para a conclusão do curso.

Goiânia
2023

**APLICAÇÃO DE SENSOR MULTIPARAMÉTRICO PARA ANÁLISE DE ÁGUA NO
ENSINO DE QUÍMICA**

Danielle Nascimento Viana

Orientador (a): Dra. Adélia Maria Lima da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Licenciatura em Química, como parte
dos requisitos exigidos para a conclusão do curso.

APROVADO em ____/____/____

Prof. Dr. Danns Pereira Barbosa - EFPH – Química – PUC Goiás

Profa. Dra. Karoliny Almeida Oliveira – SESI Goiás

Profa. Dra. Adélia Maria Lima da Silva - EFPH – Química – PUC Goiás

Dedicatória

Família, eu dedico a vocês este trabalho, fruto de muito esforço e dedicação.

À Professora Adélia, por sua orientação e paciência, por me ensinar a amar a ciência e por sempre me incentivar a seguir meus sonhos.

À Professora Karoliny, por sua amizade e companheirismo, por sempre estar ao meu lado e por me ajudar a superar os desafios.

Ao Coordenador do curso de Química da PUC Goiás, Prof. Dannes Pereira Barbosa, por seu apoio, por me fazer acreditar que tudo é possível.

À minha família, por seu amor incondicional, por sempre me apoiar e por me fazer sentir amada.

E a todos os cientistas que já existiram, por sua dedicação e descobertas, por contribuir para o avanço da ciência e da humanidade. Sou grata por cada um de vocês, e por me ajudarem a ser a pessoa que sou hoje.

Com amor,

Danielle N. Viana.

Agradecimentos

À direção da Escola de Formação de Professores e Humanidades, aos professores e funcionários.

Agradeço a oportunidade poder desenvolver esse projeto, que foi realizado em parceria com a escola da rede particular.

Esse projeto foi uma experiência enriquecedora, que me permitiu aprender e transmitir muitos sobre a linha de pesquisa CTSA. Agradeço aos professores envolvidos, que me orientaram e me ajudaram a desenvolver minhas habilidades.

Agradeço também à direção da escola-campo, que apoiou o projeto e proporcionou as condições necessárias para que ele fosse realizado com sucesso.

Agradeço a todos vocês por terem feito parte dessa experiência tão especial.

Atenciosamente,

Danielle N. Viana

RESUMO

A educação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) é uma abordagem interdisciplinar que integra os diversos campos do conhecimento, visando promover a formação de cidadãos críticos e reflexivos capazes de compreender a sua interrelação. Dentro dessa perspectiva, a temática da água, voltada para o ensino de química, foi escolhida para estimular o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes. Com esse propósito, o presente estudo investigou a aplicação de um sensor portátil *Labdisc* em duas intervenções CTSA realizadas em uma escola particular em Goiânia, Goiás. As intervenções foram conduzidas com alunos do 3º ano do ensino médio, focando na discussão da qualidade da água por meio da análise de parâmetros como pH (potencial hidrogeniônico), turbidez, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido (OD). Na primeira intervenção, realizou-se um levantamento de dados sobre o perfil dos estudantes, apresentação do tema e conceitos gerais sobre a água. Na segunda intervenção desenvolveu-se uma aula teórico-experimental sobre os parâmetros físico-químicos. Os resultados indicaram que a aplicação do sensor portátil *Labdisc* foi uma estratégia eficaz para promover a aprendizagem CTSA. Os estudantes demonstraram interesse e engajamento nas atividades propostas ao utilizar o sensor, realizando medições diretamente na água e em equipe. Isso proporcionou uma experiência prática e tangível, auxiliando-os na compreensão de conceitos teóricos relacionados à qualidade da água, coleta de dados e análise de resultados, desenvolvendo habilidades fundamentais de investigação científica. Dessa forma, a realização das análises de água possibilitou discutir questões sobre poluição, uso e desperdício da água, destacando a importância da preservação e da qualidade da água, permitindo contribuir para a formação de estudantes mais conscientes e responsáveis em relação ao meio ambiente.

Palavras-chave: CTSA, Água, Ensino de química, Sensor portátil, Análises físico-química.

RÉSUMÉ

L'éducation STSE (Science, Technologie, Société et Environnement) est une approche interdisciplinaire qui intègre les différents domaines de la connaissance, visant à promouvoir la formation de citoyens critiques et réfléchis capables de comprendre leur interrelation. Dans cette perspective, la thématique de l'eau, axée sur l'enseignement de la chimie, a été choisie pour stimuler le développement de la pensée critique des étudiants. À cette fin, la présente étude a examiné l'application d'un capteur portable *Labdisc* dans deux interventions STSE menées dans une école privée à Goiânia, Goiás. Les interventions ont été menées avec des élèves de troisième année du secondaire, en se concentrant sur la qualité de l'eau en analysant des paramètres tels que le pH (potentiel hydrogénique), la turbidité, la conductivité électrique et l'oxygène dissous (OD). La première intervention a porté sur la collecte de données sur le profil des étudiants, la présentation du sujet et les concepts généraux sur l'eau. Dans la deuxième intervention s'est développé un cours théorique-expérimental sur les paramètres physico-chimiques. Les résultats ont indiqué que l'application du capteur portable *Labdisc* était une stratégie efficace pour promouvoir l'apprentissage STSE. Les étudiants ont montré de l'intérêt et de l'engagement pour les activités proposées en utilisant le capteur, en effectuant des mesures directement dans l'eau et en équipe. Cela leur a apporté une expérience pratique et tangible, les aidant à comprendre les concepts théoriques liés à la qualité de l'eau, à la collecte de données et à l'analyse des résultats, tout en développant des compétences de recherche scientifique fondamentales. Ainsi, la réalisation des analyses de l'eau a permis de discuter des questions de pollution, d'utilisation et de gaspillage de l'eau, soulignant l'importance de la préservation et de la qualité de l'eau, permettant de contribuer à la formation d'étudiants plus conscients et responsables de l'environnement.

Mots-clés: STSE, Eau, Enseignement de la chimie, capteur portable, Analyses physico-chimique.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Resultados do perfil dos estudantes participantes da pesquisa.....	25
Tabela 2 – Informações das amostras e sua origem usadas na intervenção.....	31
Tabela 3 – Resultados das análises físico-químicas das amostras de água.....	32
Tabela 4 – Resultados médios com desvio padrão das análises físico-químicas das amostras de água.....	34
Tabela 5 – Exemplos de perguntas e respostas da atividade pós-laboratório.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

O.D. – oxigênio dissolvido

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

p.H – Potencial hidrogeniônico

C.T.S - Ciência, Tecnologia, Sociedade

C.&.T – Ciência e Tecnologia

GPS – *Global Positioning System*/ Sistema de Posicionamento Global

OMS – Organização Mundial da Saúde

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

UNT - Unidades Nefelométricas de Turbidez

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 Qualidade da água.....	15
2.2 Sensor <i>Labdisc Biochem</i>	16
2.3 Abordagem CTSA.....	17
2.4 Ensino de Química.....	20
3 UNIDADE EXPERIMENTAL.....	22
3.1 Revisão da literatura sobre o tema.....	22
3.2 Intervenções.....	22
3.3 Elaboração de Planos de Aulas	23
3.4 Aplicação no Espaço Escolar do Sensor <i>Labdisc Biochem</i>	23
3.5 Diagnostico do Processo de Ensino Aprendizagem.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 Perfil dos Estudantes	25
4.2 Avaliação da Temática “Água” na Perspectiva CTSA.....	25
4.3 Avaliação da Qualidade da Água.....	28
4.4 Calibração do sensor <i>Labdisc Biochem</i> e análises das amostras de água.....	31
5 CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
APÊNDICE.....	44
ANEXO.....	49

1 INTRODUÇÃO

A água é um tema transversal muito abordado no ensino de Química, pois aborda sobre o maior recurso do planeta Terra, considerado renovável e essencial para a existência e sobrevivência da vida (Silva; Mortimer, 2012; Coelho *et.al.*, 2014). A distribuição de água no planeta varia de 1,3588 a 1,385967 bilhões de km³, sendo apenas 25 a 29,9% de água doce encontrada nas geleiras e calotas polares, águas subterrâneas, rios e lagos, e em outros locais, como pântanos e umidade do solo (Sperling, 2006).

Nesse sentido, a temática água foi selecionada como tema gerador de conhecimentos, a fim de desenvolver discussões sobre a sua importância e qualidade, por meio da abordagem CTSA, para despertar o pensamento crítico e reflexivo dos estudantes sobre esse recurso indispensável à vida, além da atuação do homem sobre o seu uso e desperdício. De acordo com Machado e Mortimer (2007), é fundamental desenvolver atividades teóricas e experimentais que valorizem o ensino-aprendizagem dos estudantes, entendendo que aprender os conhecimentos da Química, implica na elaboração de novas formas de pensar e conseqüentemente, em mudanças de atitudes em prol da conservação da água.

Assim, “a água como tema gerador de conhecimento químico tem como objetivo a investigação de problemas reais, relacionados à qualidade da água, a partir de conhecimentos tratados em sala de aula” (Mortimer, 2007, p. 3). A discussão central do trabalho de conclusão de curso (TCC) foi a qualidade da água como proposta de ensino. As atividades experimentais foram elaboradas com o intuito de despertar o interesse científico nos estudantes do ensino médio sobre problemas reais e autênticos, de forma ativa e participativa, a fim de contrapor-se aos tradicionais problemas escolares que, na maioria das vezes, não se refere a contextos específicos do Ensino de Química. Segundo Jiménez (2007, p 20), “os problemas autênticos são aqueles que não têm uma solução óbvia nem única. Esses problemas surgem em um contexto real e analisá-los envolve utilizar dados para justificar as possíveis soluções”.

O uso de temas geradores é defendido por vários autores e tem suas raízes na pedagogia freiriana, que propõe uma alternativa para tratar a questão do conhecimento científico e do processo educativo, os quais também estão diretamente ligados com o

problema epistemológico. No terceiro capítulo do livro *Pedagogia do Oprimido*, Freire (1993, p. 91) discute os conceitos de diálogo e temas geradores.

Estes temas se chamam geradores porque, qualquer que seja a natureza de sua compreensão como da ação por eles provocada, contém em si a possibilidade de desdobrar-se em outros tantos temas que, por sua vez, provocam novas tarefas que devem ser cumpridas (Freire, 1993, p. 91).

Assim, o tema gerador água visa discutir com os estudantes diversos problemas associados ao uso, desperdício, escassez e qualidade, assim como conceitos químicos sobre a sua constituição, ou seja, trata-se de uma substância formada por dois átomos de hidrogênio (H) ligados a um átomo de oxigênio (O), com fórmula química H_2O , encontrada nos três estados da matéria (sólido, líquido e gasoso), além de ser considerada um solvente universal capaz de dissolver inúmeras substâncias químicas, que podem alterar seus parâmetros de qualidade como pH, condutividade elétrica, turbidez e oxigênio dissolvido (Sperling, 2006).

A água é indispensável nas funções e atividades no corpo humano. Suas funções vão desde hidratar os seres vivos, até permitir o desenvolvimento de suas atividades, tais como o preparo das refeições, higiene pessoal e doméstica. Em um ser humano adulto, ela é a substância inorgânica mais importante e mais abundante, constituindo cerca de 55% a 60% da massa corporal. Com poucas exceções, a água compõe a maioria do volume das células e dos líquidos do corpo, sendo responsável por transportar nutrientes para as células através da corrente sanguínea e oxigênio, manter os níveis de temperatura corporal dentro do padrão, eliminar, através da dissolução em urina e fezes, resíduos que não foram digeridos pelo corpo, proteger órgãos, como a medula espinhal e tecidos, participar do metabolismo celular, pois inúmeras reações ocorrem em meio aquoso (Tortora; Derrickson, 2017).

Outra importância da água está relacionada com o meio ambiente, pois é reconhecida como solvente universal, capaz de dissolver diversas substâncias, além de participar ativamente nas reações de síntese e decomposição, seja no corpo humano ou no solo, para auxiliar na produção de alimentos, na irrigação e agropecuária. Dessa forma, a legislação brasileira, por meio da resolução N. 357, de 17 de março 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) classifica os corpos aquáticos superficiais brasileiros, de acordo com seus usos predominantes (Brasil, 2021).

A água doce potável, ou seja, aquela adequada para o consumo humano deve ser inodora, insípida, incolor e livre de microrganismos prejudiciais à saúde. No dia 07 de maio de 2021, foi publicada pelo ministro de estado da saúde, a Portaria GM/MS Nº 888, que trouxe novas disposições sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, na forma do Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 05, de 28 de setembro de 2017 (Brasil, 2021).

A maior parte da água disponível para utilização no planeta é utilizada na agricultura. Cerca de 69% da água é usada na irrigação. Em torno de 22% do consumo de água é destinado às indústrias (Almeida, 2010). A água faz parte dos produtos, é utilizada para resfriar e gerar vapor, limpar ambientes, entre outras utilidades. A água ainda é utilizada para produção de energia elétrica. O potencial hidráulico da água é aproveitado pelas usinas hidrelétricas para conversão de energia (Galvão; Bermann, 2015).

No entanto, a forma como a água vem sendo utilizada tem gerado preocupações sobretudo sobre a sua disponibilidade e qualidade para gerações futuras. Ecossistemas aquáticos são prejudicados pela poluição, principalmente pelo lançamento de substâncias tóxicas nos lençóis freáticos, substâncias não biodegradáveis, que podem permanecer no ambiente por longos períodos, produtos tóxicos ou poluentes mais perigosos que contêm metais pesados, como o chumbo (Pb) em grande quantidade (Rebouças, 2004).

Inúmeras são as atividades antrópicas capazes de introduzir no ambiente uma série de substâncias e materiais que contribuem para a contaminação da água. Os poluentes mudam as características físico-químicas, gerando diferentes tipos de impactos sobre a biota aquática e desequilíbrios ecológicos. Dentre elas, pode-se destacar o derramamento de derivados de petróleo (gasolina óleo e querosene) e o aumento exacerbado de microrganismos nocivos (bactérias e protozoários) originados de águas contaminadas pelas fezes despejo de esgotos não tratados nos mananciais (Sodré, 2012).

Somados a esses problemas, tem-se a escassez da água doce em muitas regiões. Apesar de alguns lugares existirem grande disponibilidade, em outros, a escassez é uma realidade, como nas regiões semiáridas e nos desertos. A água para ser potável e própria para o consumo humano deve ser isenta de substâncias e microrganismos prejudiciais à saúde. O Brasil é o país que possui a maior reserva de água doce do planeta, com aproximadamente 12%. Na hidrografia brasileira pode-se destacar o rio Amazonas,

o maior rio em volume de água doce do mundo, e o Aquífero Guarani, que é a maior reserva de água doce subterrânea (Augusto *et al.*, 2012).

Além da escassez, há também a questão do desperdício. A água está presente em inúmeros processos industriais que podem causar o desperdício. Para se ter uma noção, a produção de apenas uma calça jeans utiliza cerca de 5 mil litros de água. O desperdício também pode vir do mau uso pela população. O consumo irresponsável e sem fundamentação sustentável é um fator impulsionador de escassez hídrica, uma realidade já vivenciada no Brasil e em outros países (Ribeiro; Rolim, 2017).

Considerando os aspectos destacados acima, o objetivo geral do TCC foi estudar o tema “água”, como gerador de conhecimentos no ensino de Química, a fim de discutir sua importância, propriedades, usos, desperdícios e qualidade físico-química, por meio da abordagem CTSA, envolvendo intervenções teórica-práticas, que possam desenvolver o senso crítico e investigativo nos estudantes, tornando-os protagonistas do conhecimento. Para isso, utilizou-se um sensor portátil multiparamétrico, *LabDisc Biochem*, para analisar e discutir, especificamente, os valores da condutividade elétrica, turbidez, potencial hidrogeniônico e o oxigênio dissolvido em diferentes amostras água.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Qualidade da água

A qualidade da água é uma expressão muito utilizada com diferentes contextos, que podem ofuscar o seu real significado. Para limnologia, essa expressão envolve aspectos físicos, químicos e biológicos. Todo ambiente aquático possui características físico-químicas importantes para a existência dos variados organismos aquáticos, desde fungos, bactérias, leveduras e microcrustáceos, além de organismos complexos como peixes e plantas aquáticas (Ciminelli *et.al.*, 2014).

A qualidade da vida, tanto para o ser humano, quanto para os animais, está diretamente ligada à da água, pois para ser utilizada, ela deve apresentar características adequadas e livre de microrganismos patogênicos. No entanto, devido a sua escassez e saneamento básico inexistente ou precário, o seu uso de forma não tratada é existente, o que acarreta a transmissão de doenças via água (Araújo, 2011).

Dentre os aspectos físico-químicos, o oxigênio dissolvido (O.D.) se destaca, pois, é necessário para a respiração de microrganismos aeróbicos. Os peixes requerem uma concentração mínima de O.D. entre a 10% e 60% de saturação, dependendo da espécie para a sua sobrevivência e com base nas condições do sistema aquático que estão inseridos. Entretanto, a concentração de O.D. não se limita a apenas à sobrevivência de seres aquáticos, pois nas águas residuárias (águas servidas), que são ricas em matéria orgânica, se faz necessário prevenir a formação de substâncias com odores desagradáveis obstruindo o seu uso como fonte de água potável (Fiorucci; Filho, 2005).

A medida do potencial hidrogeniônico (pH) é um importante parâmetro e juntamente com outros, pode fornecer indícios do grau de poluição, metabolismo de comunidades ou ainda impactos em um ecossistema aquático. O conceito de pH relaciona a concentração de íons hidrônio (H_3O^+) presente no meio. A teoria de ácido-base é de fundamental importância, para estudar o conceito de pH e assim medir a acidez ou alcalinidade de um meio reacional. O termo pH, abreviação de potencial hidrogeniônico, foi uma proposta apresentada em 1909 por Søren Peder Lauritz Sørensen (1868-1939), usada para expressar concentrações muito pequenas de íons hidrogênio em soluções aquosas, e definida como $pH = -\log [H_3O^+]$ (Andrade, 2010).

As águas naturais apresentam um pH entre 4 e 9, o qual é influenciado pela dissolução do gás carbônico (CO_2), que origina baixos valores de pH, e pelas reações de equilíbrio químico entre os íons bicarbonato (HCO_3^-) e íons carbonato (CO_3^{2-}) com água, resultando em maiores valores de pH. Em geral, quando o pH se aproxima de 9, ocorre a retirada de gás carbônico das águas por algas no processo de fotossíntese. Vale destacar que a espécie química dominante dependerá do pH final do corpo d'água (determinado também pela existência de outros ácidos e bases), além das respectivas constantes de equilíbrio das reações (Martins *et al.*, 2003). A medida de pH é de uso rotineiro nos laboratórios. É uma variável adimensional, mas dependente da temperatura. As medidas de pH são realizadas com o uso de eletrodos sendo esse um eletrodo padrão de hidrogênio como referência ou um eletrodo de vidro combinado Ag/AgCl. E sua calibração é realizada com soluções tampão (Andrade, 2010).

A turbidez é uma medida que é causada por materiais sólidos em suspensão (silte, argila, coloides, matéria orgânica etc.). Quando um feixe de luz apresenta dificuldade de atravessar certa quantidade de água esse fenômeno acontece. A análise é feita por meio da turbidimetria, diferenciando o espalhamento de um feixe de luz ao passar pela amostra com o espalhamento de um feixe de igual intensidade ao passar por uma suspensão padrão e quanto maior o espalhamento maior será a turbidez. Segundo a OMS (Organização Mundial da Saúde), o limite máximo de turbidez em água potável deve ser 5 Unidades de Turbidez (UNT). Em alguns casos, águas ricas em íons, tais como Fe^{2+} e Fe^{3+} , podem apresentar uma elevação de sua turbidez quando entram em contato com o oxigênio do ar (Correia *et. al.*, 2008).

A condutividade elétrica da água é uma medida da capacidade desta em conduzir corrente elétrica, sendo proporcional à concentração de íons dissociados em um sistema aquoso. Esse parâmetro não discrimina quais são os íons presentes na água, mas é um indicador importante de possíveis fontes poluidoras (Zuin *et. al.*, 2008). A análise é realizada usando um condutímetro, o qual deve ser calibrado com uma solução de cloreto de potássio $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ ($1.413 \mu\text{S}$), de acordo com as orientações do fabricante.

2.2 Sensor *LABDISC BIOCHEM*

O sensor *Labdisc Biochem* permite tornar qualquer sala de aula um laboratório de ciências prático e multidisciplinar. Sondas com fio ou sem permitem

realizar testes rápidos, sendo a calibração automática que diminui o tempo utilizado para configurar e calibrar, além de economizar investimentos substanciais em reagentes, vidrarias e equipamentos nas escolas para manutenção de laboratórios tradicionais (Globisens, 2012).

O *Labdisc Biochem* é um sensor multiparamétrico, surpreendentemente leve e compacto. Apresenta um registrador de dados com carga de 150 horas, o que permite realizar diversos experimentos no campo e/ou laboratório. Seu registrador e medidor possui sensores integrados, para medida da pressão do ar, temperatura ambiente, pressão barométrica, calorímetro, condutividade, oxigênio dissolvido, temperatura externa, localização geográfica, frequência cardíaca, luz, pH, umidade relativa, termopar, turbidez e entrada universal. Temperatura da pele, taxas de pulso antes e depois da atividade, produção de suor e fotossíntese, mudanças de fase sólida, líquida e gasosa e titulação potenciométrica (Globisens, 2012).

Para que a implantação do sensor tenha êxito é necessário seguir um planejamento constituído de 7 etapas, iniciando, respectivamente, pela calibração do equipamento, coleta das amostras, formação da equipe de estudantes, realização de estudos sobre os parâmetros analíticos, descrição do sensor, elaboração de planos de intervenção e aplicação. Com todas as etapas desse planejamento efetuadas de forma correta, segue-se para uma sequência de itens para que o sensor possa ser colocado em prática (Globisens, 2012).

2.3 Abordagem CTSA

O movimento internacional de reforma da educação científica em ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) surgiu em meados da década de 1980. O seu currículo centra-se na necessidade de métodos e abordagens de ensino inovadores para promover eficazmente o desenvolvimento da literacia científica e da tecnologia. (Azevedo; Vásquez Manassero, 2002).

De acordo com Santos e Mortimer (2002), um dos objetivos do ensino Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) “é relacionar à solução de problemas da vida real que envolvem aspectos sociais, tecnológicos, econômicos e políticos” somado ao meio ambiente “refere-se à compreensão da natureza da ciência e do seu papel na sociedade”.

O principal objetivo da formação metodológica CTSA é preparar os alunos para a educação científica, ajudá-los “a desenvolver os conhecimentos e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões sociocientíficas e tecnológicas e agir para resolver esses problemas” (Santos; Mortimer, 2002, p. 4).

A abordagem CTSA pode proporcionar uma visão sistêmica e integrada dos conceitos científicos e tecnológicos, bem como de suas relações com as questões sociais e ambientais. Isso contribui significativamente para a aprendizagem dos estudantes, pois permite que eles compreendam os fenômenos naturais e tecnológicos de forma holística. (Zuin *et.al.*, 2009). Ela tem uma relevância que ultrapassa os limites de uma abordagem tradicional de conteúdos em sala de aula e se torna outra forma de compreender o mundo.

Entretanto, a química ainda continua sendo vista como uma ciência complicada e de difícil compreensão. Um dos motivos de continuar sendo vista dessa forma é a maneira como é ensinada, de maneira ilegítima, desconstruída e degradada. A química pode ser ensinada por meio das vivências do cotidiano (Bouzon *et.al.*, 2018).

[...] pode ser interessante ensinar as disciplinas, por elas mesmas, a futuros especialistas, mas não devemos nos assombrar se, quando nosso ensino está majoritariamente centrado sobre os interesses dos cientistas, os jovens acabam ficando desgostosos com o ensino de ciências (Sperling e Aragão, 2000)

A premissa do ensino do CTSA é superar esse processo de falta de compreensão no ensino de química, melhorar o quadro de ensino-aprendizagem com foco em conteúdo fora da sala de aula, tornar a aprendizagem presente e promover a formação do pensamento crítico de cada estudante. De acordo com Manassero e Vázquez (2002, p. 16),

No espírito desse movimento está o desejo de oferecer através da educação científica uma visão autêntica da ciência e da tecnologia em seu contexto social, distantes de imagens mitificadas e tendenciosas (cientificismo e tecnocracia) ao mesmo tempo em que se reconhece a tecnologia como uma atividade diferente, integrada e equiparável com a ciência, e não só como mera ciência aplicada (Manassero; Vázquez, 2002, p. 16).

Contudo, os conteúdos químicos a serem abordados por meio de temáticas, tal como a temática ambiental água, propõe contemplar os elos entre CTS. Compreender essa organização é colocar os estudantes frente a situação-problema que estejam ligadas e envolvidas com seu contexto sociocultural e, então, resolvê-la na perspectiva de que

permita compreender e colaborar apropriadamente das decisões sobre problemas que abalam a sociedade moderna (Paixão *et.al.*, 2019).

No entender de Martins e Paixão (2011, p.30), “a cultura científica nas sociedades modernas sugere conhecimento de múltiplas interrelações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente”, para isso, é necessário que o ensino-aprendizagem contemple o contexto no qual a temática está inserida.

Segundo Santos e Mortimer (2002), o currículo CTSA decorre da necessidade de desenvolver cidadãos cientificamente alfabetizados, um objetivo que o ensino tradicional de ciências não consegue alcançar adequadamente. O foco do CTSA no currículo de ciências pode romper paradigmas conservadores, afastar os professores do centro do conhecimento e permitir que os alunos se tornem protagonistas quanto ao conhecimento científico é descoberto, pesquisado, construído ou produzido. Segundo Pinheiro *et al.* (2007, p.77), “Os alunos são apoiados no questionamento, no desenvolvimento da imaginação e da fantasia e no abandono do estado de submissão ao professor e ao conhecimento apresentado em sala de aula”.

A interação entre os CTSA ocorre por meio de temas geradores, permitindo que os alunos participem ativamente, resolvam problemas e tomem decisões, conforme ensinam Santos e Mortimer (2002). O tema escolhido “água” tem relevância social. Cabe verificar se, de fato, o problema detectado aflige a sociedade e se, além disso, mostra alguma relação entre Ciência e Tecnologia e encontra-se inserido no contexto sociocultural do educando.

A abordagem CTSA também promove uma educação mais crítica e participativa, pois estimula os estudantes a refletir sobre os impactos da ciência e da tecnologia na sociedade e no meio ambiente. Isso contribui para a formação de cidadãos mais conscientes e comprometidos com a cidadania. (Zuin *et.al.*, 2009).

Nos últimos anos têm-se desenvolvido a didática da ciência e da tecnologia, principalmente devido à influência do novo objetivo do ensino, ou seja, formar cidadãos com uma base científica sólida, para que possam compreender não apenas o conteúdo da ciência, mas também como ela funciona (Mercier; Tiberghien, 2017). Como cita Catherine Reverdy em seu trabalho: “Les Recherches en Didactique Pour L'éducation Scientifique et Technologique”.

2.4 Ensino de Química

A disciplina de química está presente no nono ano do ensino fundamental e nos três anos do ensino médio. É uma ciência exata que estuda as transformações químicas e é considerada por muitos autores como ciência central. No entanto, a maioria dos estudantes a considera difícil, principalmente quando seu ensino é descontextualizado e sem ligação com o seu cotidiano (Wartha *et.al.*, 2013).

O termo cotidiano é caracterizado por ações que decorrem do dia a dia, e estão ligadas aos fatos e conhecimentos científicos, pois tem o papel de exemplificar e ilustrar o que pretende ser ensinado. Uma das formas de contextualizar e aproximar conceitos químicos é o ensino por meio de temas. Lizo *et al.* (2002) relata que os fenômenos vivenciados no cotidiano, como cozinhar, queimar uma vela, fermentação de alimentos ou ação de medicamentos, proporcionam contextos reais e familiares para os estudantes, tornando o conhecimento científico mais compreensível, do que simplesmente utilizar fórmulas e conceitos teóricos, que muitas vezes não aguçam a curiosidade.

A experimentação no ensino da química desperta interesse nos diversos níveis da formação, pois apresenta um caráter motivador, lúdico, prático e aplicado, o que a torna uma via de aprendizagem significativa e para o desenvolvimento de habilidades (Melo; Silva, 2019). Inúmeras pesquisas têm mostrado que o ensino de Química, quando associado a experimentação, proporciona oportunidades para os estudantes aplicarem os conceitos teóricos expostos em sala de aula, nos quais são, geralmente, estruturados em torno de atividades que levam à memorização de informações, fórmulas e conhecimentos que limitam o aprendizado e contribuem para a desmotivação na disciplina (Melo, 2012).

Assim sendo, a experimentação no ensino de Química é fundamental na compreensão de fenômenos e transformações, no desenvolvimento de habilidades práticas, como medição, manipulação de equipamentos, observação e registro de dados, que são essenciais na formação de qualquer profissional, seja na área da saúde, engenharia, ciências exatas e docência. Outro aspecto, é que a experimentação desperta a curiosidade dos estudantes e incentiva a abordagem investigativa.

Deve-se ressaltar que a compreensão de transformações químicas envolve processos dinâmicos, tais como as mudanças climáticas que vem ocorrendo no meio ambiente, que são perceptíveis, mas difíceis de mensurar. Por outro lado, a realização de

experimentos permite que os estudantes visualizem transformações em outros sistemas, por meio de mudanças de cor, liberação de gases, formação de precipitados, dentre outros.

Assim, ao planejar, realizar e analisar experimentos, os estudantes são expostos ao método científico. Isso inclui a formulação de hipóteses, coleta de dados, interpretação de resultados e revisão de conceitos à luz das evidências experimentais. Ademais, a experimentação torna a química mais envolvente e estimulante. Porém, ela requer do professor atitudes de ressignificar o conhecimento, estimular os estudantes a participarem da construção da aprendizagem, fornecendo recursos e exigindo o seu envolvimento, para superar obstáculos e construir o pensamento científico (Medeiros, *et al.*, 2016).

3 UNIDADE EXPERIMENTAL

3.1 Estado da arte sobre o tema

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica no *Google Acadêmico*, *SciELO*, revistas científicas, trabalhos científicos e livros físicos e virtuais, por meio de palavras chaves, sobre as propriedades gerais da água, CTSA, experimentação no ensino de química, tema gerador água, análises físico-químicas da água.

3.2 Intervenções

As intervenções teórica-experimentais foram realizadas numa escola da rede particular, com a turma do terceiro ano (3ºI), do ensino médio, sob a supervisão da professora Dra. Karoliny Almeida Oliveira.

A primeira intervenção ocorreu no dia 25 de outubro de 2023 com duração de 2h/Aula. Neste dia participaram 20 estudantes, onde foi apresentada via *slides* a linha de pesquisa CTSA, importância da temática “água” no ensino de química, usos e desperdício e parâmetros da qualidade da água. Os estudantes foram incentivados a participar da intervenção por meio de perguntas-chave. Em seguida, eles foram convidados a responder de forma anônima, um questionário sobre seu perfil, a fim de diagnosticar o seu interesse sobre a área. Para concluir a intervenção, foi passado um formulário aos estudantes para coleta de dados e solicitado que eles fizessem um mapa mental sobre turbidez, condutividade e oxigênio dissolvido. Os mapas deveriam ser entregues na próxima aula, com o objetivo de incentivar a busca de informações e preparar os estudantes para a próxima intervenção.

A segunda intervenção ocorreu no dia 01 de novembro de 2023 com duração de 2h/Aula, a participação dos mesmos 20 estudantes. Inicialmente, recolheu-se os mapas mentais solicitados na primeira intervenção. Em seguida, em sala de aula procedeu-se a discussão sobre os parâmetros físico-químicos e após a turma foi conduzida ao laboratório de ciência. Essa divisão foi feita para promover o aprendizado em diferentes ambientes.

3.3 Elaboração de planos de aulas

Foi elaborado roteiro de aula sobre as informações dos experimentos, materiais necessários, procedimento experimental e espaço para coleta de dados das análises (Apêndices B).

3.4 Aplicação no espaço escolar do Sensor *Labdisc Biochem*

O sensor *Labdisc Biochem* foi apresentado e demonstrado o seu uso, a fim de que os estudantes possam manusear com segurança, realizar as análises no laboratório. A turma foi dividida em 5 grupos de 4 componentes e disponibilizado 1 sensor por grupo.



Figura 1- Labdisc Biochem Globisens. Fonte: Autora, 2023.

O procedimento geral consiste em inserir um eletrodo com sensor de temperatura para medir os parâmetros: pH, condutividade elétrica e OD. Sugere-se usar cerca de 50 mL das amostras (Poço residencial setor Jardim Califórnia – Goiânia, Torneira setor Perim- Goiânia, Aquário do Laboratório, Córrego Avenida Acary Passos - Goiânia, Bebedouro da escola de rede particular) e inseri-lo mudando a configuração a cada medida.

Para avaliar a qualidade da água em diferentes fontes, foram coletadas amostras de água de Poço residencial, Torneira setor Perim, Aquário do Laboratório, Córrego e o Bebedouro da escola de rede particular. A amostra de água de poço residencial foi selecionada por ser uma amostra conhecida, ou seja, a sua qualidade já foi avaliada anteriormente. A água do setor Perim por ser uma água que vem de maneira encanada. Essa água é fornecida, e é a que é consumida pela maioria da população. A amostra do aquário por ser uma água com matéria orgânica presente. A matéria orgânica é um indicador da qualidade da água, e sua presença pode indicar a presença de poluição. A água do córrego por ser a única que haveria turbidez. A turbidez é um indicador da qualidade da água, e sua presença pode indicar a presença de partículas em suspensão. A amostra da escola, sua seleção se justifica por ser uma água que eles consomem e utilizam na escola. Essa água é utilizada para beber, lavar as mãos e os alimentos, e para outras atividades.

3.5 Diagnóstico do Processo Ensino-Aprendizagem

Foi elaborada uma atividade pós laboratório sobre os dados das análises de água e duas perguntas abertas sobre os resultados experimentais (Apêndices C). Em seguida, foram tabulados e transcritos, a fim de avaliar até que ponto a proposta de ensino CTSA contribuiu para a evolução dos conceitos químicos com a temática água. Com base no perfil dos dados, a aprendizagem em Química estará vinculada aos seguintes questionamentos: ocorreu a assimilação conceitual das análises de água? Os estudantes adquirirão novas formas de ver e pensar sobre a qualidade da água? Ocorreu mudanças no comportamento dos estudantes sobre a investigação científica? A temática apresentada na forma CTSA despertou o interesse dos estudantes com a disciplina?

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados e discutidos os resultados das atividades desenvolvidas pelos estudantes, a fim de verificar até que ponto a proposta desenvolvida contribuiu no processo ensino-aprendizagem.

4.1 Perfil dos estudantes

Os participantes do estudo foram estudantes do último ano do ensino médio, de uma escola da rede particular de ensino, do município de Goiânia-GO. Eles apresentaram faixa etária entre 16 e 18 anos, sendo 48% com 17 anos, predominantemente do sexo feminino (57%) e cerca de dois terços tem interesse em prosseguir seus estudos em nível superior (64%), prevalecendo a área de ciências da natureza (60%), como pode-se observar na Tabela 1. O perfil dos estudantes foi feito para diagnosticar as necessidades e seus interesses, assim como enfatizar a importância de um tema transdisciplinar para a sua formação, independentemente da área pretendida.

Tabela 1- Resultados do perfil dos vinte estudantes participantes da pesquisa

Sexo		Faixa Etária		Interesse Profissional		Área de Interesse	
Feminino	13	16 anos	1	Universidade	16	Humanas	4
Masculino	7	17 anos	12	Técnico	3	Natureza	15
		18 anos	7	Trabalhar e Estudar*	10	Linguagens	1

* Nove (9) dos vinte (20) estudantes declararam que pretendem trabalhar e estudar simultaneamente.

4.2 Avaliação da temática “água” na perspectiva CTSA

A inclusão do tema água no ensino de química visou discutir às questões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais, relacionado com o conteúdo programático do ensino médio envolvendo conceitos químicos. Durante a primeira intervenção, ao ser exposto o tema do TCC, foi perguntado aos estudantes algumas questões para reflexão, a fim de fomentar as discussões, por exemplo: “Como você define a água?”. Os estudantes foram convidados a compartilhar suas ideias, o que gerou uma discussão ativa em sala de aula.

De um modo geral, percebeu-se que as respostas dos estudantes estavam relacionadas a essencialidade da água para a vida na Terra. Um estudante relatou que se trata de uma substância composta, formada por dois átomos de hidrogênio (H) e um átomo de oxigênio (O) por meio de ligações covalentes. Também foi relatado os estados físicos (sólido, líquido e gasoso) e sobre os usos diversos, como doméstico, agrícola, industrial e ambiental.

Outra questão abordada em sala foi sobre a diferença dos usos consuntivos e não consuntivos da água. Nesse momento, alguns estudantes não souberam opinar e outros tentaram participar, mostrando interesse. Como as respostas não estavam corretas, foi explicado que essas categorias refletem as diferentes maneiras como a água é utilizada nas diversas atividades humanas.

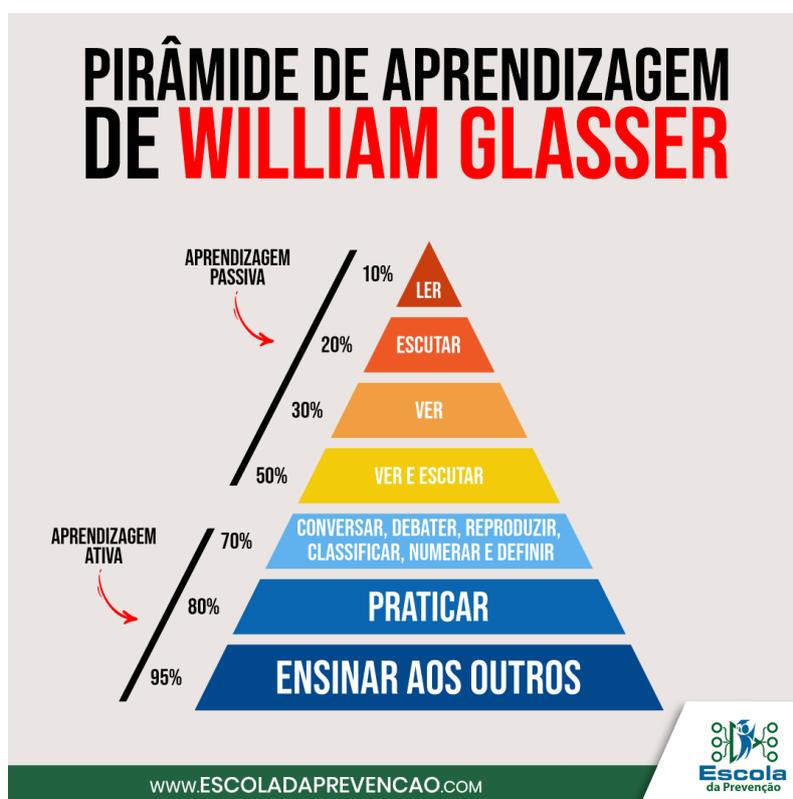
Assim, os usos consuntivos referem-se a situações em que a água é retirada de sua fonte para ser consumida de maneira direta ou após tratamentos específicos. Esses usos estão frequentemente associados às necessidades básicas e essenciais das comunidades. Alguns exemplos de usos consuntivos incluem: doméstico, agricultura, indústria. Já os usos não consuntivos referem-se a situações em que a água é utilizada em seu local de origem, sem ser retirada ou consumida de maneira direta. Esses usos muitas vezes estão associados a atividades que envolvem a própria presença ou fluxo da água, sem sua remoção significativa, por exemplo, recreação aquática, preservação de ecossistemas, geração de energia hidrelétrica (Sperling, 2006).

Após essa explicação, foi discutido sobre a abundância e escassez de água doce no Brasil. Foi apresentado os valores de distribuição de água na Terra e o quanto ela está disponível para o consumo humano. Em seguida, discutiu-se o problema da escassez e os fatores que a agravam, incluindo secas, falta de chuvas, mudanças climáticas e poluição hídrica. A escassez de água é um problema global que afeta bilhões de pessoas em todo o mundo. Ela pode ter um impacto negativo na saúde, na economia e no meio ambiente.

Neste momento, os estudantes relataram uma série de medidas que podem ser tomadas para enfrentar a escassez de água, incluindo a sua conservação, gestão sustentável e o desenvolvimento de novas fontes de água. Ao adotar essas medidas é possível ajudar a preservar este recurso essencial para a vida.

Assim, a forma como foi conduzida a primeira parte da intervenção foi baseada no papel do professor em formular e transformar o pensamento do estudante, pois ele pode atuar como professor transmissor, professor mediador e professor facilitador. Durante a realização da primeira intervenção observou-se que a maioria dos estudantes não estava muito interessada, alguns ficaram dispersos e outros dormiram. Um erro cometido foi não aplicar a Pirâmide de William, um modelo de aprendizagem desenvolvido pelo psiquiatra americano William Glasser (Figura 1).

Figura 1 – Pirâmide de Aprendizagem de William Glasser



Pirâmide de Aprendizagem de Glasser. Fonte: Escola da Prevenção. Disponível em: <https://www.plantareducacao.com.br/piramide-de-aprendizagem/>

O modelo afirma que a retenção do conhecimento é maior quando o estudante está envolvido em atividades que exigem uma participação ativa. A Pirâmide de William é dividida em sete níveis, cada um representando um nível de envolvimento. Os níveis são: ler, ouvir, ver, observar, discutir, fazer e ensinar (Glasser, 1993). Colocando em foco o nível “fazer”, o estudante escuta o conteúdo apresentado, vê imagens ou vídeos

relacionados, realiza uma atividade simples, discute o conteúdo com outras pessoas e o pratica. Este nível de retenção é muito alto.

No decorrer da primeira intervenção não foi solicitado que o estudante realizasse nenhum meio de evidenciar o que foi aprendido. Um ponto que deve ser colocado em questão é como manter o estudante engajado e focado. Segundo Ramos (2007, p. 58), “os estudantes da atualidade apresentam um perfil diferente dos estudantes de décadas atrás. Escrever é uma das maiores dificuldades que o estudante enfrenta e o problema cresce à medida que ele progride na escolaridade”.

A geração atual está mais conectada e mais interessada em tecnologias, porém é dispersa e menos propensa a ler e escrever. A educação contemporânea requer uma abordagem holística e centrada nos estudantes, que combine aprendizagem ativa, personalização do ensino, inclusão e uso eficaz da tecnologia. De acordo com Gómez (2015),

[] estamos diante da primeira geração que domina as poderosas ferramentas digitais que são utilizadas para acessar e processar a informação que interfere na vida econômica, política e social, e ela faz isso melhor do que os mais velhos: pais, mães e professores (Gómez, 2015, p. 27).

4.3 Avaliação da qualidade da água

Considerando o objetivo geral do projeto em desenvolver metodologias CTSA que utilizassem o sensor portátil *LabDisc Biochem*, para ensinar conceitos químicos sobre a qualidade da água e destacando que se trata de uma pesquisa de TCC, na qual é delimitada a um semestre, foram selecionados quatro parâmetros físico-químicos a saber: oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico, turbidez e condutividade elétrica para nortear o conhecimento científico.

Inicialmente, os estudantes receberam uma explicação teórica sobre a importância de se estudar a qualidade da água. O parâmetro pH já havia sido estudado no contexto de equilíbrio ácido-base e cálculos de medida. Deve-se ressaltar que alguns estudantes já haviam vivenciado experimentalmente. Assim, durante a intervenção, iniciou-se com a definição de pH, sua escala e os tipos de água. O pH é uma medida da acidez ou alcalinidade de uma solução, que em meio aquoso pode variar de 0 a 14, sendo no valor 7 considerado neutro.

O pH da água é um fator importante para a vida na Terra (Sperling, 2006). A água ácida pode corroer a infraestrutura e prejudicar a vida aquática, enquanto a água alcalina pode causar problemas de saúde, como irritação da pele e dos olhos. Existem dois tipos principais de indicadores ácido-base, ou seja, os naturais e os sintéticos.

No final da primeira intervenção foi solicitado aos estudantes que fizessem um mapa mental sobre os demais parâmetros: turbidez, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido. Os mapas deveriam ser entregues na próxima intervenção, com o objetivo de incentivar a pesquisa de informações e prepará-los para a segunda.

Assim, a segunda intervenção iniciou com a coleta dos mapas mentais, sem fazer alusão da sua qualidade. Em seguida, foi apresentado os conceitos sobre a turbidez da água, por meio de diálogos com o seguinte questionamento: Com base no seu mapa mental, como podemos definir turbidez? Os estudantes responderam a definição em termos da cor da água e partículas suspensas, típico do conhecimento do senso comum, isto é, aquele que é adquirido ao observar, vivenciar e experimentar o mundo. Ele é obtido por meio de conhecimentos empíricos que é acumulado ao longo da vida, sendo passados de geração em geração. Não se baseia no método científico (Wartha *et.al.*, 2013).

Para explicar de forma científica, definiu-se turbidez da água como a medida da dificuldade de um feixe de luz atravessar uma certa quantidade, devido a presença de partículas em suspensão, como argila, silte, areia, algas, bactérias e outros microrganismos. Essas partículas espalham a luz, tornando a água mais opaca. Ademais, abordou-se que a turbidez é um parâmetro importante da qualidade da água, pois pode afetar a saúde humana e o meio ambiente. A água turva pode dificultar a respiração de peixes e outros animais aquáticos. Também pode dificultar a visualização de objetos no fundo da água e aumentar o risco de acidentes (Sperling, 2006).

Em seguida, foi apresentado o método de filtração com garrafa de polietileno (PET), isto é, um método simples e eficaz para remover partículas em suspensão da água. Ele pode ser usado para tornar a água potável ou para melhorar a qualidade da água para uso doméstico ou industrial (Figura 2). Contudo, iniciou-se uma breve discussão sobre os tratamentos de água, onde dentro dessa discussão um estudante não tinha o conhecimento do que era um filtro de garrafa PET, e como poderia ser feito, apresentou-se esse filtro e o estudante apresentou-se surpreso ao entender como funcionava, e que era possível fazer com coisas simples.

Figura 2- Filtro de garrafa PET para separação de material em suspensão na água



Filtro de garrafa PET. Fonte: Ecofossa. Disponível em: <https://ecofossa.com/aprenda-fazer-um-filtro-caseiro-com-garrafa-pet/>

Após explicação sobre turbidez, a intervenção continuou com uma apresentação sobre condutividade elétrica da água. Para iniciar a discussão, perguntou-se: “O que significa condutividade elétrica”? Apenas uma estudante respondeu corretamente: "A capacidade da água em conduzir eletricidade, por causa dos íons presentes nela". Esse fato demonstrou que esse parâmetro não é conhecido pela maioria dos estudantes ou eles não tiveram interesse em participar. A estratégia foi explicar de forma dialogada esse parâmetro e em seguida sobre oxigênio dissolvido. Assim, a intervenção foi realizada com base nos pressupostos da educação pela pesquisa, que tem como fundamento o questionamento reconstrutivo, no qual a construção do conhecimento acontece por meio de uma reformulação de teorias e conhecimentos existentes (Zuin; Ioriatti, Matheus, 2009).

Com base nessa abordagem, os estudantes foram convidados a formar grupos de quatro integrantes e a participar de todo o desenvolvimento do trabalho científico no laboratório, assumindo-se como parceiros e sujeitos do processo de aprender, atuando na caracterização das amostras de água disponibilizadas; na manipulação do sensor *Labdisc*

Biochem; na mensuração e registro de dados. Antes de iniciar as análises, leu-se o roteiro do experimento para esclarecer quaisquer dúvidas. Como os estudantes utilizariam um equipamento sensível, foi realizada uma breve orientação sobre seu manuseio seguro. A Tabela 2 apresenta as informações das amostras de água coletadas na manhã da segunda intervenção, em garrafas PET limpas e higienizadas, em diferentes locais: poço residencial, torneira, aquário, córrego e bebedouro.

Tabela 2 – Informações das amostras e sua origem usadas na intervenção

Amostras	Local de Origem
Amostra 1	Poço residencial (Setor Jardim California- Goiânia- Goiás)
Amostra 2	Torneira (Setor Perim – Goiânia- Goiás)
Amostra 3	Aquário do Laboratório da Escola
Amostra 4	Córrego (Avenida Acary Passos – Goiânia – Goiás)
Amostra 5	Bebedouro da Escola de Rede particular

Fonte: Autora, 2023

4.4 Calibração do sensor *Labdisc Biochem* e análises das amostras de água

Na segunda intervenção no laboratório realizou-se uma demonstração do manuseio do sensor *Labdisc Biochem* e suas funções. Durante a explicação, uma estudante se mostrou proativa e sugeriu uma reorganização do experimento para otimizar o tempo. Ela sugeriu que em vez de medir cada amostra por parâmetro, fosse medido os três parâmetros na mesma amostra. Dessa forma, eles só precisariam trocar a amostra após medir em cada béquer. Essa sugestão foi um exemplo de proatividade da estudante em otimizar o tempo, um recurso valioso em análises físico-químicas. Outro estudante, ao longo da realização do experimento, percebeu que seu sensor estava descarregado. Ele realizou a troca por um carregado sem informar o professor, pois estava empenhado em realizar as análises com eficiência.

O sensor *Labdisc Biochem* é um aparelho de fácil manuseio, mas, mesmo assim, algumas dúvidas surgiram ao longo do experimento. Os estudantes mostraram curiosidade em entender como o sensor funcionava. Muitos iniciaram as análises de maneira antecipada sem esperar orientação. À medida que o experimento foi realizado, eles anotaram os resultados em um espaço reservado na atividade de pós-laboratório, para depois transcrever as respostas para a atividade que seria entregue para a professora.

A organização dos 20 estudantes em grupos foi por afinidade. Essa forma facilitou a discussão dos conceitos sobre os parâmetros físico-químicos, onde foi sugerido

que eles relacionassem com situações da vida cotidiana. Tal enfoque para o ensino de ciências coincide com o de Pinheiro *et al.* (2007, p.163), quando afirmam que “aprender com seus pares é fundamental, a fim de formar um cidadão que tenha sua atenção despertada para os aspectos que envolvem o contexto científico-tecnológico e social”. Assim, a temática água na perspectiva CTSA tem uma relevância que ultrapassa os limites de uma abordagem tradicional de conteúdos em sala de aula e se torna outra forma de compreender o mundo.

Para ilustrar, dentre os conceitos discutidos, como o de pH, os estudantes já demonstravam certa familiaridade com os termos “ácido, básico e neutro” quando se referiam às amostras do dia a dia. Em geral, no início do trabalho, eles utilizaram esses termos durante as suas explicações diante dos resultados do pH das amostras de água. Assim, com a discussão dos conceitos científicos relacionados à definição de pH, ainda que em alguns momentos houvesse a necessidade da utilização de teorias mais simples (Teoria de Arrhenius), notadamente os estudantes do Ensino Médio conseguiram abstrair as informações. Após a finalização de todo o experimento, os estudantes organizaram os materiais e se puseram a preencher os dados das análises (Tabela 3).

Tabela 3 – Resultados das análises físico-químicas das amostras de água

Grupo 1				
Amostras	pH	Temperatura (°C)	Condutividade (S/m)	O.D. (ppm O ₂)
Amostra 1	6,61	32°C	0,86	0,12
Amostra 2	5,80	32°C	0,84	0,13
Amostra 3	7,32	32°C	1,3	0,12
Amostra 4	7,71	32°C	0,35	0,13
Amostra 5	7,40	32°C	0,42	0,12
Grupo 2				
Amostras	pH	Temperatura (°C)	Condutividade (S/m)	O.D. (ppm O ₂)
Amostra 1	6,69	32°C	0,76	0,12
Amostra 2	5,80	32°C	0,69	0,13
Amostra 3	7,50	32°C	1,2	0,12
Amostra 4	7,66	32°C	0,33	0,13
Amostra 5	7,40	32°C	0,43	0,12

Grupo 3				
Amostras	pH	Temperatura (°C)	Condutividade (S/m)	O.D. (ppm O ₂)
Amostra 1	6,60	32 °C	0,84	0,02
Amostra 2	5,82	32 °C	0,64	0,02
Amostra 3	7,70	32 °C	1,18	0,02
Amostra 4	6,70	32 °C	0,41	0,02
Amostra 5	6,60	32 °C	0,58	0,02
Grupo 4				
Amostras	pH	Temperatura (°C)	Condutividade (S/m)	O.D. (ppm O ₂)
Amostra 1	6,76	32 °C	0,94	0,56
Amostra 2	5,55	32 °C	0,69	0,55
Amostra 3	7,60	32 °C	1,29	0,56
Amostra 4	6,70	32 °C	0,32	0,54
Amostra 5	6,70	32 °C	0,42	0,54
Grupo 5				
Amostras	pH	Temperatura (°C)	Condutividade (S/m)	O.D. (ppm O ₂)
Amostra 1	6,60	32 °C	0,83	0,08
Amostra 2	5,93	32 °C	0,92	0,08
Amostra 3	7,40	32 °C	1,2	0,01
Amostra 4	6,40	32 °C	0,29	0,08
Amostra 5	6,58	32 °C	0,60	0,02

A Tabela 3 apresenta os valores experimentais de pH, temperatura, O.D. e condutividade elétrica das cinco amostras de água determinados pelos cinco grupos de estudantes. Como cada grupo só realizou uma análise por vez, não foi possível calcular a média e o desvio padrão dos parâmetros determinados por grupo, mas sim por análises, a fim de verificar a reprodutibilidade dos sensores (Tabela 4). Assim, observou-se baixa variação nos valores dos parâmetros, mesmo considerando a análise por diferentes sensores, nos quais os dados serão discutidos a seguir.

Tabela 4 – Resultados médios com desvio padrão das análises físico-químicas das amostras de água

Amostra	pH	Condutividade Elétrica (S/m)	O.D. (ppm O ₂)
Amostra 1	6,65 ± 0,07	0,84 ± 0,07	0,18 ± 0,22
Amostra 2	5,78 ± 0,14	0,73 ± 0,11	0,18 ± 0,21
Amostra 3	7,50 ± 0,15	1,23 ± 0,06	0,17 ± 0,23
Amostra 4	7,03 ± 0,61	0,34 ± 0,04	0,18 ± 0,21
Amostra 5	6,94 ± 0,43	0,49 ± 0,09	0,16 ± 0,22

Fonte: Autora, 2023

O pH é uma medida da acidez ou alcalinidade da água. No caso da água doce deve ser entre 6,5 e 8,5 (COMANA, 2005). Na tabela observou-se que somente a amostra 2 (água da torneira coletada no Setor Perim, Goiânia-GO) apresentou pH fora da faixa, ou seja, $5,78 \pm 0,14$, provavelmente influenciado pela presença de CO₂ dissolvido, que origina baixos valores de pH (Martins *et al.*, 2003). As demais amostras apresentaram pH em torno de 6,0 e 7,0, estando dentro da faixa ideal. As medidas de pH foram determinadas na temperatura ambiente.

A condutividade elétrica da água é uma medida da capacidade desta em conduzir eletricidade, sendo proporcional à concentração de íons presentes. A sua medida é um indicador importante de fontes poluidoras, apesar de não discriminar quais são elas. Na tabela 4 observou-se que a água do aquário foi a que apresentou maior valor ($1,23 \text{ S/m} \pm 0,06$), possivelmente por conter elevada quantidade de matéria orgânica que contribuem para o aumento de espécies iônicas (Guimarães e Nour, 2001).

Sobre o teor de O.D. dissolvido na água foi relativamente baixo, em torno de 0,18 mg/L, na temperatura ambiente. A redução do teor nos ambientes aquáticos pode ocorrer em decorrência do lançamento de efluentes nos córregos e aumento da matéria orgânica, sendo a sua medida um importante indicador da qualidade da água. Concluindo, os resultados das análises físico-químicas das amostras de água apresentaram-se satisfatórios. No entanto, deve-se ressaltar que foram dados coletados por estudantes inexperientes e a existência de erros na manipulação e coleta não pode ser negligenciada.

Assim, os resultados da atividade experimental forneceram informações valiosas sobre a compreensão dos estudantes dos conceitos envolvidos e fizeram parte da aprendizagem dos procedimentos de coleta de dados em um processo de investigação.

Em seguida, foi coletado até que ponto a intervenção colaborou para o aprendizado dos estudantes, se eles entenderam a importância das análises e mensurar a sua participação, baseando-se nas respostas dos questionários.

Na Tabela 5 estão apresentadas as respostas das perguntas 2 e 3 da atividade experimental das análises dos estudantes, sendo selecionado um deles como representante de cada grupo, como exemplo da percepção do aprendizado, ou seja, obtenção de informações sobre a compreensão dos conceitos envolvidos. A pergunta 2 foi elaborada com o objetivo de despertar a visualização de quais amostras apresentavam turbidez, enquanto a pergunta 3 solicitava aos estudantes uma descrição do seu entendimento sobre a atividade. Com base nas respostas das perguntas, observou-se que a maioria dos alunos compreendeu os conceitos envolvidos sobre turbidez.

Tabela 5 – Exemplos de perguntas e respostas da atividade pós-laboratório

Estudante	Pergunta 2 Observando o aspecto físico das amostras, que podemos dizer sobre a turbidez?	Pergunta 3 Com base no experimento, as amostras analisadas estão próprias para consumo? Faça uma breve conclusão do que foi estudado, analisado e observado nessa aula.
Estudante 1	<i>“Apenas a amostra 4 – córrego, turbidez, são partículas em suspensão presentes na água que não permitem que um feixe de luz á atravessem.”</i>	<i>“Depois das pesquisas eu percebi que beberia as amostras 1 e 5, pois o pH está neutro e não está túrbida. Eu não beberia a 4 devido a sua turbidez.”</i>
Estudante 2	<i>“Nas amostras 1, 2 e 5 a turbidez estava bastante baixa. Na amostra 3, a turbidez estava um pouco mais alta. Já na amostra 4, turbidez foi mais alta, por causa da terra. A coloração estava avermelhada e não própria para consumo’</i>	<i>“Só a amostra 5, pois a água é tratada. Nas outras amostras, o pH é ideal. E a amostra 3 foi a mais condutiva.”</i>
Estudante 3	<i>“Apenas a amostra 4 apresenta turbidez, são partículas presente na água que não permite observar através dela.”</i>	<i>“Não beberia a amostra 4 devido a sua turbidez. É beberia a amostra 5 e 4 devido a seu pH, básico e a sua condutividade alta.</i>
Estudante 4	<i>“Apenas a amostra 4 apresenta turbidez. Isso acontece pois no córrego há várias partículas que não permitem a transmissão de luz.”</i>	<i>“Levando em consideração a cor, apenas a amostra 4 apresenta turbidez. De acordo, com o pH as amostras 2 ou 3 não apresentam o pH ideal de água para consumo. Eu não consumiria nenhuma dessas águas.”</i>

Estudante 5	<i>“Turbidez é basicamente a água que não transfere luz, ou seja, suja e escura. A amostra que houve turbidez foi 4 a do córrego.”</i>	<i>“Foi a amostra 5 que foi a bebedouro da escola de rede particular que deveria estar em pH neutro para que seja limpo, mas não foi o que foi observado, ou seja, não é totalmente limpa.”</i>
------------------------------	--	---

No entanto, os relatos dos estudantes indicaram que a pergunta 2 não estava clara, pois eles relataram que a turbidez estava alta na amostra 4 (córrego), porém o estudante 2 descreveu que a turbidez estava alta e baixa, indicando que a pergunta não foi compreendida por ele. Para esclarecer a pergunta, é possível refazê-la alterando a sua especificidade, por exemplo “Qual das amostras apresenta turbidez? Dessa forma, seria obtida uma resposta objetiva e direta, ajudando os estudantes a compreenderem o que foi solicitado.

Ademais, mesmo sendo orientados a observar de forma direta a turbidez, muitos ainda não assimilaram, apesar da explicação teórica de que a turbidez pode ser observada a “olho nu”, observando a sua transparência ou seu grau opaco.

Com relação a pergunta 3 observou-se que as respostas dos estudantes sobre a qualidade das amostras para o consumo humano, eles explicaram os resultados experimentais imaginando a presença de contaminantes na água. Isso indica que os estudantes entenderam que os parâmetros físico-químicos são afetados por substâncias na água, por exemplos, o pH e a condutividade da água podem ser afetados pela presença de contaminantes. No entanto, alguns estudantes forneceram explicações inconsistentes para os resultados da turbidez, pois a presença de contaminantes pode não ser visível, como é o caso da presença de microrganismos.

Contudo, as respostas à pergunta 3 indicam que os estudantes se envolveram com a atividade e que eles perceberam a importância das análises. Por exemplo, cerca de cinco dos vinte relataram estar motivados a aprender mais sobre a qualidade da água. Isso indica que houve interesse no assunto e que estão dispostos a se aprofundar. No entanto, alguns estudantes forneceram respostas superficiais. Por exemplo, um deles relatou que “aprendeu que a água pode ser contaminada”. Essa resposta é correta, mas incompleta.

Assim, pode-se observar que a determinação de alguns parâmetros físicos e químicos nas amostras de água, pode ser uma metodologia conveniente para discussão da importância da qualidade da água. Essa observação pode ser evidenciada por meio da

correlação dos baixos valores de O.D. e valores variados da condutividade elétrica, provavelmente devido as diferentes naturezas das amostras analisadas.

É importante ressaltar que durante o desenvolvimento da atividade o envolvimento da turma não foi homogêneo, pois houve um intenso e efetivo pró-atividade de alguns grupos, mas desinteresse de outros. Dado que o objetivo principal da educação foi por meio da abordagem CTSA, isto é, de possibilitar o letramento científico nos estudantes, auxiliando-os “a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões” (Santos e Mortimer, 2002, p. 4), acredita-se que a temática abordada possibilitou uma visão geral e contribuiu para a formação inicial dos estudantes do ensino médio.

5 CONCLUSÃO

O TCC consistiu na realização de experimentos de análises físico-química da água utilizando o sensor *Labdisc Biochem*, como metodologias CTSA, a fim de ensinar conceitos químicos sobre a qualidade da água.

A realização das intervenções teórica-experimentais permitiu inserir a importância do tema e foi avaliada de forma positiva pelo grupo de estudantes, nos quais eram em sua maioria do sexo feminino, tendo 17 anos, moradores de Goiânia, que pretendem fazer faculdade e estão interessados em ciências da natureza.

Os estudantes demonstraram um bom nível de compreensão dos conceitos sobre a importância da qualidade da água discutida nas atividades experimentais. Eles também se envolveram de forma significativa, demonstrando interesse e curiosidade pelo assunto. No entanto, foi observado que alguns estudantes apresentaram erros conceituais, mesmo que durante a aula teórica, os conceitos tenham sido apresentados e definidos. A despreocupação com a escrita e a linguagem empregada informal também foram observadas.

Para melhorar os resultados da intervenção, o ideal é que se aplique a Pirâmide de William, isso ajudará a garantir que os estudantes estejam envolvidos em atividades que exigem uma participação ativa. A incorporação de mais atividades de reflexão e discussão nas intervenções futuras, ajudará os estudantes a consolidarem o aprendizado e a desenvolverem suas habilidades de pensamento crítico. A personalização das intervenções para atender às necessidades e interesses dos estudantes, trazendo uma seleção de narrativas que sejam relevantes para eles.

No geral, a atividade de análise de qualidade da água utilizando o sensor *Labdisc Biochem* foi uma experiência positiva, pois demonstrou que o uso de metodologias ativas e de tecnologias educacionais pode promover a aprendizagem significativa dos estudantes.

Na realização da aula teórica é importante dedicar mais tempo para a discussão dos conceitos envolvidos, isso ajuda os estudantes a compreenderem os objetivos dos experimentos e a interpretar os resultados. No desenvolvimento das atividades experimentais é importante fornecer aos estudantes um roteiro detalhado, com instruções claras e precisas. Isso ajudará a evitar erros conceituais e de procedimentos. No momento de avaliar as atividades, é importante levar em consideração os erros

conceituais cometidos por eles, a fim de diminuir as dificuldades de aprendizagem e a fornecer *feedback* específico para que eles possam evoluir.

As intervenções propostas no TCC estão alinhadas a essa perspectiva, pois buscam promover a aprendizagem ativa dos estudantes. A abordagem por meio de narrativas é uma estratégia promissora para despertar o interesse dos estudantes e promover a reflexão sobre temas importantes, como a qualidade da água.

A partir dessa pesquisa pode-se concluir que as metodologias CTSA utilizando o sensor portátil são uma abordagem promissora para o ensino de ciências. Essas metodologias podem promover a aprendizagem ativa dos estudantes, incentivando-os a se envolverem com o conteúdo de forma significativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAIN, Mercier Alain ; TIBERGHIEU, Andrée; ZANTEN, Agnés; RAYOU, Patrick. Didactique des mathématiques et des sciences. **Dictionnaire de l'éducation [2e éd.]**. Paris: PUF, p. 187-190, 2017.
- ALMEIDA, Olavo Amâncio. **Qualidade da água de irrigação. Dados eletrônicos. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2010. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/875385/1/livroqualidadeagua.pdf>. Acessado em 12 de junho de 2023.
- ANDRADE, Ricardo Francisco Ferreira. **Química ambiental: fundamentos e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, p-22, 2010.
- ARAÚJO, Glauco Fernando Ribeiro. **Qualidade físico-química e microbiológica da água para o consumo humano e a relação com a saúde: estudo em uma comunidade rural no estado de São Paulo**. São Paulo: O mundo da Saúde, p. 98-104, 2011.
- AUGUSTO, Antônio Carlos; PÁDUA, José Antônio; VIEIRA, Maria Cecília; SILVA, Paulo Batista; BARBOSA, Maria Cristina. **Recursos hídricos no Brasil: aspectos físicos, químicos e biológicos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.
- AZEVEDO, Maria Cristina de Melo.; VÁSQUEZ MANASSERO, Pedro. **A educação científica no século XXI: tendências e desafios**. São Paulo: Cortez, p. 13-16, 2002.
- BOUZON, Júlia; ALMEIDA, Ana Paula; LIMA, Luciane de Oliveira. O Ensino de Química no Ensino CTS Brasileiro: Uma Revisão Bibliográfica de Publicações em Periódicos. 3. ed. São Paulo: **Química Nova na Escola**, 214-225 p. v. 40, 2018.
- BRASIL. **Normas e Padrões de Potabilidade das Águas destinadas ao consumo humano. Normas Regulamentadoras Aprovadas pela Portaria GM/MS nº 888 – Diário Oficial (da República Federativa do Brasil) Brasília, de 04 de maio de 2021**. Disponível em https://vsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_24_05_2021_rep.html. Acessado em 12 de junho de 2023.
- CIMINELLI, Virgínia; CAMPOS, Maria Augusta; SILVA, Luiz Felipe; ALMEIDA, Ana Paula. Recursos Minerais, Água e Biodiversidade. 8. ed. São Paulo: **Química Nova Na Escola Edição Especial**, p. 39-45, 2014.
- COELHO, Tânia Sueli Ferreira; LÉLIS, Irene da Silva Santos; FERREIRA, Ana Carolina; PIUZANA, Tatiana Maria; QUADROS, Ana Lúcia. Explicando Fenômenos a Partir de Aulas com a Temática Água: A Evolução Conceitual dos Estudantes. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 1, p. 71-81, fevereiro, 2014.
- COELHO, Tatiana de Souza Fernandes.; LÉLIS, Isabella Silva dos Santos; FERREIRA, Ana Carolina; PIUZANA, Tatiana Martins; QUADROS, Ana Lúcia. Explicando Fenômenos a Partir de Aulas com a Temática Água: A Evolução Conceitual dos Estudantes. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 1, p. 71-81, fevereiro, 2014.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Nº 357 de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Ministério do Meio Ambiente do Brasil**. Disponível em <http://www.ima.al.gov.br/legislacao/resolucoes-conama>. Acessado em 12 de junho de 2023.
- CORREIA, Aislan; MEDEIROS, José Américo; OLIVEIRA, José Carlos. **Análise da Turbidez da Água em Diferentes Estados de Tratamento**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte: VIII ERMAC 8 o Encontro Regional de Matemática Aplicada e Computacional, 2008.

- DOSSIER, Catherine Reverdy. Les recherches en didactique pour l'éducation scientifique et technologique. **Dossier de veille de l'IFÉ**, n° 122, Février- 2018.
- FIORUCCI, Antônio Rogério; FILHO, Edegar Benediti. A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos. 22. ed. **São Paulo: Química Nova na Escola**, 2005.
- FREIRE, Paulo. Pedagogia do oprimido. **São Paulo: Paz e terra**, 1993.
- GADOTTI, Moacir. **Saber Aprender: Um olhar de Paulo Freire e as perspectivas atuais da educação**. Universidade de Évora: Congresso Internacional Évora, 2000.
- GALVÃO, José; BERMANN, Claudio. Crise hídrica e energia: conflitos no uso múltiplo das águas. **Estudos Avançados**. v.29, n. 84, p. 43-68, 2015.
- GLASSER, William. The quality school teacher. **New York : Harper Perennial**, 1993.
- GLOBISENS, 2012. **LabDisc Biochem**. Disponível em: [Products - GlobiSens](#). Acessado em 10 de outubro de 2023.
- GÓMEZ, Ángel Perez. **Educação na Era Digital: a escola educativa**. Tradução **Marisa Guedes**. Porto Alegre, Penso, 192 p, 2015.
- GRASSI, Marco Tadeu. As Águas do Planeta Terra. **São Paulo: Química Nova Na Escola Edição Especial**, 2001.
- GUIMARÃES; Paulo Roberto; NOUR, Maria Cristina. Avaliação da qualidade da água de aquários de água doce, **Acta Scientiarum. Biological Sciences-** Universidade Estadual de Maringá, 2001.
- Jiménez, José Manuel. **Problemas autênticos: uma proposta para o ensino de ciências**. **Ensino de Ciências** v. 25, n. 2, p. 219-237, 2007.
- Lizo, Ricardo Mendes.; Carvalho, Márcia Martins; Ferreira, Andréa Regina.; Machado, Mariana Souza; Costa, Ana Maria Ferrarezi. **A importância do cotidiano para o ensino de ciências: uma experiência com alunos do ensino fundamental**. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 8, n. 2, p. 199-212, 2002.
- MARTINS, Isabel; PAIXÃO, Fátima. **Perspectivas Atuais Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino e na Investigação em Educação em Ciência**, Editora Areal, Porto-Portugal, 2011.
- Martins, Maria da Conceição Ferreira; Lima, Maria das Graças Garcia; Oliveira, Renato Freitas; Silva, José Mauro Mota; Costa, Ana Maria Ferreira. Comportamento do pH em sistemas aquáticos com presença de algas. **Química Nova**, v. 26, n. 10, p. 1711-1715, 2003.
- Medeiros, Ana Lúcia; Carvalho, Mariana Mendes.; Costa, Ana Maria Ferreira. A experimentação no ensino de química: contribuições para a formação do pensamento científico. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 2, p. 515-532, 2016.
- Melo, Maria do Socorro Pereira. Ensino de Química: concepções e práticas em sala de aula. **São Paulo: Editora Cortez**, 2012.
- Melo, Maria do Socorro Pereira; Silva, Maria das Graças. A importância da experimentação no ensino de química para o desenvolvimento de habilidades cognitivas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 19, n. 1, p. 1-18, 2019
- Mortimer, Eduardo Fernando. A água como tema gerador de conhecimento químico. In: MARTINS, I. A.; ALMEIDA, M. E. B. (Orgs.). **Água: ciência e educação**. São Paulo: Cortez, p. 3-10. 2007.
- PAIXÃO, Valéria Vieira Moura; HENRIQUE, Batista Carlos; PINTO, Cruz Maria Clara Construção de um biodigestor na escola: um estudo de caso fundamentado numa perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). 4. ed. **Química Nova na Escola**, 2019. 351-359 p. v. 41.

- PINHEIRO, Maria Auxiliadora; MACHADO, Maria Suely; CARVALHO, Mariana Mendes.; COSTA, Ana Maria Ferreira da Costa. A utilização de projetos para o ensino de ciências: uma experiência com alunos do ensino médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 2, p. 75-88, 2007.
- RAMOS, Maria Margarida de Almeida. A produção textual no ensino médio: o que dizem os alunos. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 56-69, 2007.
- REBOUÇAS, Antônio Carlos. **Recursos hídricos no Brasil: planejamento e gestão**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, p-20, 2004.
- RIBEIRO, L. G. G.; ROLIM, Neide Duarte. Planeta água de quem e para quem: uma análise da água doce como direito fundamental e sua valoração mercadológica. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, Caxias do Sul - RS, v. 7, n. 1, p. 7-33, 2017.
- SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise dos pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (ciência-tecnologia-sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.
- SCHNETZLER, Roseli Pacheco; ARAGÃO, Rosália Maria Ribeiro. **Ensino De Ciências: Fundamentos E Abordagens**. Unimep, 2000.
- SILVA, Penha Souza; MORTIMER, Eduardo Fleury. O Projeto Água em Foco como Uma Proposta de Formação no PIBID. 4. ed. **São Paulo: Química Nova na Escola**, 2012. 240-247 p. v. 34.
- SODRÉ, Fernando Fabríz. **Fontes Difusas de Poluição da Água: Características e métodos de controle**. Agricultura, v. 1, n. 2, p. 9-16, 2012.
- SPERLING, Eduardo Von. Afinal, Quanta Água Temos no Planeta? 4. ed. Local: RBRH – **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 2006. 189-190 p. v. 11
- TORTORA, Gerard.; DERRICKSON, Bryan. **Princípios de anatomia e fisiologia**. 14. ed. Porto Alegre: Artmed, p- 22, 2017.
- WARTHA, Edson José; SILVA, Erivanildo Lopes; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. 2. ed. **São Paulo: Química Nova Na Escola**, 2013. 84-91 p. v. 35.
- ZUIN, Carlos Roberto; FERREIRA, Andréia Rodrigues; MACHADO, Marcelo Soares; SOUZA, João Marcos Rosa; FERREIRA, Lilian Machado; COSTA, Ana Maria Ferreira. Avaliação da qualidade da água do rio Grande, trecho entre as cidades de Passo Fundo e Vacaria, Rio Grande do Sul. **Química Nova, São Paulo**, v. 31, n. 6, p. 1284-1290, 2008.
- ZUIN, Vânia Gomes; IORIATTI, Maria Célia; MATHEUS, Carlos Eduardo. O Emprego de Parâmetros Físicos e Químicos para a Avaliação da Qualidade de Águas Naturais: Uma Proposta para a Educação Química e Ambiental na Perspectiva CTSA. 1. ed. **São Paulo: Química Nova na Escola**, 2009. v. 31.

APÊNDICE

Apêndice A - Formulário de Obtenção de Dados


Formulário de Obtenção de Dados

1. Sexo:

- Feminino.
- Masculino.
- Outros: _____.

2. Faixa etária:

- 16 anos.
- 17 anos.
- 18 anos.
- 19 anos.
- 20 anos.

3. Localidade Residencial:

- Goiânia;
- Aparecida de Goiânia;
- Senador Canedo;
- Trindade;
- Goianira;

4. Interesse Profissional:

- Universidade;
- Curso Técnico;
- Trabalhar e Estudar;
- Outros: _____.

5. Possui interesse em seguir universitária em qual área?

- Linguagens, códigos e suas tecnologias;
- Ciências humanas e suas tecnologias;
- Ciências da natureza e suas tecnologias;
- Matemática e suas tecnologias;
- Outros: _____.

Figura 2 Formulário de obtenção de dados

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS

Escola de Formação de Professores e Humanidades

Profa: Danielle Viana

Alunos: _____

Introdução

Como estudado em sala de aula, iremos agora realizar as análises físico-químicas, que será pH, Condutividade, Oxigênio dissolvido e Turbidez. Serão analisadas 6 amostras de água divergentes:

Amostras	Local de Origem
Amostra 1	Poço residencial
Amostra 2	Torneira (Setor Perim – Goiânia- Goiás)
Amostra 3	Aquário do SESI
Amostra 4	Córrego
Amostra 5	Bebedouro do SESI

Parte 1

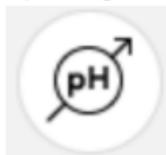
Medição do pH

Materiais usados

- Bequer
- Eletrodo de pH
- Labdisc Biochem
- Termômetro
- Papel toalha
- Água destilada

Procedimento

- I. Em 1 béquer limpo e seco, adicionar 50 mL da amostra de água que iremos analisar;
- II. No labdisc, inserir a sonda de pH, e apertar o seguinte botão:



- III. Com o eletrodo de pH, insira cuidadosamente na amostra, e anote o valor observado;
- IV. Após a medição, lave bem o eletrodo com água destilada e seque cuidadosamente com o papel toalha, em seguida, guarde a sonda novamente;
- V. Agora, insira o plug do termômetro no labdisc. Aperte o seguinte botão:



- VI. Com o termômetro no labdisc, insira ele na amostra, e anote o resultado obtido;
 VII. Após a medição da Amostra 1, lave o béquer e repita com as amostras 2,3,4,5.

Anote aqui os valores:

1. _____
 2. _____
 3. _____
 4. _____
 5. _____

Parte 2

Determinação da Condutividade da Amostra

Materiais usados

- Béquer
- Condutímetro
- Labdisc Biochem
- Papel toalha
- Água destilada

Procedimento

- I. Em 1 béquer limpo e seco, adicionar 50 mL da amostra de água que iremos analisar;
- II. No Labdisc, inserir o condutímetro, e apertar o seguinte botão:



- III. Com o condutímetro acoplado, insira cuidadosamente na amostra, e anote o valor observado;
- IV. Após a medição, lave bem o condutímetro com água destilada e seque cuidadosamente com o papel toalha;
- V. Após a medição da Amostra 1, lave o béquer e repita com as amostras 2,3,4,5 6.

Anote aqui os valores:

1. _____
 2. _____
 3. _____
 4. _____
 5. _____

Parte 3**Quantidade de Oxigênio dissolvido****Materiais usados**

- Béquero
- Sonda de Oxigênio Dissolvido
- Labdisc Biochem
- Papel toalha
- Água destilada

Procedimento

- VI. Em 1 béquer limpo e seco, adicionar 50 mL da amostra de água que iremos analisar;
- VII. No Labdisc, inserir a sonda de Oxigênio dissolvido e apertar o seguinte botão:



- VIII. Com a sonda acoplada, insira cuidadosamente na amostra, e anote o valor observado;
- IX. Após a medição, lave bem a sonda com água destilada e seque cuidadosamente com o papel toalha.
- X. Após a medição da Amostra 1, lave o béquer e repita com as amostras 2,3,4,5.

Anote aqui o valor:

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

Apêndice C - Questionário

Atividade de Laboratório



Nome: _____
data: ____

1. Anote aqui os valores observados:

Amostras	Valor Do Ph	Temperatura °C	Condutividade (S/m)	Oxigênio Dissolvido (O ₂)
Amostra 1				
Amostra 2				
Amostra 3				
Amostra 4				
Amostra 5				

2. Qual a turbidez observada? O que podemos dizer sobre a turbidez?

3. Com base no experimento realizado, a amostra que analisou nessa aula está própria para consumo? Faça uma breve conclusão do que foi estudado, analisado e observado nessa aula.

Anexo

Anexo A - Os mapas mentais realizados pelos estudantes:

<h3>Turbidez</h3> <p>Medição da resistência da água à passagem da luz.</p> <p>Provocada pela presença de partículas flutuando na água.</p> <p>Parâmetro crítico de avaliação do produto.</p> <p>A turbidez é de 5,0 NTU.</p> <p>Aspecto Turvo</p>	<h3>Condutividade</h3> <p>Medição do fluxo de elétrons, facilitado pela presença de ions.</p> <p>O teor de sais dissolvidos e a condutividade elétrica são proporcionais.</p> <p>Indica a presença de substâncias dissolvidas na água.</p> <p>Para água potável os valores são de 50 a 500.</p>	<h3>O² dissolvido</h3> <p>Monitoriza da vida aquática, auto-depuração em sistemas aquáticos naturais e estações de tratamento de esgoto.</p> <p>O oxigênio de dissolve por causa da diferença de pressão parcial.</p> <p>Lei de Henry: $CSAT = a$</p>
---	---	---

Condutividade: é uma medida do fluxo de elétrons o qual é facilitado pela presença de ions. Como há uma relação de proporcionalidade entre o teor de sais dissolvidos e a condutividade elétrica, esse parâmetro nos permite estimar o teor de sais presentes na água.

Turbidez: é a condição da água com quantidade excessiva de partículas em suspensão. A presença dessas partículas afeta a propagação da luz pela água e, dessa forma, provoca a falta de transparência no recurso que é essencial aos organismos vivos.

Água

Oxigênio Dissolvido: é um fator limitante para manutenção da vida aquática e de processos de auto-depuração em sistemas aquáticos naturais e estações de tratamento de esgoto.

Turbidez

Falta de transparência ou a presença de partículas em suspensão na água, que torna a água turva.

Efeito na saúde: não é necessariamente prejudicial à saúde, mas pode abrigar microrganismos patogênicos, tornando a água potável insalubre.

Império ambiental: A turbidez excessiva na água pode prejudicar a vida aquática, bloqueando a luz e afetando a fotossíntese dos plantas aquáticas.

Tratamento da água: A remoção de turbidez envolve métodos como filtração, coagulação e floculação, decantação e desinfecção.

Regulamentação: muitas agências de controle ambiental estabelecem padrões de qualidade na água p/ turbidez, a fim de proteger ecossistemas e a saúde pública.

Água

O₂ dissolvido

Quantidade de O₂ gasoso presente na água.

- Essencial p/ a sobrevivência de org. aquáticos.
- Varia de acordo com temp., pressão atmosférica e presença de substâncias poluentes.
- Depleção e a oxigenação na água aumentam a biom. de OD, enquanto a poluição e altas temp. podem diminuir-la.
- A monitoria de OD é importante p/ monitorar a saúde dos ecossistemas aquáticos e a qualidade da água.

Condutividade

Refere-se à sua capacidade de conduzir eletricidade.

Depende da presença de ions dissolvidos na água.

Água pura tem baixa condutividade.

Água com maior condutividade = água mais pura.

importante p/ avaliar a qualidade da água em ambientes ambientais.

Pode indicar a presença de poluentes ou minerais dissolvidos na água.

Turbidez - É a medição da resistência da água à passagem de luz, sendo provocada pela presença de partículas flutuando na água. Ela é um parâmetro de aspecto estético de aceitação ou rejeição do produto, e o valor máximo permitido de turbidez na água distribuída é de 5,0 NTU.



Água



Condutividade - é uma medida do fluxo de elétrons o qual é facilitado pela presença de íons. Como há uma relação de proporcionalidade entre o teor de sais dissolvidos e a condutividade elétrica, esse parâmetro nos permite estimar o teor de sais presentes na água.

Oxigênio Dissolvido - é um fator limitante para manutenção da vida aquática e de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais e estações de tratamento de efluentes. Durante a degradação da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução de sua concentração no meio. Uma das causas mais frequentes de mortalidade é a queda na concentração de O_2 nos corpos d'água. O valor mínimo para vida aquática é de 5,0 mg/L.

Anexo B – Atividade de laboratório realizada pelos alunos

Atividade de Laboratório



Nome: Rebecca de Paula S e S
data: 01/11

1. Anote aqui os valores observados:

Amostras	Valor Do Ph	Temperatura °C	Condutividade (S/m)	Oxigênio Dissolvido (O_2)
Amostra 1	6.60 ph	32°C	0.83 S/m	0.08 PO_2
Amostra 2	5.93 ph	32°C	0.92 S/m	0.08 PO_2
Amostra 3	7.40 ph	32°C	1.20 S/m	0.01 PO_2
Amostra 4	6.40 ph	32°C	1.29 S/m	0.08 PO_2
Amostra 5	6.58 ph	32°C	0.60 S/m	0.02 PO_2

2. Qual a turbidez observada? O que podemos dizer sobre a turbidez?

Turbidez é basicamente a água que não transfere luz, ou seja, seja ou escura. A amostra que houve turbidez foi a 4 a do correção.

3. Com base no experimento realizado, a amostra que analisou nessa aula está própria para consumo? Faça uma breve conclusão do que foi estudado, analisado e observado nessa aula.

Foi a amostra 5 que foi o bebedouro do SESI, que deveria estar em ph neutro para que seja limpa, mas não foi a que foi observado, ou seja, não é totalmente limpa.

Atividade de Laboratório



Nome: Roberto Lima 3^o
 data: 11/1

1. Anote aqui os valores observados:

Amostras	Valor Do Ph	Temperatura °C	Condutividade (S/m)	Oxigênio Dissolvido (O ₂)
Amostra 1	6.50	32°	0.26	0.12
Amostra 2	5.80	32°	0.69	0.13
Amostra 3	7.30	32°	6.30	0.12
Amostra 4	7.70	32°	0.35	0.12
Amostra 5	7.90	32°	0.42	0.12

2. Qual a turbidez observada? O que podemos dizer sobre a turbidez?

a turbidez da amostra 4 foi a maior, logo e a água mais imprópria e contaminada

3. Com base no experimento realizado, a amostra que analisou nessa aula está própria para consumo? Faça uma breve conclusão do que foi estudado, analisado e observado nessa aula.

A 5 é a mais própria pois não tem uma filtragem, a 1 e a 4 não têm nenhuma contaminação, o resto tem tanto pouco de água alguma coisa

Atividade de Laboratório



Nome: Nathalia S. dos Santos 3º1
 data: 01/11/2023

1. Anote aqui os valores observados:

Amostras	Valor Do Ph	Temperatura °C	Condutividade (S/m)	Oxigênio Dissolvido (O ₂)
Amostra 1	6,76	32°	1,14	0,56
Amostra 2	5,55	32°	0,39	0,55
Amostra 3	7,60	32°	1,29	0,56
Amostra 4	6,70	32°	0,32	0,54
Amostra 5	6,70	32°	0,42	0,54

2. Qual a turbidez observada? O que podemos dizer sobre a turbidez?

Além da amostra 4 apresenta turbidez, são partículas presentes na água que não permitem observar através dela.

3. Com base no experimento realizado, a amostra que analisou nessa aula está própria para consumo? Faça uma breve conclusão do que foi estudado, analisado e observado nessa aula.

Não beberia a amostra 4 devido a sua turbidez e beberia a amostra 5 e 7 devido o seu PH básico e a sua condutividade alta.

Atividade de Laboratório



Nome: Diviane Costa Martins 3º1
 data: 06/11

1. Anote aqui os valores observados:

Amostras	Valor Do Ph	Temperatura °C	Condutividade (S/m)	Oxigênio Dissolvido (O ₂)
Amostra 1	6.76	32	1.14	0.56
Amostra 2	5.55	32	0.39	0.55
Amostra 3	7.60	32	1.29	0.56
Amostra 4	6.90	32	0.32	0.54
Amostra 5	6.90	32	0.42	0.54

2. Qual a turbidez observada? O que podemos dizer sobre a turbidez?

Apenas a amostra 4 apresenta turbidez. Isso acontece pois no
resíduo há várias partículas que não permitem a transmissão
de luz.

3. Com base no experimento realizado, a amostra que analisou nessa aula está própria para consumo? Faça uma breve conclusão do que foi estudado, analisado e observado nessa aula.

Levando em consideração a cor, apenas a amostra 4 apresen-
ta turbidez. De acordo com o PH as amostras 2 e 3 não apresen-
tam o PH ideal de água para o consumo.
Eu não consumiria nenhuma destas águas.

Atividade de Laboratório



Nome: Olivia J. Santiago
 data: 01/11

1. Anote aqui os valores observados:

Amostras	Valor Do Ph	Temperatura °C	Condutividade (S/m)	Oxigênio Dissolvido (O ₂)
Amostra 1	6,6		0,49	0,02
Amostra 2	5,8		0,64	0,02
Amostra 3	7,7		1,18	0,02
Amostra 4	6,7		0,41	0,02
Amostra 5	6,6		0,58	0,02

2. Qual a turbidez observada? O que podemos dizer sobre a turbidez?

Nas amostras 1, 2 e 5 a turbidez estava bastante baixa. Na amostra 3, a turbidez estava um pouco mais alta. Já na amostra 4, a turbidez foi mais alta, por causa da terra. A coloração estava avermelhada e não própria para consumo.

3. Com base no experimento realizado, a amostra que analisou nessa aula está própria para consumo? Faça uma breve conclusão do que foi estudado, analisado e observado nessa aula.

Só a amostra 5, pois a água é tratada. Nas outras amostras, o pH é ideal, mas a água não é tratada. Na amostra 2, o pH não está ideal. E a amostra 3 foi a mais condutiva.