



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
CECIMIG – CENTRO DE ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
ENCI – ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO

**O ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA
CTSA: ANALISANDO A QUALIDADE DA
ÁGUA DE UMA LAGOA PRÓXIMA DA
ESCOLA**

PATRÍCIA DE ALMEIDA ROCHA

BELO HORIZONTE, 2014.

PATRÍCIA DE ALMEIDA ROCHA

**O ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA
CTSA: ANALISANDO A QUALIDADE DA
ÁGUA DE UMA LAGOA PRÓXIMA DA
ESCOLA**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização ENCI – UAB do CECIMIG FAE/Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção de título de Especialista em Ensino de Ciências por Investigação.

Orientadora: Prof.^a Dra. Nilma Soares da Silva

**BELO HORIZONTE
MINAS GERAIS – BRASIL
2014.**

O ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA CTSA: ANALISANDO A QUALIDADE DA ÁGUA DE UMA LAGOA PRÓXIMA DA ESCOLA

Monografia apresentada ao Curso de Especialização ENCI – UAB do CECIMIG FAE/Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção de título de Especialista em Ensino de Ciências por Investigação.

APROVADA em ___ de _____ de 2014.

Prof. _____

Prof. _____

UFMG

(Orientadora: Professora Doutora Nilma Soares da Silva)

**BELO HORIZONTE
MINAS GERAIS – BRASIL
2014**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, minha fonte de inspiração e força, por mais esta grande conquista em minha vida.

Aos meus pais e irmãos, pelo amor, carinho e compreensão.

À amiga Cibele por sempre estar disponível, pelo apoio e contribuição.

Ao amigo Moisés, pelo apoio em toda a minha trajetória acadêmica.

À professora Nilma Soares, pela disponibilidade, colaboração, orientação e paciência.

Aos meus queridos alunos que tornaram possível a realização deste trabalho.

“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.”

Paulo Freire

SUMÁRIO

1. RESUMO	6
2. INTRODUÇÃO	7
3. OBJETIVO	Erro! Indicador não definido.
4. JUSTIFICATIVA.....	11
5. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS.....	12
5.1. O Ensino de Ciências e a Abordagem CTS/CTSA.....	12
5.2. Experimentação Investigativa	14
5.3. Os Parâmetros físicos e Químicos da Água.....	18
5.3.1. O Parâmetro Oxigênio Dissolvido.....	19
5.3.2. O Parâmetro pH.....	19
5.3.3. O Parâmetro Temperatura	20
5.3.4. O Parâmetro Turbidez	20
5.3.5. O Parâmetro Condutividade Elétrica.....	20
5.4. A Lagoa José Felix.....	21
6. METODOLOGIA	23
6.1. Metodologia do desenvolvimento da sequência de atividades.....	23
7. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	31
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
10. ANEXOS	52

1. RESUMO

O ensino de ciências, de um modo geral, tem se estabelecido na mera transmissão de conteúdos oferecidos como prontos, não apresentando qualquer relação com a vivência dos estudantes. No entanto, de acordo com Driver et all (1999), é papel do professor de ciências atuar como mediador entre o conhecimento científico e os aprendizes, auxiliando-os a conferir sentido pessoal ao modo como as asserções do conhecimento são geradas e validadas. Assim, é desejável que o professor de ciências trabalhe temas que explorem o cotidiano dos estudantes, contribuindo com o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias para o exercício pleno da cidadania. Neste caso, o ensino baseado nos pressupostos CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) e a abordagem investigativa, constituem-se importantes ferramentas disponíveis ao professor no processo da aprendizagem, pois contribuem para o desenvolvimento de competências e habilidades e de conceitos científicos atrelados ao contexto social do estudante. Diante disso, este trabalho consiste no relato e na análise da elaboração e aplicação de uma sequência de atividades para estudantes do 2º ano do ensino médio durante as aulas de química, priorizando a abordagem investigativa e os pressupostos CTSA, ao verificar a qualidade da água de uma lagoa localizada nos fundos da escola, onde constantemente percebem-se a presença de pessoas praticando atividades de nado e pesca. Para isso, foi aplicado um Pré-Teste para a sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos sobre a temática água e para definição da condução da sequência de atividades. Em seguida, realizaram-se atividades experimentais para investigação da qualidade da água através dos parâmetros físico-químicos: Oxigênio Dissolvido, pH, Temperatura, Turbidez e Condutividade Elétrica. E então, realizou-se a aplicação do Pós-Teste para verificação da aprendizagem sobre a temática trabalhada. Obteve-se um resultado satisfatório no desenvolvimento da proposta, já que os estudantes se sentiram motivados ao vivenciar um problema real nas aulas de química e a experimentarem uma atividade de investigação científica em todas as suas etapas.

2. INTRODUÇÃO

A educação básica tem por finalidade o desenvolvimento do educando, qualificando e preparando-o para o exercício da cidadania (LDB, 1996). Considerando que a cidadania está intimamente relacionada com a participação dos indivíduos na sociedade, torna-se necessário que estes indivíduos disponham de informação e conhecimento para de fato efetivar a sua participação social.

Nos dias atuais, é imprescindível que o estudo das ciências esteja atrelado aos avanços científicos e tecnológicos, e é papel da escola desenvolver o pensamento crítico, permitindo ao aluno participar, posicionar e tomar decisões em discussões que envolvem questões científicas, tecnológicas e ambientais na sociedade.

Nesse trabalho serão focados a abordagem CTSA e o ensino por investigação, aqui representado por uma das possíveis modalidades, a experimentação. Tais escolhas se devem ao meu interesse em melhorar minhas aulas de Química, intensificado com os estudos realizados no curso de Especialização em Ensino de Ciências por Investigação (ENCI), para o qual há a exigência desse trabalho monográfico.

De acordo com Santos e Mortimer (2002), os currículos com ênfase em CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) vêm sendo trabalhados no mundo inteiro desde a década de sessenta e têm como principal objetivo preparar o educando para o exercício da cidadania, pois se caracteriza por abordar os conteúdos científicos no seu contexto social.

Trabalhar os conteúdos químicos por meio dessa abordagem pode contribuir significativamente com a formação de um indivíduo crítico, consciente e engajado, porque promove a articulação da química com suas aplicações científicas, tecnológicas, sociais e ambientais. Tendo em vista que a disciplina de química estuda a matéria, suas transformações e a energia envolvida nelas, através de três níveis de representação: macroscópico, microscópico e simbólico (JOHNSTONE, 1982, apud ROSA E SCHNETZLER, 1998), seus

conteúdos acabam por promover dúvidas e falta de interesse entre alunos, o que pode ser minimizado por meio do trabalho, nas aulas, com o foco em CTSA.

A experimentação também é um importante recurso no ensino de química. No entanto, além de muitas vezes os alunos não perceberem relação entre as aulas práticas e as teóricas, na maioria dos casos eles apenas reproduzem o experimento, orientados por roteiros predeterminados, valorizando apenas o aspecto essencialmente automatizado, induzindo à percepção deformada e empobrecida da atividade científica (FERREIRA, 2010). Para que a experimentação não seja vista dessa forma, e para que produza os efeitos de aprendizagem pretendidos, é necessária uma participação mais ativa do aluno nessas atividades.

Dessa forma, a experimentação investigativa é considerada por diversos pesquisadores como uma alternativa para melhorar e intensificar o papel do aluno na atividade (SUART, 2008). A abordagem investigativa se caracteriza por ser uma atividade centrada no aluno, possibilitando o desenvolvimento da autonomia e da tomada de decisões, tendo o professor como mediador desse processo. É uma atividade que propicia o desenvolvimento e aprimoramento da capacidade de questionar, avaliar, argumentar e resolver problemas, através da apropriação dos conceitos e teorias das ciências naturais (LIMA E MARTINS, 2013).

As atividades experimentais investigativas proporcionam uma maior motivação nos alunos, porque esses são estimulados a participarem de forma ativa na busca das respostas ao problema inicialmente proposto pela atividade, promovendo discussões, debates e o desenvolvimento da argumentação:

A situação de formular hipóteses, preparar experiências, realizá-las, recolher dados, analisar resultados, quer dizer, encarar trabalhos de laboratório como 'projetos de investigação', favorece fortemente a motivação dos estudantes, fazendo-os adquirir atitudes tais como a curiosidade, desejo de experimentar, acostumar-se a duvidar de certas informações, a confrontar resultados, a obterem profundas mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais. (LEWIN e LOMASCÔLO, 1998)

O presente trabalho irá abordar o tema Água como foco para o desenvolvimento de conceitos químicos e atividades experimentais

investigativas, com alunos do segundo ano do ensino médio de uma escola da rede estadual de Sete Lagoas. Para isso, serão promovidas discussões sobre o tema água na sala de aula, e investigaremos a qualidade da água dessa lagoa através de algumas análises como: – Temperatura, pH, Condutividade, Turbidez, quantidade de Oxigênio Dissolvido. Espera-se que tais atividades possam contribuir para o desenvolvimento de habilidades e competências relativas à disciplina de química, e para o exercício da cidadania.

A escolha dessa temática para a elaboração da sequência de ensino a ser realizada se deve à localização da escola, na orla de uma lagoa, e às atividades de nado e pesca que frequentemente são observadas nesse ambiente. A importância desse trabalho então é, além de despertar o interesse dos alunos pelos conteúdos e atividades em química, verificar a qualidade da água presente em um ecossistema da escola.

3. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é relatar e analisar a minha experiência como professora de química, na elaboração e aplicação de uma sequência de atividades priorizando o caráter investigativo e abordando os pressupostos CTSA, a respeito da temática água, com estudantes do segundo ano do ensino médio de uma escola da rede estadual de ensino da cidade de Sete Lagoas. Nesse contexto, foi analisada a qualidade da água de uma lagoa que fica próxima da escola utilizando os parâmetros físico-químicos: temperatura, pH, condutividade, turbidez e oxigênio dissolvido.

4. JUSTIFICATIVA

A motivação para escrever esse trabalho surgiu da observação dos questionamentos de alguns alunos acerca do por que estudar os conteúdos da disciplina química, pois na maioria das vezes a consideram uma ciência abstrata, e acham que nunca irão aplicar os conteúdos químicos em seu dia a dia.

Um dos objetivos do estudo da química é formar um cidadão crítico, capaz de participar ativamente na sociedade tecnológica, e tomar decisões apresentando argumentos relativos às influências da química. Como então tornar as aulas de química mais atrativas e despertar o interesse dos estudantes por essa ciência? De que maneira eu poderia desenvolver uma sequência de aulas utilizando uma abordagem investigativa e focando os pressupostos CTSA, contribuindo dessa forma para a formação de cidadãos conscientes de suas responsabilidades frente à sociedade?

Pensando nesses questionamentos é que decidi elaborar uma sequência de atividades que associasse conteúdos teóricos de química, atividades experimentais e um problema que fosse vivenciado pelos meus alunos. Refletindo sobre qual possível problema eger, decidi focar a água como objeto de estudo, já que o fundo do terreno da escola fica na orla da lagoa José Félix, uma das lagoas da cidade, onde, ainda hoje, algumas pessoas pescam e nadam.

Neste contexto, pretendo trabalhar de forma investigativa alguns conteúdos químicos abordando a temática água em um enfoque CTSA com estudantes do 2º ano do ensino médio de uma escola pública. Iremos investigar se a qualidade da água dessa lagoa é apropriada para a prática da pesca e nado, avaliando os parâmetros físico-químicos já mencionados.

5. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

5.1 O Ensino de Ciências e a Abordagem CTS/CTSA

A inserção do Ensino Médio na educação básica através da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) de 1996 possibilitou um grande avanço no cenário escolar, pois o mesmo foi reformulado para atender a necessidade de atualização da educação brasileira:

“Art. 22º. A educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores”. (MEC, 1996)

A sociedade contemporânea requer que as instituições de ensino preparem seus alunos para atuarem em um meio cada vez mais dinâmico e tecnológico. Nesse sentido, essas instituições vivenciam o impasse de conciliar objetivos acadêmicos, formação de valores, e desenvolvimento de competências e habilidades necessárias para que os jovens construam sua identidade e sejam inseridos no mercado de trabalho.

A formação de um sujeito crítico, capaz de desenvolver, apropriar, produzir e interagir com os tantos saberes desejáveis para se estabelecer uma sociedade harmoniosa e com maior qualidade social é um dos pressupostos presentes nos discursos pedagógicos da atualidade (BARCELOS, 2007). A adoção de inovações curriculares é um dos meios disponíveis aos estabelecimentos de ensino na busca de uma qualidade de ensino cada vez mais condizente com a atual realidade.

A inclusão de temáticas referentes à ciência, tecnologia, sociedade e ambiente - caracterizada pela abordagem CTSA – pode proporcionar um ensino com base nesses pressupostos, pois possibilita a abordagem dos conteúdos científicos no contexto social dos estudantes, colaborando para a construção de conceitos relativos às ciências e para o desenvolvimento de habilidades básicas para o exercício da cidadania.

De acordo com Santos e Shnetzler (1996), “alfabetizar os cidadãos em ciência e tecnologia é uma necessidade do mundo contemporâneo”, e essa alfabetização implica em garantir uma base que permita aos estudantes o desenvolvimento do pensamento crítico, a participação, o posicionamento e a tomada de decisões relativa às questões científicas, tecnológicas e ambientais na sociedade.

Os currículos com ênfase em CTS/CTSA surgiram na década de sessenta em alternativa ao ensino convencional/tradicional de ciências, já que este não alcançava o objetivo de formar o cidadão na tétrade ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. E seu objetivo central é desenvolver a alfabetização científica e tecnológica, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para a tomada de decisões e atuar na solução de problemas (SANTOS E MORTIMER, 2002).

De acordo com Roberts (1991) apud Santos E Mortimer (2002) o currículo baseado na CTS/CTSA trata de inter-relações entre explicação científica, planejamento tecnológico, solução de problemas, e tomada de decisão sobre temas práticos de importância social, e apresentam uma concepção de:

(i) *ciência* como atividade humana que tenta controlar o ambiente e a nós mesmos, e que é intimamente relacionada à tecnologia e às questões sociais; (ii) *sociedade* que busca desenvolver, no público em geral e também nos cientistas, uma visão operacional sofisticada de como são tomadas decisões sobre problemas sociais relacionados à ciência e tecnologia; (iii) *aluno* como alguém que seja preparado para tomar decisões inteligentes e que compreenda a base científica da tecnologia e a base prática das decisões; e (iv) *professor* como aquele que desenvolve o conhecimento de e o comprometimento com as inter-relações complexas entre ciência, tecnologia e decisões.(SANTOS E MORTIMER, 2002)

O ensino na perspectiva CTSA apresenta-se como uma valiosa alternativa para trabalhar os conteúdos de ciências de uma forma mais comprometida e problematizada, produzindo assim um maior significado para os estudantes no processo da aprendizagem. O grande desafio para nós, enquanto professores, ao privilegiar essa perspectiva, é o de desenvolver a reflexão crítica nos estudantes, para que estes venham participar ativamente na tomada de decisões em relação a sua vivência na sociedade.

Conforme Fagundes et al (2009), o ensino na perspectiva CTS/CTSA proporciona aos estudantes momentos de discussões sobre diversos temas, possibilitando a compreensão da realidade da qual estão inseridos:

Nessa perspectiva, a educação para a cidadania poderia levar os alunos a tomar decisões, fazer escolhas, e agir de acordo com elas, levando em consideração aspectos como: valores e ética, economia, política, e ainda os de cunho social, cultural e ambiental. Isso poderia acontecer, ao ser proposto em sala de aula a discussão de temas CTS/CTSA, se aprendesse a analisá-los numa perspectiva crítica, ampliando seu olhar a outros patamares além das salas de aula, ampliando a visão que possui sobre a C&T e sua ação sobre a sociedade. (FAGUNDES et al, 2009).

O ensino de ciências sob a abordagem de Ciência, Tecnologia, Sociedade e ambiente corresponde a uma proposta voltada para a verdadeira essência da aprendizagem: sua compreensão e entendimento aplicados a situações distintas, e não somente ao contexto científico propriamente dito. Utilizar desta estratégia de ensino é, portanto, perceber o ensino-aprendizagem como processo de construção e significação de cada indivíduo, em sua vivência, cultura e sociedade.

Enquanto educadores, contemplar a abordagem CTS/CTSA possibilita a construção de um alicerce social mais justo, colabora com o desenvolvimento da autonomia e exercício da cidadania dos estudantes e envolve, também, perceber quão notória é a influência da ciência e da tecnologia na sociedade e no ambiente, como proporciona avanços e melhoria que contribuem com o desenvolvimento e o bem estar de toda a sociedade.

Os currículos com ênfase CTS/CTSA constituem-se, portanto, um importante recurso no processo da aprendizagem e contribui efetivamente para uma melhor qualidade de ensino. Entretanto, os conteúdos trabalhados em sala de aula com esse enfoque devem estar centrados em temas de relevância da vivência dos estudantes e devem principalmente, propiciar o desenvolvimento do pensamento crítico para a instrumentalização do exercício da cidadania.

5.2 A Experimentação Investigativa

A experimentação é também um recurso de grande valia no ensino, pois contribui de forma significativa no processo da construção dos conhecimentos

na área da ciência, sobretudo na disciplina de química, na qual percebo grande desmotivação e/ou dificuldade de entendimento dos conteúdos teóricos por parte de alguns estudantes.

Além da promoção da construção dos conteúdos químicos, a química é uma ciência que se propõe a formar um cidadão crítico, fornecendo conceitos e argumentos adequados para o posicionamento frente a situações do cotidiano:

A função do ensino de química deve ser a de desenvolver a capacidade de tomada de decisão, o que implica a necessidade de vinculação do conteúdo trabalhado com o contexto social em que o aluno está inserido. (SANTOS E SCHNETZLER, 1996)

A experimentação se torna então um importante atrativo para os alunos no estudo dessa disciplina. No entanto, muitas vezes o aluno não é capaz de estabelecer relações entre as aulas teóricas e práticas, e em muitos casos eles exercem o papel de simplesmente reproduzir o experimento:

“[...] geralmente as atividades de laboratório são orientadas por roteiros predeterminados do tipo “receita”, sendo que para a realização dos experimentos os alunos devem seguir uma sequência linear, passo a passo, na qual o docente ou o texto determinam o que e como fazer. No ensino praticado dessa forma, dificilmente estão presentes o raciocínio e o questionamento, mas há apenas um aspecto essencialmente automatizado que induz à percepção deformada e empobrecida da atividade científica”. (FERREIRA, 2010).

Conforme Bueno et al (2003), o processo de ensino/aprendizagem no conteúdo de química ainda é incompatível com a necessidade e com a realidade dos alunos, e dessa forma há prejuízos significativos na aprendizagem, sendo necessário valer-se de metodologias que viabilizam e aprimoram as atividades experimentais na sala de aula.

De acordo com Munford E Lima (2007), de modo geral, o ensino das ciências naturais tem se dado por meio de proposições científicas dadas como verdade absoluta e apresentadas na forma de definições, leis e princípios sem que haja problematização e sem que haja ligação entre teorias e realidade. O resultado desse modelo de ensino é que muitas vezes o estudante não constrói representação adequada sobre a influência da ciência em seu cotidiano.

Diante disso, faz-se necessário uma participação mais ativa dos alunos no processo da construção do conhecimento, e a experimentação investigativa surge como uma possibilidade que beneficia e intensifica a função desses

alunos durante a atividade experimental. A atividade experimental nessa abordagem possibilita ao aluno exercer um papel central no processo do ensino/aprendizagem, favorecendo a formulação de hipótese, o desenvolvimento da discussão, argumentação e do pensamento crítico.

“[...] se uma aula experimental for organizada de forma a colocar o aluno diante de uma situação problema, e estiver direcionada para a resolução deste problema, poderá contribuir para o aluno raciocinar logicamente sobre a situação e apresentar argumentos na tentativa de analisar os dados e apresentar uma conclusão plausível. Se o estudante tiver a oportunidade de acompanhar e interpretar as etapas da investigação, ele possivelmente será capaz de elaborar hipóteses, testá-las e discuti-las, aprendendo sobre os fenômenos químicos estudados e os conceitos que os explicam, alcançando os objetivos da uma aula experimental, a qual privilegia o desenvolvimento de habilidades cognitivas e o raciocínio lógico”. (SUART, 2008)

Segundo Lima e Martins (2013), uma atividade de caráter investigativo é mais uma estratégia que o professor pode e deve utilizar para diversificar sua prática escolar, que engloba atividades onde o aluno exerça um papel central, possibilitando o desenvolvimento da autonomia e da capacidade de tomar decisões, de avaliação e resolução de problemas, apropriando-se de conceitos e teorias relativos às ciências.

No ensino de ciências por investigação, o estudante aprende a investigar e desenvolve habilidades para a resolução de situações-problema. Nas atividades investigativas o estudante passa a ser o foco do processo, e dessa forma, ele se sente mais engajado e motivado. O papel do professor então passa a ser o de mediador, oferecendo suporte e orientação durante as atividades.

Lima e Martins (2013) enumeram as principais características de uma atividade investigativa:

1. **Conter um problema.** O problema é, na sua essência, uma pergunta que se faz sobre a natureza. Não há investigação sem problema. Assim, a primeira preocupação do professor consiste em se formular um problema que instigue e oriente o trabalho a ser desenvolvido com os alunos. Além disso, ele precisa ser considerado como problema pelos alunos, o que implica explorar as idéias que têm a respeito do assunto, dialogar com elas, confrontá-las com outras, duvidar delas.

2. **Ser sempre que possível, generativas**, ou seja, devem desencadear debates, discussões, outras atividades experimentais ou não
3. **Propiciar o desenvolvimento de argumentos**, por meio de coordenação de enunciados teóricos e evidências, bem como considerar a multiplicidade de pontos de vista em disputa ou a serem coordenados.
4. **Motivar e mobilizar os estudantes**, promover o engajamento destes com o tema em investigação. Desafios práticos e resultados inesperados podem auxiliar nessa direção.
5. **Propiciar a extensão de resultados encontrados** a todos os estudantes da turma.

As autoras ainda enfatizam que no ensino baseado na abordagem investigativa, essas características não precisam aparecer, simultaneamente, em uma única atividade.

Uma atividade experimental investigativa é, portanto, uma atividade em que o professor coloca os alunos frente a situações-problema que considerem a necessidade de envolvimento deles, e que implica, entre outros aspectos, planejar investigações, usar montagens experimentais para a coleta de dados, seguidos de interpretação e análise, além de comunicar os resultados. (FERREIRA et al, 2010)

A atividade experimental construída nessa ótica permite ao aluno abster-se do papel passivo - muito comum na atividade experimental tradicional - para propiciar o desenvolvimento da autonomia e habilidades. E na maioria dos casos, essa atuação acaba por promover o engajamento e a despertar o interesse pela atividade e pelo conteúdo abordado.

Assim, uma atividade experimental investigativa promove de forma mais efetiva e dinâmica o processo de ensino/aprendizagem de conteúdos químicos, pois contribui para a introdução dos conceitos, oportuniza a vivência de experiências e contribui significativamente para a formação de um cidadão mais crítico, capaz de participar ativamente na sociedade tecnológica, e tomar decisões apresentando argumentos relativos às influências da química.

5.3. Os Parâmetros Físicos e Químicos da Água

A água é o elemento essencial à manutenção da vida animal e vegetal e representa o principal constituinte inorgânico de todos os organismos vivos. Quimicamente, a água - H₂O - é uma molécula formada por dois átomos de hidrogênio (H) e um de oxigênio (O). É uma das substâncias mais abundantes do nosso planeta, e pode ser encontrada nos três estados físicos. Seus múltiplos usos são essenciais a diversas atividades humanas, como por exemplo, o abastecimento doméstico e industrial, a irrigação, a geração de energia elétrica, e as atividades de lazer e recreação (ALVES et al, 2008)

Cerca de 70% da superfície terrestre é coberta por água, e apesar dessa abundância, apenas 3% correspondem à água doce. A qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e principalmente da atuação do homem, daí a grande importância de se preservarem os recursos hídricos e a utilização racional da água.

As resoluções do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) estabelecem referências de padrões de qualidade da água, e esta qualidade é definida de acordo com o destino de utilização da mesma. Conforme Von Sperling (2005), os variados componentes presentes na água alterando o seu grau de pureza podem ser retratados, de uma maneira ampla e simplificada, em termos de suas características físicas, químicas e biológicas, constituindo-se os parâmetros de qualidade da água.



Figura 1: Impurezas contidas na água. Fonte: VON SPERLING, 2005.

No planejamento da sequência de atividades do presente trabalho, foram considerados apenas os parâmetros físicos e químicos da água: oxigênio dissolvido, pH, temperatura, turbidez e condutividade elétrica.

5.3.1.O Parâmetro Oxigênio Dissolvido

É também conhecido como COD (Concentração de Oxigênio Dissolvido), e é considerado como um dos parâmetros mais importantes para inferir sobre a qualidade da água. É uma variável extremamente importante, visto que a grande maioria dos seres aquáticos necessita do oxigênio para a respiração ou para a fotossíntese (MORTIMER et al, 2012), e é um parâmetro responsável por caracterizar os efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos (VON SPERLING, 2005).

Mortimer et al (2012) ressalta que o oxigênio dissolvido possui origem na fotossíntese de algas e cianobactérias, ou na difusão que ocorre na interface ar-água, e sua concentração varia em função da constante de solubilidade, temperatura, da salinidade, da pressão e do corpo d'água. Variados são os fatores que podem causar a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido, tais como o lançamento de esgotos domésticos, fertilizantes agrícolas, efluentes industriais, entre outros.

5.3.2.O Parâmetro pH

O pH (potencial Hidrogeniônico) se refere a medida do grau de acidez ou basicidade, e influenciado pela concentração em mol/L de íons hidrogênio. A faixa de pH vai de 0 a 14, sendo que o valor de pH=7 indica que a solução é neutra, valores de pH<7 indicam soluções ácidas, e valores de pH>7 indicam soluções básicas. O pH é influenciado pela decomposição da matéria orgânica presente na água, sendo essa variação inversamente proporcional. “Quando encontrado em valores baixos na água de abastecimento contribuem para a sua corrosividade e agressividade, enquanto incrustações são possibilidades do pH em valores elevados” (BRASIL, 2006). Alterações bruscas de pH (<5 ou >9) podem ocasionar o desaparecimento de espécies aquáticas.

5.3.3. O Parâmetro Temperatura

É uma medida da intensidade de calor e sofre influências por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade. A temperatura desempenha um importante papel no meio aquático e influencia uma série de parâmetros físico-químicos (NETO et al, 2012). Organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior de temperaturas, temperaturas ótimas para crescimento, e limitações de temperaturas para migração, desova e incubação do ovo. Aumentos significativos de temperatura nos corpos d'água são geralmente decorrentes de despejos industriais e descargas de usinas termoeletricas, e resultam na redução do oxigênio dissolvido e no consumo de oxigênio devido à estimulação das atividades biológicas.

5.3.4. O Parâmetro Turbidez

A turbidez representa o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la. Em outras palavras, é definida como a redução da transparência a água, atrapalhando a propagação da luz na mesma, devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas e orgânicas, erosão da terra, resíduos industriais e domésticos entre outros.

Não se pode associar a turbidez elevada com a poluição da água, as águas de alguns rios, como por exemplo, o Rio Solimões, que mesmo sendo muito turva não apresenta poluição. Por outro lado, o fato da água não estar turva, não significa que ela não esteja poluída. (MORTIMER et al, 2012).

5.3.5. Parâmetro Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica é uma medida da capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica devido à presença de íons dissolvidos, sendo a condutividade diretamente proporcional a concentração de íons. A temperatura e o pH são fatores que influenciam os valores de condutividade elétrica (MORTIMER et al, 2012). Esse parâmetro é um indicativo da concentração de

íons presentes na água, mas não determina especificamente quais são esses íons.

5.4 A Lagoa José Felix

A cidade de Sete Lagoas está situada na região central do estado de Minas Gerais, a 70Km da capital Belo Horizonte, e possui cerca de 225 mil habitantes. Ela está incluída no circuito das grutas, e é conhecida como a terra das Lagoas Encantadas, contando com diversas belezas naturais e com um ecossistema rico em cursos de água, recursos naturais e áreas verdes.

Como o nome já diz, sete são as principais lagoas desse município, que podem ser avistadas do alto. A principal delas, Lagoa Paulino, fica no centro da cidade as outras seis são: a Lagoa Boa Vista, a Lagoa José Felix, a Lagoa do Cercadinho, a Lagoa do Matadouro, a Lagoa da Catarina e a Lagoa da Chácara.

A Lagoa José Felix é a maior lagoa das que estão dentro da área urbana (cerca de 2970 m), só perdendo em tamanho para a Lagoa Grande, a maior lagoa da região de Sete Lagoas. Sua ocupação foi diferente das demais lagoas da cidade, dando-se de forma privada. Não tem orla pública, o que favoreceu uma ocupação elitizada, dado as grandes dimensões da lagoa e das margens. As casas são, majoritariamente, de bom padrão social, de construções em torno dos anos de 1980, provavelmente uma segunda onda de ocupação, sendo os terrenos comprados na mão de seus antigos e simples moradores

Está localizada no bairro Boa Vista, a 3km do centro de Sete Lagoas, e é uma das principais lagoas da cidade. É muito utilizada para a prática de esportes, como o Jet ski, e para a pesca.

É toda circundada por residências, clubes, escolas e empresas diversas. Em sua longa área perimetral (cerca de 2970m) localizam-se: o Clube Náutico de Sete Lagoas, atraente pela sua estrutura e pela diversidade esportiva que oferece à população; a Associação Atlética do Banco do Brasil (AABB), com excelente área esportiva, social e de lazer; a Associação dos Servidores Municipais, outro recanto muito bem equipado. O Colégio Alpha de Sete

Lagoas e a Escola Estadual Professor João Fernandino Júnior, são as escolas localizadas na orla desse cartão postal da cidade.

6. METODOLOGIA

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), os conteúdos abordados na sala de aula não devem privilegiar à mera transmissão de informações, é importante que esses conteúdos apresentem relação com o cotidiano do aluno, suas vivências e seus interesses. É necessário que o professor adote estratégias metodológicas que permitam aos alunos um maior envolvimento no processo de aprendizagem, valorizando conteúdos que apresentem relação com o seu dia-a-dia.

Diante disso, procurando adequar a essa realidade, este trabalho consta do relato de experiência de uma sequência de atividades investigativas fundamentada na proposta CTSA, a respeito do estudo da água. O trabalho é baseado na experiência vivida, enquanto professora de química do ensino médio, e como aluna no curso de especialização de Ensino de Ciências por Investigação (ENCI), na qual foca-se o ensino das ciências por investigação fundamentada na relação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Trata-se de um relato que aborda os conteúdos químicos trabalhados nas perspectivas aprendidas por mim durante o curso, valorizando a vivência dos alunos, já que a lagoa é parte do ecossistema da escola.

6.1 Metodologia do desenvolvimento da sequência de atividades

O surgimento da temática desse trabalho, veio da ideia de propor uma sequência de atividades em que os alunos exerceriam um papel central nesse processo, focando em uma realidade vivenciada por eles, no caso a qualidade da água da lagoa localizada nos fundos da escola. A preocupação em estudar a qualidade dessa água surgiu da observação de pessoas praticando atividades de nado e pesca em um local que, de acordo com informações preliminares, serviria de depósito de esgoto de algumas residências da cidade.

Diante disso, foi planejada uma sequência de ensino para o estudo da qualidade da água da lagoa por meio de atividades experimentais abordando

os parâmetros físico-químicos, a saber: oxigênio dissolvido, pH, temperatura, turbidez e condutividade. De modo geral, essa sequência objetivou uma abordagem contextualizada e investigativa do tema água por meio de pesquisas, discussões e experimentações baseadas na concepção CTSA.

Para a elaboração do planejamento da sequência de atividades, utilizou-se como base a apostila do “*Projeto Água em Foco: Qualidade de Vida e Cidadania*”, que é um projeto desenvolvido por professores e alunos dos cursos de licenciatura em Química e Biologia da FAE - Faculdade de Educação - na UFMG.

O projeto “Projeto Água em Foco” é desenvolvido em escolas da cidade de Belo Horizonte e tem como objetivo oportunizar aos alunos a vivência de investigação de um problema real: “*Como transformar a qualidade da água da Lagoa da Pampulha de modo que ela possa ser usada pela população de Belo Horizonte para pescar e ter contato com a água, como muitas pessoas já fazem atualmente?*” (MORTIMER et al, 2012).

A partir de conhecimentos adquiridos em sala de aula pelo projeto, esses alunos investigam a qualidade da água da lagoa da Pampulha através de análises de alguns parâmetros físico-químicos, produziram gráficos e tabelas a partir de dados obtidos junto à COPASA e a Secretaria de Meio-Ambiente de Belo Horizonte. Esses dados auxiliaram na discussão do problema, e as possíveis ações que poderiam ser adotadas para a solução do problema que a população enfrenta acerca da qualidade da água da Lagoa da Pampulha, cartão postal da cidade de Belo Horizonte.

Utilizando como referência o projeto supracitado, a sequência de atividades desenvolvidas por mim, autora desse trabalho, foi desenvolvida nos meses de agosto e setembro de 2014, durante as minhas aulas de química. Essas atividades estão brevemente descritas na tabela 1, seguidas do detalhamento.

Tabela 1: Descrição das atividades e número de aulas necessárias para a sua realização.

Aulas	Atividades	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do projeto “Qualidade da Água na Lagoa” • Aplicação do Pré-Teste 	Anexo 1
2	<ul style="list-style-type: none"> • Estimular e solicitar pesquisa bibliográfica guiada relacionada à temática água (condições de qualidade, legislação, tratamentos de água e esgoto, parâmetros físico-químicos de análises...). 	Anexo 2
3	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo e procedimento experimental do parâmetro físico químico da água: Oxigênio Dissolvido 	Anexo 3
4	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo e procedimento experimental do parâmetro físico químico da água: Ph 	Anexo 4
5	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo e procedimento experimental do parâmetro físico químico da água: Temperatura 	Anexo 5
6	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo e procedimento experimental do parâmetro físico químico da água: Turbidez 	Anexo 6
7	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo e procedimento experimental do parâmetro físico químico da água: Condutividade Elétrica 	Anexo 7
8 e 9	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação da pesquisa bibliográfica pelos alunos. 	
10	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação do Pós Teste. 	Anexo 1

Aula 1- Apresentação do projeto e aplicação do Pré-Teste

A primeira atividade desenvolvida foi a apresentação do projeto de estudo da água da lagoa, enfatizando que a sequência de atividades desenvolvidas seria relatada por mim, enquanto aluna de um curso de especialização, problematizando a questão da qualidade da água dessa lagoa, já que constantemente percebe-se a presença de pessoas praticando a pesca e o nado.

A seguir, com o intuito de sondar as concepções prévias dos alunos sobre a temática água e para definir a melhor forma de condução e discussão da sequência de atividades, foi solicitado a cada aluno que respondesse um Pré-Teste (Anexo 1), com questões básicas sobre noções de saneamento, condições da água da lagoa em questão, e parâmetros físico-químicos e biológicos da água.

Aula 2 – Solicitação da pesquisa bibliográfica

Na segunda aula, como forma de oportunizar o trabalho em equipe, a busca de informações, e delimitar o problema a ser investigado – as condições da água da lagoa - dividiu-se cada turma em 7 grupos de alunos, e foi solicitada uma pesquisa guiada, através de roteiros (Anexo 2), de modo que cada grupo foi orientado a responder às questões propostas com maior riqueza de detalhes possíveis.

Essas questões tinham como objetivo orientar a pesquisa quanto à legislação e qualidade da água, a utilização da Lagoa José Felix, sua biodiversidade, a população local, tratamentos de água e esgoto e a utilização de alguns parâmetros de avaliação da qualidade da água. Para respondê-las, foi sugerido aos alunos que consultassem livros, internet, realização de entrevistas, e outras fontes que achassem necessário. As informações/dados coletados seriam apresentadas nas aulas 8 e 9, por integrantes de cada grupo, priorizando os principais aspectos encontrados.

Aula 3 - Parâmetro físico-químico da água: Oxigênio Dissolvido

A terceira aula, assim como as quatro aulas seguintes, foi destinada à coleta da amostra de água da lagoa, ao estudo dos parâmetros e à realização de atividades experimentais que possibilitaram inferir sobre a qualidade da água da lagoa, já que comparamos os dados obtidos com os valores veiculados na própria conta de água, servindo esta como fonte de valores de referências de alguns parâmetros analisados. Através dos dados obtidos os alunos teriam condições de concluir se a água dessa lagoa é propícia ou não ao nado e à pesca, atividades costumeiras praticadas por moradores próximos da lagoa.

Com relação ao parâmetro oxigênio dissolvido, foram utilizadas questões preliminares contidas na apostila do Projeto Água em Foco, descritas abaixo, seguida da realização da atividade experimental (Anexo 3).

1 – Sabe-se que os peixes respiram oxigênio. Qual a origem desse oxigênio? É possível que um peixe faça a quebra de uma molécula de água para respirar? Explique.

2- A quantidade de oxigênio dissolvido em água interfere na qualidade da água? Justifique.

3 – Em relação à temperatura, explique como se comporta a solubilidade do oxigênio em água. Abram uma garrafa de refrigerante gelada e outra na temperatura ambiente. Em qual das duas vocês consideram que há mais gás dissolvido? Justifique.

Após a atividade experimental, foi promovida uma discussão a respeito desse parâmetro, através do qual é possível analisar diversas características químicas e físicas do meio, sua origem, relacionar a sua solubilidade com as variáveis: pressão, temperatura, altitude e salinidade, além de inferir sobre a relação da quantidade de oxigênio dissolvido e a qualidade da água.

Aula 4 - Parâmetro físico-químico da água: pH

Para estudo e para realização da atividade prática desse parâmetro (Anexo 4), também iniciou-se sua abordagem através de questões preliminares contidas na apostila Água em Foco:

- 1) Vocês já devem ter ouvido falar de pH, xampu neutro, antiácido, chuva ácida etc. Vocês poderiam dar outros exemplos de alguns materiais considerados ácidos ou básicos do seu cotidiano? Por que vocês acham que tais materiais são ácidos ou básicos?
- 2) Sabe-se que os alimentos são digeridos no estômago. Como o estômago digere os alimentos?
- 3) Por que as pessoas com problemas estomacais costumam ingerir remédios antiácidos?
- 2) De que maneira você acha que o pH influencia nos ambientes aquáticos?

Após a realização da sequência de atividades relativas ao parâmetro pH, iniciamos uma discussão sobre o mesmo, já que havíamos estudado esse conceito no conteúdo de funções inorgânicas no ano anterior.

Aula 5 - Parâmetro físico-químico da água: Temperatura

O estudo do parâmetro temperatura se deu através da sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos de calor e temperatura, seguido da realização de duas atividades experimentais: a primeira para a construção/diferenciação desses conceitos, e a segunda de medição da temperatura da água da lagoa, ambas descritas no Anexo 5.

O estudo da temperatura se faz necessário, por se tratar de um parâmetro importante na investigação da qualidade da água, já que a mesma influencia em algumas de suas propriedades, tais como densidade e oxigênio dissolvido, com reflexos sobre vida aquática.

Aula 6 - Parâmetro físico-químico da água: Turbidez

Para o estudo do parâmetro turbidez, foram sondados os conhecimentos prévios dos alunos sobre sua definição, discutindo sobre quais os possíveis fatores e que tipo de substâncias presentes na lagoa poderiam ser responsáveis por interferir na transparência da água, então foi realizada a atividade experimental (Anexo 6).

Após a realização das atividades descritas, relacionamos algumas substâncias responsáveis pela coloração e turvação da água, assim como a classificação do tamanho dessas partículas, relacionando também o grau de turbidez com a capacidade de penetração da luz solar na água e sua interferência no processo de fotossíntese e na quantidade de oxigênio dissolvido.

Aula 7 - Parâmetro físico-químico: Condutividade Elétrica

Para o estudo desse parâmetro, iniciamos com a verificação da relação entre a condutividade, a natureza das substâncias e a sua concentração, através de um experimento que consistia na verificação da condução de eletricidade de algumas substâncias, utilizando para isso um circuito (Anexo 7).

Seguiu-se então a classificação dessas substâncias quanto ao tipo de ligação química, e foi encerrado com a averiguação da presença de condutividade elétrica na água da lagoa.

Aulas 8 e 9 - Apresentação

Estas aulas foram destinadas às apresentações da pesquisa guiada realizada pelos grupos de alunos. Os integrantes de cada grupo tiveram a oportunidade de expor as informações encontradas para os demais alunos da turma a respeito do tópico central que cada grupo recebeu como forma de orientar e delimitar a pesquisa (Anexo 2), tendo como tema central a água.

Aula 10 – Aplicação do Pós - Teste

A última etapa da sequência de atividades constituiu-se da realização do Pós-Teste. No Pós-Teste as questões aplicadas foram as mesmas contidas no Pré-Teste (Anexo 1), com o intuito de verificação da aprendizagem sobre a temática trabalhada.

7. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com o intuito de facilitar a leitura e a discussão dos resultados alcançados durante as aulas destinadas ao desenvolvimento desse projeto, os dados obtidos foram dispostos de acordo com o desenvolvimento da sequência de atividades proposta na Tabela 1.

Na **Aula 1**, destinada a apresentação do projeto e aplicação do Pré-Teste (Anexo 1), os alunos se mostraram bastante motivados, já que a maioria deles relacionou a execução da sequência de atividades brevemente descrita a eles, como uma oportunidade de participar de aulas “diferentes”, envolvendo experimentação e visitas à lagoa.

Todos os alunos se dispuseram prontamente a responder ao questionário contido no Pré-Teste, cujas questões abordavam noções de saneamento básico, poluição da águas e seus parâmetros físicos, químicos e biológicos. O objetivo central do Pré-Teste era sondar as concepções prévias dos alunos sobre a qualidade da água, servindo como um instrumento orientador do planejamento e da forma de abordagem da sequência de atividades, além da condução das discussões relativas ao tema.

Com o intuito de organizar e comparar os resultados, todos os alunos que responderam o Pré-Teste foram identificados por um número e receberam a mesma numeração quando responderam o Pós-Teste. Durante a verificação das respostas do Pré Teste, percebeu-se que uma parte expressiva dos alunos possuía dificuldades de identificar e relacionar situações que envolvem o tratamento da água e do esgoto, poluição e contaminação da água, e as doenças de veiculação hídrica. As questões contidas no Pré Teste compreendiam situações-problema, que possibilitaria ao aluno a tomada de decisões relativas. Algumas dessas questões e respostas são descritas e comentadas abaixo:

Na Questão 2, por exemplo, *“Imagine que sua mãe comprou um terreno próximo a Sete Lagoas e construiu uma casa. Nesta região ainda não há*

abastecimento de água potável. Desta forma, ela resolveu construir um poço artesiano para suprir as necessidades da família. Em sua opinião, quais medidas em relação à qualidade da água devem ser adotadas por sua família?”, poucas foram as respostas que envolviam medidas efetivas em relação a qualidade desta água. Alguns alunos relataram como medida a filtração e a fervura da água retirada do poço artesiano antes do uso pela família, e um número inexpressivo de alunos observaram que esse poço deveria ser perfurado mantendo uma distância mínima de fossas sépticas.

Aluno 1: *“Deve ferver a água para matar os micróbios.”*

Aluno 26: *“Minha família após pegar água no poço artesiano deverá ferver e filtrar a água.”*

Aluno 31: *“A água deve ser filtrada antes do consumo, e o poço não poderia ser construído perto da fossa.”*

A Questão 3 abordava a relação entre a poluição de um córrego e o riscos de doenças: *“Esse mesmo terreno está em um local onde não existe rede de esgoto. Antes de construir, vocês perguntaram aos vizinhos o que eles faziam com o esgoto de suas residências e eles afirmaram que jogam o esgoto no córrego que passa ao fundo dos terrenos. O que você faria com o esgoto gerado em sua residência? Justifique.”*

Nessa situação, a maioria dos alunos respondeu que não jogariam o esgoto gerado em sua residência no córrego, como faziam os outros moradores, e citaram como alternativa a construção de uma fossa séptica. Porém, apenas uma pequena parte dos alunos mencionou que essa fossa deveria ser construída a uma distância mínima do poço artesiano citado na questão anterior.

Aluno 3: *“Criaria um fossa, pois quando o esgoto é jogado no rio e essa água é utilizada pode causar vários problemas para a população. E para evitar isso seria mais adequado a fossa.”*

Aluno 10: *“Construiria uma fossa para não jogar o esgoto no rio, me lembrando que tem que ser longe da minha cisterna ou na onde estiver água potável.”*

Aluno 13: *“Arrumaria um jeito de me livrar do esgoto sem prejudicar o meio ambiente.”*

As Questões 5 e 6, abordavam situações envolvendo o nosso objeto de estudo, ou seja, a água da lagoa José Felix. *“Um amigo pescou um peixe na lagoa José Felix, localizada nos fundos da nossa escola. Você comeria este peixe? Justifique sua resposta.” “Você nadaria na lagoa José Felix? Por quê?”*

Nesse caso, quase que a totalidade dos alunos respondeu que não comeriam o peixe e nem nadariam nessa lagoa. Alguns usaram como justificativa o fato da lagoa estar poluída e contaminada, e relacionaram esses fatores com a coloração escura que água aparenta. Outros citaram que a lagoa serve de depósito de lixo e de esgoto de algumas residências. E ainda tiveram aqueles que disseram que não têm o hábito ou não gostam de comer peixes.

Aluno 4: *“Não, eu não comeria. Pois a Lagoa José Felix não apresenta uma água limpa devido aos lixos que são depositados nela.” “Não, pois além de ser muito funda, correria risco de pegar uma doença por a água não ter boa qualidade, e ao seu redor existem matos que podem atrair animais perigosos.”*

Aluno 8: *“Não, pois existe poluição visível na lagoa, o que não favorece a credibilidade da mesma em manter animais saudáveis.” “Não, não nadaria, por fatores como poluição, cor da água, perigos desconhecidos que o atual estado da lagoa não nos permite ver e agentes patológicos que nela devem se desenvolver aos montes.”*

Aluno 26: *“Não. Pois não gosto de peixe.” “Não. Pois é uma lagoa poluída, com água muito suja que pode me contaminar, principalmente se eu ingerir esta água.”*

A Questão 8 pedia que os alunos citassem parâmetros de qualidade da água: *“A qualidade da água dos reservatórios da Cemig é monitorada regularmente em uma rede que contempla as principais bacias hidrográficas de Minas Gerais, perfazendo um total de 41 reservatórios e mais de 150 estações de coletas de dados físico-químicos e biológicos. Você é capaz de citar um critério físico-químico e um biológico que pode ser aplicado para monitoramento destas estações?”*

Nessa questão, poucos foram os alunos que conseguiam citar algum critério físico, químico ou biológico que poderia ser aplicado para monitoramento das estações. Grande parte dos alunos deixou a questão em branco, alguns simplesmente responderam “não”, e ainda tiveram aqueles que deram respostas confusas. Percebeu-se que, daqueles que conseguiram citar algum critério, a temperatura e os metais pesados foram os parâmetros mais citados, e não se observou nenhum aluno que conseguiu citar de fato algum parâmetro biológico. Acredito que o desenho da charge contida na Questão 9 serviu de influência para aqueles que citaram o parâmetro metais pesados.

Aluno 4: *“Critério físico-químico, seria as transformações sofridas como solidificação e fusão. E critério biológico, seria a origem da água.”*

Aluno 18: *“Não sou capaz de citar nenhum critério físico-químico e biológico.”*

Aluno 27: *“Físico-químico: quantidade de metais presentes na água. Biológico: se está contaminada por poluição, doenças, etc.”*

Questão 9: *“Redija um parágrafo para cada charge, explicando o que elas representam.”*



Nesta questão todos os alunos escreveram parágrafos tentando explicar as charges. De um modo geral, eles conseguiram relacionar as conseqüências da poluição da água para os seres aquáticos, e os efeitos causados pela presença de metais pesados. Apesar de não ser solicitado, verificou-se que nenhum dos alunos conseguiu definir ou dar exemplos de metais pesados, e ainda tiveram aqueles que confundiram seu significado e as suas causas.

Aluno 8: *“A primeira charge sintetiza um pouco do estado da poluição de certos locais, onde as condições básicas não são garantidas nem mesmo para os peixes. A segunda ironiza o fato da possível mutação nos peixes quando expostos a metais pesados, indevidamente jogados em rios e lagoas.”*

Aluno 13: *“Com o excesso de poluição nos rios, está diminuindo o oxigênio dificultando a respiração dos peixes. Metais pesados causam mutações nos peixes, fazendo assim que eles fiquem “doidões”.”*

Aluno 30: *“Mostra que a água está muito poluída para o peixe viver nela. Os peixes mudam por causa que as pessoas jogam latas na lagoa.”*

Aluno 31: *“Os índices de poluição nos lagos e mares está tão grande que os peixes não estão conseguindo sobreviver por eles próprios. A poluição está afetando profundamente no sistema nervoso e psíquico dos peixes.”*

Na **Aula 2**, solicitou-se aos alunos que se dividissem em 7 grupos. Foi permitido que eles mesmos escolhessem os componentes de cada grupo, e essa escolha se deu na maioria dos casos por afinidades. Em seguida, como forma de delimitar o problema a ser investigado, foi distribuído para cada grupo um roteiro de pesquisa (Anexo 2), contendo questões variadas relativas ao tema água, e solicitado aos grupos que buscassem responder essas questões com bastante riqueza de detalhes.

Cada grupo ficou responsável por pesquisar um aspecto diferente relacionado ao nosso problema, tais como legislação e qualidade da água, tratamentos de água e esgoto, a utilização da lagoa José Felix, sua biodiversidade e a sua população local, e alguns parâmetros de qualidade da água. Os alunos foram orientados a utilizar diversas formas de pesquisa como a consulta de livros, jornais, revistas, internet, realização de entrevistas, coleta de dados, entre outros.

Marcamos as datas de apresentação de cada grupo, ficou esclarecido que eles poderiam divulgar os resultados de suas pesquisas através de diversos meios como cartazes, exposição oral, filmes, documentários e projeções multimídias. Essas apresentações serão descritas nas aulas 8 e 9.

A **Aula 3** e as quatro aulas posteriores foram destinadas ao estudo dos parâmetros físicos e químicos, e a realização das atividades práticas. Para o estudo de alguns parâmetros foi disponibilizado aos grupos cópias com algumas informações importantes relativas aos parâmetros oxigênio dissolvido,

turbidez e pH, questões preliminares e os roteiros experimentais, conforme anexos.

Algumas aulas foram realizadas dentro da própria sala de aula, outras foram realizadas às margens da lagoa, e ainda tiveram aquelas que, na mesma aula, foram utilizados os dois espaços. Para algumas análises feitas dentro da sala de aula, a professora teve o cuidado de coletar previamente as amostras de água a fim de agilizar o processo, já que algumas análises demandavam um maior tempo. Para todas as coletas, tomaram-se o cuidado de coletar a água em pontos diferentes, dentro dos limites da escola, já que o acesso a outros pontos é dificultado pela presença de residências e clubes, ou pelo excesso de vegetação. Quando a professora ou os alunos coletaram a água da lagoa, observaram-se os cuidados técnicos e de segurança, propiciando uma importante aproximação com a atividade científica.

Em alguns pontos, o acesso às margens da lagoa pela escola também estava dificultado pela presença de vegetação rasteira, e assim, pediu-se que apenas alguns alunos participassem do processo de coleta da água, e os demais ficassem na parte limpa do terreno da escola para o desenvolvimento das atividades experimentais. Nas aulas realizadas próximas às margens da lagoa, os alunos puderam constatar a presença de lixo em alguns pontos e a intensa coloração da água.

O primeiro parâmetro físico-químico estudado foi o Oxigênio Dissolvido, e para dar início ao estudo do mesmo, foi promovida uma discussão a respeito das questões preliminares, anteriormente descritas na metodologia. O uso das questões preliminares foi bastante proveitoso, pois oportunizou aos alunos uma busca prévia sobre o assunto e assim percebeu-se um grande engajamento e interesse durante a discussão. Percebeu-se também que muitos deles, conseguiram relacionar a origem do oxigênio utilizado na respiração dos peixes, a interferência do oxigênio dissolvido na qualidade da água, e ainda relacionar a dependência desse parâmetro com o fator temperatura.

Após a discussão, realizamos, em sala de aula, a atividade prática (Anexo 3) para a determinação da concentração do oxigênio dissolvido na água da lagoa. Para isso, foi pedido que os alunos se organizassem em grupos, os mesmos 7

grupos montados para a realização da pesquisa guiada. Foi disponibilizado a cada grupo os materiais necessários para que eles realizassem a atividade prática.

Durante cada fase da atividade prática, foi orientado que os alunos anotassem as evidências observadas e, diante dessas observações, discutimos conceitos químicos como as evidências de reações e suas representações, solubilidade e titulação. Como esquema de interpretação do resultado experimental obtido, ou seja, a determinação da concentração de oxigênio dissolvido na amostra, o roteiro experimental continha uma tabela que relacionava o número de gotas gastas na titulação com a concentração de oxigênio dissolvido, assim cada grupo pode encontrar a concentração de oxigênio dissolvido na água coletada na lagoa, através do número de gotas da solução de tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$).

A média do número de gotas de solução de tiosulfato gastas na titulação encontrada pelos grupos foi 18, o que de acordo com a Tabela 2 do Anexo 3, corresponde a uma concentração de 10,6 mg/L de oxigênio dissolvido na amostra. Verificamos que, conforme a literatura, é desejável que a quantidade de oxigênio dissolvido não seja inferior a 5mg/L, porém valores superiores a 10mg/L podem indicar a presença de grandes quantidades de algas ainda não consideradas eutrofizadas (fenômeno no qual o ambiente aquático caracteriza-se por uma elevada quantidade de nutrientes, principalmente nitratos e fosfatos, provocando a proliferação de algas microscópicas que se localizam na superfície).

Para a **Aula 4**, destinada ao estudo e determinação do parâmetro pH, as turmas também foram divididas em grupos, e foram promovidas discussões sobre as questões preliminares (descritas na metodologia). Percebeu-se que os alunos possuíam um bom entendimento sobre o tema, já que já havíamos estudado o conceito de pH no ano anterior no estudo das funções inorgânicas.

Na sala de aula, realizamos a atividade experimental (Anexo 4) que se baseava na construção de uma escala de pH, utilizando soluções com diferentes teores de acidez e basicidade e, como indicador natural, o extrato de repolho roxo. Para a determinação do pH das nossas amostras - inclusive a da água da

lagoa - os alunos adicionavam o extrato de repolho roxo na mesmas, e comparavam a coloração da mistura resultante com a coloração das soluções da escala de pH anteriormente construída.

Como resultado, grande parte dos alunos observou que a coloração da água da lagoa estava mais próxima das colorações apresentadas pelas soluções IV e V, o que de acordo com a Tabela 1 do Anexo 4, corresponderia aos valores de pH 6 e 9 respectivamente. Comparando os valores de pH da nossa amostra com os valores de referência veiculado na conta de água (6,0 a 9,5) concluímos que o pH da água da lagoa estava dentro da faixa de qualidade da água distribuída às residências da cidade.

Após a execução da atividade prática, concluímos o estudo sobre o pH discutindo sobre a sua definição, a escala de pH, indicadores ácido-base, neutralização da acidez e da basicidade, a influência do pH nos processos biológicos, e a influencia do pH nos ambientes aquáticos, como por exemplo na reprodução dos peixes.

Para o estudo e a realização da atividade experimental do parâmetro temperatura, **Aula 5**, levantou-se uma discussão a respeito dos conceitos calor e temperatura. Percebeu-se que vários alunos apresentaram dificuldades em diferenciar esses termos, utilizando-os como sinônimos. Como sabemos, cientificamente, e embora os dois conceitos estejam associados, eles possuem definições diferentes.

Para a construção e diferenciação desses termos, realizamos uma atividade experimental (Anexo 5) utilizando três recipientes, um contendo água gelada, um com água quente e outro contendo água na temperatura ambiente. Foi solicitado aos alunos que mergulhassem simultaneamente uma mão no recipiente que continha água gelada, e a outra mão no recipiente que continha água quente, em seguida colocaram as duas mãos no recipiente que continha água na temperatura ambiente.

Os estudantes relataram que sentiram a sensação de frio quando mergulharam as mãos no recipiente contendo água gelada, e tiveram a sensação de calor quando mergulharam as mãos no recipiente contendo água quente. Porém,

quando colocaram ambas as mãos no recipiente contendo água a temperatura ambiente, as sensações foram trocadas, ou seja, sentiram calor nas mãos que anteriormente haviam sido mergulhadas na água fria, e sentiram frio nas mãos anteriormente mergulhadas na água quente.

Diante dessas sensações percebidas (qual mão recebeu ou perdeu calor), os estudantes puderam compreender que calor é a energia térmica que flui de um corpo para outro devido à diferença de temperatura entre eles, e que a temperatura é uma grandeza física que está associada ao grau de agitação das moléculas de um corpo.

Assim, discutimos sobre a importância do parâmetro temperatura com a qualidade da água, e sua interferência em outros parâmetros. Após a discussão, fomos até os fundos da escola, coletamos a amostra de água e procedemos à medição da temperatura da água da lagoa por meio da utilização de um termômetro.

25°C foi a média das temperaturas da água lidas no termômetro pelos grupos de alunos, sendo que a temperatura do ambiente estava em torno de 28°C. Tentamos relacionar a temperatura encontrada com a quantidade de oxigênio dissolvido verificado anteriormente. Relembrando o tópico solubilidade, estudado no início do ano, inferimos que a solubilidade dos gases aumenta com o decréscimo da temperatura, assim, a água fria, por exemplo, contém maior quantidade de oxigênio dissolvido.

Na **Aula 6**, destinada ao parâmetro turbidez, também foi sondado os conhecimentos prévios do alunos sobre a sua definição e quais os possíveis fatores e tipos de substâncias poderiam influenciar na transparência da água da lagoa José Felix.

Quando foi mencionada a palavra turbidez, os alunos hesitaram em responder o que significaria essa palavra e o que ela teria haver com a água da lagoa, mas quando foi citada uma palavra sinônima – turvação – grande parte dos alunos se manifestaram quanto ao seu significado e quais os tipos de materiais poderiam interferir na transparência da água.

Muitos alunos relacionaram a alto grau de turbidez da água da lagoa José Felix com a poluição e contaminação. Porém como citado anteriormente e, de acordo com Mortimer (2012), a turbidez por si só não caracteriza poluição. Do mesmo modo, águas que não apresentam turvação não significam que não estejam poluídas.

Para a realização da atividade experimental e a construção do tubo turbidímetro (Anexo 6), foi pedido a cada grupo que trouxessem três garrafas pequenas e vazias de mesmo tamanho e forma de água mineral, e esmaltes ou tintas de colorações branca e preta. Cada grupo de alunos confeccionou um turbidímetro, de modo que cada um trabalharia com uma amostra diferente, como por exemplo, água da torneira, água da torneira e farinha em diversas concentrações, e a amostra da água da lagoa.

Após a construção do turbidímetro em sala de aula, nos dirigimos para a orla da lagoa e realizamos a leitura da turbidez das amostras. O grupo responsável pela medição da turbidez na amostra da água da lagoa encontrou 200 UNT (Unidade de Turbidez), e o valor de referência veiculado na conta de água é de 0 a 5,0 UNT. Através da observação do aspecto da água da lagoa e da leitura do turbidímetro, tentamos relacionar algumas possíveis substâncias responsáveis pela intensa coloração e turvação da água, tais como: presença de matérias sólidas em suspensão (silte, argila, sílica, colóides), matéria orgânica e inorgânica finamente divididas, organismos microscópicos e algas, e que a origem desses materiais pode ser o solo, o lixo lançado pelos moradores e freqüentadores dos clubes localizados na orla da lagoa, e até mesmo a presença de esgoto doméstico. Relacionamos também que quanto maior o grau de turbidez menor é a capacidade de penetração da luz solar na água, dificultando o processo da fotossíntese, contribuindo para a diminuição da quantidade de oxigênio dissolvido.

Dando sequência ao projeto, na **Aula 7** estudamos e realizamos a atividade experimental do último parâmetro físico-químico escolhido para avaliar a qualidade da água da lagoa José Felix: a condutividade elétrica. Para isso, na sala de aula, realizamos uma atividade prática para testar a condução de eletricidade de algumas substâncias (Anexo 7).

Nessa aula, foi disponibilizado aos alunos um circuito elétrico previamente montado pela professora autora desse projeto. Esse circuito continha uma lâmpada ligada a fios condutores, onde uma extremidade do fio era conectada a energia elétrica, e a outra extremidade do fio era mergulhada nos materiais e soluções a serem analisadas quanto à condução de eletricidade, devido a presença de íons. Assim, se o material ou solução fossem condutores de energia, a lâmpada acenderia.

Para esse teste, foram utilizados água da torneira, sal de cozinha, açúcar, vinagre, etanol, fio de cobre, e a água coletada na lagoa. Seguiu-se então a classificação dessas substâncias quanto ao tipo de ligação química e a presença de íons, e foi encerrado com a averiguação da ausência de condutividade elétrica na água da lagoa. No entanto, não se pode inferir que a água da lagoa não contém íons, já que a análise feita com o circuito elétrico possui caráter apenas qualitativo. Assim, constatamos que não foi possível verificar a presença da condutividade elétrica através do dispositivo utilizado, porque a concentração dos íons presentes na água era insuficiente para promover o acendimento da lâmpada.

Como já havíamos estudado a condutividade elétrica de soluções aquosas no ano anterior, grande parte dos alunos conseguiu relacionar a condução ou não condução de eletricidade com o tipo de ligação presente na substância, bem como a relação da condutividade com a concentração da substância.

As **Aulas 8 e 9** foram designadas aos alunos para apresentarem os dados e as informações levantadas sobre qualidade da água e a sua legislação, noções de tratamentos de água e esgoto, parâmetros físicos, químicos e biológicos da água, além de informações relativas ao nosso objeto de estudo, denominado Lagoa José Felix.

Os integrantes de cada grupo expuseram as principais informações encontradas a respeito do tema que receberam como tarefa, e quase que a totalidade dos alunos envolvidos no projeto optou por apresentar os dados e as informações levantadas através de projeções multimídias, bem como a entrega de um trabalho escrito para o professor orientador do projeto. Nos trabalhos

escritos, foi verificado que, de um modo geral, houve a tentativa de estruturar as informações e respostas de acordo com o roteiro de pesquisa solicitada a cada grupo.

Pude constatar que todos os alunos estavam engajados na busca e/ou na transmissão das informações coletadas para os demais grupos, já que todos optaram por discorrer, em diferentes graus, durante as apresentações. Percebeu-se que todas as apresentações obedeceram ao roteiro de pesquisa proposto para cada grupo de alunos, algumas com bastante riqueza de detalhes e informações além das solicitadas. Percebeu-se também que alguns alunos demonstraram maior desenvoltura durante as apresentações, enquanto que outros se sentiram mais intimidados, muitas vezes recorrendo à mera leitura dos slides.

Durante a exposição dos trabalhos, pude constatar que, nos grupos, enquanto um componente apresentava, os demais alunos apresentaram certo grau de interesse e respeito pela transmissão das informações encontradas pelos componentes dos grupos. Essas informações estavam, na maioria dos casos, na forma de slides. No entanto, alguns grupos, como forma de enriquecer e dinamizar as apresentações optaram por utilizar animações, entrevistas e pequenos filmes.

Como não foi estipulada uma duração específica para cada apresentação, os componentes dos grupos ficaram livres para utilizar o tempo necessário para a divulgação dos resultados. Contudo, de uma maneira geral, constatou-se um tempo médio de 15 minutos para cada tema.

A última etapa do projeto de verificação da qualidade da água da lagoa localizada nos fundos da escola resumiu-se na **Aula 10**, onde houve a aplicação do Pós-Teste (Anexo 1). Conforme mencionado anteriormente, o Pós-Teste é constituído das mesmas questões e situações-problemas contidas no Pré-Teste, e possui como finalidade a verificação da aprendizagem dos aspectos anteriormente não compreendidos.

Analisando as respostas ao Pós-Teste, observou-se que houve uma melhora significativa na compreensão de alguns aspectos relacionados à temática água,

à tomada de decisões e ao poder de argumentação dos alunos. Na maioria dos casos, as dificuldades apresentadas na identificação e na resolução de situações-problema, anteriormente analisadas no Pré-Teste, foram vencidas ou apresentaram avanços.

Analisando a Questão 2, por exemplo, onde era solicitado a opinião dos alunos quanto às possíveis medidas que a família deveria tomar em relação à qualidade da água ao se construir um poço artesiano onde não havia abastecimento de água potável, percebeu-se que houve um aumento considerável de alunos que apresentaram medidas efetivas em relação à qualidade da água. Novamente, as medidas mais citadas foram a filtração e a fervura dessa água antes de sua ingestão. No entanto, agora, os alunos perceberam a importância de o poço artesiano ser construído a uma distância mínima da fossa séptica, citada na Questão 3, como recurso proposto em alternativa à não existência da rede de esgoto. Outros citaram ainda a verificação da qualidade da água do poço através de análises de alguns parâmetros físico-químicos e biológicos.

Aluno 1: *“Antes de tomar a água do poço deve fervê-la e/ou filtrá-la. Deve-se também tomar cuidado com a distância entre o poço e a fossa da casa.”*

Aluno 22: *“A família deve avaliar a qualidade da água através da fonte que é retirada e dos parâmetros físico-químicos.”*

Aluno 27: *“Deve ser feita a medição do pH, temperatura, turbidez, etc. E com os resultados, avaliarmos qual a necessidade de tratamento.”*

Como mencionado acima, na Questão 3, a fossa séptica foi a alternativa mais citada para aqueles que afirmaram que não jogariam o esgoto de suas residências no córrego, com faziam os outros moradores. Dessa vez, houve um aumento expressivo daqueles que disseram que o poço artesiano e a fossa séptica deveriam ser construídos mantendo certa distância, para evitar riscos de contaminação da água.

Aluno 5: *“Faria um rede adequada sem que chegue ao córrego, como uma fossa séptica.”*

Aluno 8: *“Depositaria o mesmo em uma fossa séptica, a uma distância considerável do poço artesiano.”*

Aluno 12: *“Faria uma fossa de modo que não entre em contato e nem corra risco de contaminação com a água que servirá de consumo”*

Nas Questões 5 e 6, questionou-se se os alunos comeriam um peixe pescado na Lagoa José Felix e se eles nadariam nessa lagoa. Segundo informações trazidas pelos alunos, durante as apresentações da pesquisa bibliográfica, foi constatado que o esgoto gerado pelas residências não seriam depositados diretamente na lagoa. Porém, na maior parte das respostas, os estudantes alegaram que não comeriam peixes provenientes da lagoa, e também não praticariam de atividades de nado. A justificativa para essas questões, na maioria das vezes, se deve ao fato da água apresentar turbidez elevada, possuindo coloração escura; à verificação da presença de lixo em alguns pontos da lagoa; ao odor característico da água; e os dados obtidos nas atividades práticas dos parâmetros físicos e químicos.

Aluno 6: *“Não, pois a água possui uma turbidez elevada e quantidade de lixo na beira, e o odor que exala.” “Não, pois a água se encontra com a turbidez elevada.”*

Aluno 24: *“Não, pois a água não existe limpeza, a água é totalmente amarronzada.” “Não, a água é poluída, não é apropriada para nadar.”*

Aluno 28: *“Não, pois a turbidez da lagoa está elevada, a lagoa está poluída, com mau cheiro. E o peixe poderia causar alguma doença.”*

Na Questão 8, foi solicitado aos alunos que citassem critérios físico-químicos e biológicos de qualidade da água. Como verificado no Pré-Teste, poucos alunos foram capazes de citar algum parâmetro, e destes, destacam-se a temperatura e os metais pesados. No Pós-Teste, quase que a totalidade dos alunos foi capaz de citar parâmetros tanto físico-químicos, quanto biológicos, já que alguns parâmetros foram vistos nas atividades práticas e nas apresentações da pesquisa.

Aluno 1: *“Físico-químico: a cor da água. Biológico: Presença de microorganismos patológicos.”*

Aluno 13: *“Teste de pH, temperatura da água, turbidez, oxigênio dissolvido.”*

Aluno 40: *“Ph, temperatura, cor da água e coliformes fecais.”*

Analisando as demais questões, verificou-se que diferentemente do observado no Pré-Teste, houve respostas com um aumento considerável de discussões e argumentações. Muitos foram capazes de sugerir ações para a redução de impactos ambientais sobre a ictiofauna (Questão 7) e redigiram parágrafos com maior clareza de idéias e coerência ao explicar as charges da Questão 8, conforme destacados abaixo:

Aluno 11: *“A primeira charge faz referência à poluição das águas, através do descarte inadequado de lixo, como garrafas pet. A segunda faz crítica ao descarte de metais pesados na água, uma forma de poluição muito prejudicial aos seres aquáticos.”*

Aluno 14: *“No primeiro desenho é ironizado o fato de as águas serem tão poluídas que até o próprio peixe que vive dentro d’água precisa de um aparelho para poder respirar. No segundo desenho, o fato da água conter metais pesados intoxicar o peixe, transformando-o...”*

Aluno 28: *“A poluição está cada vez maior, desta forma daqui algum tempo os peixes não sobreviverão debaixo da água. Os metais são tóxicos e prejudicam muito a vida dos peixes, como também prejudiciais aos seres humanos se ingerir um peixe contaminado.”*

Aluno 36: *“ A poluição dos lagos e rios e tão grande que está acabando com o oxigênio das águas, provocando assim, mortes dos seres deste locais. A poluição e o despejo de chumbo, cobre, etc, (que são metais pesados) contaminam e podem matar seres destes locais, por estar causando desequilíbrio e contaminação.”*

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É desejável que os estudantes possuam um mínimo de competências e habilidades para serem inseridos no mercado de trabalho e para o exercício da cidadania. Assim, o estudo das ciências, sobretudo da química, torna-se de grande importância, já que vivemos em uma sociedade tecnológica e que exige de seus cidadãos atitudes para um modelo de desenvolvimento sustentável. Isso implica na compreensão de um conhecimento suficiente para o entendimento do papel da ciência, da tecnologia e de suas correlações sociais.

Sendo a química uma ciência de natureza abstrata, e, partindo-se do pressuposto de que a escola tem como uma de suas funções contribuir para a formação humana é necessário que os professores tragam para a sala de aula temas que explorem o contexto de vida dos estudantes, de forma a fornecerem ferramentas básicas que lhes permitam o exercício pleno da cidadania.

Neste caso, o ensino baseado nos pressupostos CTSA e a abordagem investigativa, tornam-se ferramentas importantes para o professor no processo de ensino aprendizagem, pois contribuem para o desenvolvimento de conceitos científicos atrelados às vivências do estudante, promovendo a qualificação de idéias básicas, a potencialização do pensamento crítico e da capacidade de relacionar, sintetizar e propor explicações a partir do que o estudante já conhece.

Ensinar ciências por método investigativo, ainda com abordagem CTS contribui, assim, para o estabelecimento de (re)equilibrações acerca dos conhecimentos já assimilados, partindo de problematizações e perturbações que conduzem a um processo de aprendizagem amplo e progressivamente complexo. Assim, formar conceitos em ciências envolve problematizar o tema, investigá-lo, fazer sua análise e estudo fundamentando-o com conceitos primários, já estabelecidos pelas vivências individuais dos estudantes. O professor, como facilitador do processo de aprendizagem precisa, por isso, lançar mão de instrumentos variados e recursos como contextualização, abordagem relacionada ao conteúdo e ao público-alvo e, o que é imprescindível, acreditar na necessidade de que os alunos devem ter acesso àquele conhecimento. (MATOS, 2012)

Neste trabalho, por meio do desenvolvimento da sequência de atividades, tendo como instrumento orientador o “Projeto Água em Foco”, foi possível

promover o ensino de conteúdos químicos, problematizando a questão da qualidade da água de um ecossistema da escola, a Lagoa José Felix. Através dos resultados experimentais, tendo como base alguns valores de referência veiculados na conta de água e na literatura, os alunos concluíram que, apesar de alguns valores se encontrarem dentro da faixa aceitável, eles não indicariam o consumo de peixes e nem a prática do nado, já que durante as visitas à lagoa foi detectada a presença de lixo em algumas partes de sua orla, além da observação da intensa coloração da água, confirmada pelo teste de turbidez, e do odor característico da água.

Durante todo o desenvolvimento da sequência de atividades, pude perceber um maior interesse e engajamento dos alunos durante as aulas, pois eles se sentiram inseridos no processo da construção do conhecimento científico escolar, além da observação do aprendizado e da evolução de algumas competências e habilidades essenciais para a formação como cidadão. A realização desse projeto possibilitou estreitar relações entre a “química dos cientistas” e a química como ciência formadora de cidadãos mais críticos e atuantes frente aos mais variados problemas, sejam eles de cunho tecnológico, ambiental, social e/ou científico.

Analisando todas as fases do projeto desenvolvido com os estudantes, pude perceber quais as possibilidades e quais as limitações geradas em decorrência de se trabalhar conteúdos químicos com enfoque CTSA e a abordagem investigativa. Como limitações, cito principalmente a falta de estrutura da escola, como laboratórios, materiais e reagentes, e ainda o pequeno número de aulas destinadas ao estudo das ciências, sobretudo da disciplina de química. Como vantagens, enumero o ganho intelectual relacionado a diferentes saberes, a desmistificação de que a ciência é dada como algo pronto e acabado, a inserção de temas cotidianos, o interesse despertado pelas atividades práticas, e a contribuição para a formação humana.

Como professora e estudante de um curso de especialização em Ensino de Ciências por Investigação, a realização deste trabalho foi de grande importância, pois me possibilitou praticar o ensino de ciências por meio de abordagens estudadas durante o curso, além de oportunizar aos meus alunos

o desenvolvimento de conceitos químicos e atividades experimentais para a solução de um problema real vivenciado por eles.

Sem muita pretensão, acredito que este trabalho de conclusão de curso possa servir de consulta para alunos e professores como fonte de pesquisa sobre desdobramentos do projeto desenvolvido em algumas escolas de Belo Horizonte sobre a qualidade da água da Lagoa da Pampulha, denominado “Projeto Água em Foco”, além de base para o planejamento e desenvolvimento de atividades investigativas na perspectiva CTSA, envolvendo a temática água.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E. C.; SILVA, C. F.; COSSICH, E. S.; TAVARES, C. R. G.; FILHO, E. E. S.; CARNIEL, A. **Avaliação da Qualidade da Água do Rio Pirapó – Maringá, Estado do Paraná, por Meio de Parâmetros Físicos, Químicos e Microbiológicos**. Acta Sci. Technol. Maringá, v.30 n°1, p.39-48, 2008.
- BARCELOS, W. G. **Inovações Curriculares no Ensino Médio de Minas Gerais: Visão dos professores sobre o CBC**. Belo Horizonte: UFMG, 2007.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes de Bases da Educação Nacional: LDB** (Lei nº 9394/96).
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília, DF, 2006. 213p.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio - Ciências da Natureza Matemática e suas tecnologias**, 1999.
- BUENO, L.; MOREIA, K. C.; SOARES, M.; DANTAS, D. J.; WIEZZEL, A. C. S., TEIXEIRA, M. F. S. **O Ensino de Química por Meio de Atividades Experimentais: A Realidade do Ensino as Escolas**. São Paulo, 2003.
- DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. **Construindo conhecimento científico na sala de aula**. Química Nova na Escola, São Paulo, v.1, n.9, p.31-40, mai.1999.
- FAGUNDES, S. M. K. ; PICCINI, I. P.; IAMARQUE, T.; TERRAZZAN, E. A. **Produções em Educação em Ciências Sob a Perspectiva CTS/CTSA**. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (VII ENPEC), Florianópolis, 2009.
- FERREIRA, L. H.; HARTWING, D. R.; OLIVEIRA, R. C. **Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada**. Química Nova na Escola. n ° 2, p. 101-106, 2010.
- GUIMARÃES, A. C.; RODRIGUES, C. **Linguagem Científica e Conceito de Oxigênio Dissolvido no Projeto Água em Foco**. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI) Salvador, 2012.
- JOHNSTONE, A. **Macro and micro-chemistry**. The School Science Review, v. 64, n. 227, p.377-379, 1982, apud ROSA, M. I. F. P.; SCHNETZLER, R. P. **Sobre a importância do conceito**

- transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico.** Revista Química Nova na Escola, nº 8, Nov., 1998.
- LIMA, M. E. C.; MARTINS, C. M. C. **Ensino de Ciências com Caráter Investigativo A (ENCI A)** Belo Horizonte, 2013. (Apostila)
 - LEWIN, A. M. F; LOMÁSCOLO, T. M. M. **La metodología científica em la construcción de conocimientos.** Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.20, n.2, p.147-154. 1998.
 - MATOS, C.S.M.. **O Ensino de Química a partir de uma demanda social: as dioxinas.** Monografia de Especialização, UFMG. Belo Horizonte, 2012.
 - MORTIMER, E.; A. H. MACHADO. **Química.** 2º Edição. São Paulo: Editora Scipione, 2014. Volume 3.
 - MORTIMER, E. F.; COUTINHO, F.; SILVA, P. S..**Projeto Água em Foco: qualidade de vida e cidadania.** Cecimig/FaE/UFMG. 2012. (Apostila).
 - MUNFORD, L.; LIMA, M. E. C. C. **Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?** Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, Vol. 9, Nº 1 (2007).
 - NETO, M. E.; SILVA, W. O.; RAMEIRO, F. C.; NASCIMENTO, E. S.;ALVES, A. S. **Análises Físicas, Químicas e Microbiológicas das Águas do Balneário Veneza na Bacia Hidrográfica do Médio Itapecuru.** Arq. Inst. Bio., São Paulo, v.79, nº 3, p.397-403, jul./set., 2012.
 - SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F.. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira** ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências. vol 2, nº2. 2002.
 - SANTOS, W. L. P., SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania.** Ijuí: UNIJUÍ, 1997.
 - SILVA, P. S.; MORTIMER, E. F.. **O Projeto Água em Foco como Uma Proposta de Formação no PIBID.** Química Nova na Escola. Vol. 34, Nº 4, p. 240-247, 2012.
 - SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R.. **Atividades Experimentais Investigativas: Habilidades Cognitivas Manifestadas por Alunos do**

Ensino Médio. *XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ).* UFPR, 2008.

- SPERLING, V. M.. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos.** 3º ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; UFMG, 2005.
- ZUIN, V. G.; IORIATTI, M. C. S., MATHEUS, C. E.. **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.** *Química Nova na Escola.* Vol. 31 N° 1, 2009.

10. ANEXOS

ANEXO 1: Pré e Pós-Teste do Projeto *Água em Foco: Qualidade de vida e Cidadania* – Roteiro Adaptado

Projeto: ANALISANDO A QUALIDADE DA ÁGUA DE UMA LAGOA PRÓXIMA DA ESCOLA

Escola Estadual Professor Fernandino Júnior

PRÉ-TESTE e PÓS-TESTE

Nome: _____ Turma: _____

1) Imagine que você more em uma comunidade de pescadores próxima a um rio de onde todos (inclusive a sua família) pescam para garantir o seu sustento. Cerca de um mês atrás uma indústria de sabão em barra foi instalada. Esta indústria desvia parte da água do rio para resfriar o tanque no qual o sabão é produzido. Após ser utilizada, esta água é lançada ao rio sem estar poluída ou contaminada, mas ela volta com uma temperatura 20°C acima da temperatura normal do rio. Você acha que essa água pode causar algum problema ambiental? Justifique a sua resposta.

2) Imagine que sua mãe comprou um terreno próximo a Sete Lagoas e construiu uma casa. Nesta região ainda não há abastecimento de água potável. Desta forma, ela resolveu construir um poço artesiano para suprir as necessidades da família. Em sua opinião, quais medidas em relação à qualidade da água devem ser adotadas por sua família?

3) Esse mesmo terreno está em uma local onde não existe rede de esgoto. Antes de construir, vocês perguntaram aos vizinhos o que eles faziam com o esgoto de suas residências e eles afirmaram que jogam o esgoto no córrego que passa ao fundo dos terrenos. O que você faria com o esgoto gerado em sua residência? Justifique.

4) Você e seus amigos estão acampando em local próximo a uma cachoeira.

Antes de dar um mergulho vocês ficam na dúvida se aquela água é própria para nadar. Quais critérios você utilizaria para avaliar a qualidade desta água?

5) Um amigo pescou um peixe na lagoa José Felix, localizada nos fundos da nossa escola. Você comeria este peixe? Justifique sua resposta.

6) Você nadaria na lagoa José Felix? Por quê?

7) A Cemig desenvolve, desde 2007, o Programa Peixe Vivo, com o compromisso de aumentar esforços para evitar/mitigar impactos sobre a ictiofauna e ampliar os programas de conservação de peixes e parceria com as comunidades, pescadores e universidade. Fonte: Jornal O Tempo 16/04/2011

A - Caso você pudesse fazer parte deste programa, proponha ações para diminuir os impactos ambientais sobre a ictiofauna (conjunto das espécies de peixes que existem numa determinada região biogeográfica).

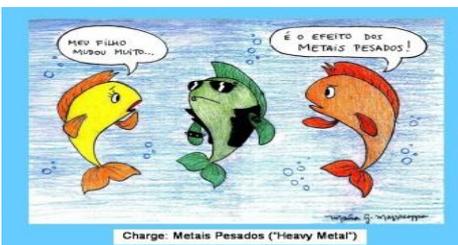
B - Se neste ambiente for detectada a presença de metais pesados, você recomendaria a pesca nessa área? Justifique.

C - A região apresenta patos e é comum a caça dessa ave para alimentação, você teria alguma recomendação para a comunidade?

8) A qualidade da água dos reservatórios da Cemig é monitorada regularmente em uma rede que contempla as principais bacias hidrográficas de Minas Gerais, perfazendo um total de 41 reservatórios e mais de 150 estações de coleta de dados físico-químicos e biológicos.

A - Você é capaz de citar um **critério físico-químico** e um **biológico** que pode ser aplicado para monitoramento destas estações?

9) Redija um parágrafo para cada charge, explicando o que elas representam.



Fonte: APOSTILA Projeto **Água em Foco: qualidade de vida e cidadania.**
Cecimig/FaE/UFMG. 2012. Roteiro Adaptado.

ANEXO 2: Roteiro de Pesquisa distribuídas aos grupos de alunos

Grupo 1 - Legislação da água e qualidade da água

A lista de questões a seguir tem por objetivo orientar a pesquisa quanto à importância e a qualidade da água. **Usando como fonte de pesquisa, entrevistas, a Internet, livros e revistas, responda as questões a seguir:**

1. Existe alguma legislação específica para a água?
2. De acordo com a Resolução CONAMA nº 357 defina e classifique águas doces, salobras e salinas.
3. Quais os principais parâmetros físico-químicos utilizados para análise da qualidade da água?
4. De onde é retirada a água utilizada pela população Setelagoana?
5. Que tipo de tratamento essa água recebe antes de chegar às nossas residências?

Grupo 2 - Utilização da Lagoa e população local

A lista de questões a seguir tem por objetivo orientar o tipo de entrevista a ser feita com moradores e empresas localizadas no entorno da Lagoa José Felix e as pessoas que frequentam essa lagoa.

1. Durante o tempo em que esteve na Lagoa José Felix, você observou alguém entrar na Lagoa? Em caso afirmativo, por que essa pessoa entrou? Ela fazia alguma ideia dos riscos de contaminação aos quais estava exposta?
2. Na sua visita à Lagoa, você percebeu alguém pescando? Quais os motivos (necessidade ou lazer) que levam essas pessoas a pescar na Lagoa?
3. Alguns dos pescadores já tiveram problemas de saúde que possam ser atribuídos à qualidade dos peixes? Qual a principal espécie de peixe pescado na Lagoa José Felix?
4. Pergunte alguns moradores se eles contribuem para a poluição da Lagoa José Felix. Apresente esses resultados de forma estatística. Para tanto, divida o número de moradores que declararam contribuir para a poluição da Lagoa

pelo número total de entrevistados e multiplique por 100. Essa será a porcentagem que contribui para a poluição da Lagoa. O mesmo cálculo deve ser realizado para os que se declararam não poluidores da Lagoa.

5. A população local constatou melhorias ou piora das condições da Lagoa nos últimos anos?

7. As empresas/estabelecimentos declaram lançar os seus rejeitos na Lagoa José Felix?

8. As empresas/estabelecimentos adotam alguma medida relativa à poluição da Lagoa José Felix?

Grupo 3 - Tratamentos bem sucedidos – Rio Tâmis

O rio Tâmis, na Inglaterra, ficou conhecido como o “Grande Fedor” quando, em 1858, as sessões do Parlamento foram suspensas devido ao mau cheiro. A poluição do rio também estava na consciência dos ingleses por causa da morte do príncipe Alberto, marido da rainha Vitória. Alberto morreu de febre tifóide devido à insalubridade das águas do rio.

O Tâmis deixou de ser considerado potável por volta de 1610. Entretanto, o projeto de despoluição só começou a ser esboçado no século XIX. Além do mau cheiro, as epidemias de cólera das décadas de 1850 a 1860 foram fundamentais para que o governo decidisse construir um sistema de captação de esgotos da cidade. Ao todo, foram quase 150 anos de investimentos na despoluição das águas do rio que corta Londres.

O projeto de limpeza do Tâmis começou a ser delineado em 1895. Os primeiros resultados do trabalho apareceriam apenas em 1930. No início, os engenheiros criaram um sistema de captação do esgoto da cidade de Londres que despejava os dejetos quilômetros abaixo de onde o rio cortava a região metropolitana. Entretanto, o crescimento da população fez com que a mancha de poluição subisse novamente o rio e o tornasse poluído na região londrina.

Em 1950, o Tâmis era considerado, outra vez, morto. A nova iniciativa do governo foi a construção das primeiras estações de tratamento de esgoto da cidade. Já na década de 70, os sinais iniciais de que os resultados estavam sendo alcançados apareceram. Prova era o flagrante do reaparecimento do

salmão – peixe sensível à poluição e exigente em matéria de água limpa. (Revista Época, 13 dez. 2004).

Usando como fonte de pesquisa a Internet, livros e revistas, responda as questões:

1. Qual o principal fator de poluição do rio Tâmis até os anos 50?
2. Quais medidas foram tomadas para a despoluição do rio Tâmis?
3. Qual foi o capital necessário ao projeto de despoluição do rio?
4. No caso do rio Tâmis, houve mobilização popular pela necessidade de tratamento do rio?

Grupo 4 - Tratamentos bem sucedidos – Lago Paranoá em Brasília

Usando como fonte de pesquisa a Internet, livros e revistas, responda as questões abaixo:

1. Quando foi criado o lago Paranoá?
2. Quais problemas ambientais que o lago apresentou ao longo dos anos?
3. Quais foram as medidas do poder público para resolver estes problemas?
4. Qual a situação atual do lago?

Grupo 5 - Eutrofização e cianobactérias

Usando como fonte de pesquisa a Internet, livros e revistas, responda as questões abaixo:

1. O que é eutrofização?
2. O que causa a eutrofização de uma lagoa?
3. O que são cianobactérias?
4. Quais fatores aumentam a proliferação de cianobactérias em uma lagoa?
Quais as consequências ambientais?

Grupo 6 - Biodiversidade da Lagoa José Felix e bioindicadores de qualidade da água

Usando como fonte de pesquisa, entrevistas, a Internet, livros e revistas,

responda as questões a seguir:

1. Pesquise as principais espécies animais que vivem na lagoa atualmente, quais espécies viviam na lagoa há alguns anos atrás? Quais as principais modificações?
2. O que são bioindicadores de qualidade da água e como eles podem ser utilizados na Lagoa José Felix para monitorar sua qualidade?
3. Porque nem sempre podemos considerar que a presença de animais e de outros seres vivos em um determinado ambiente é uma indicadora de boa qualidade de água?

Grupo 7 - Tratamento de esgoto

Usando como fonte de pesquisa, entrevistas, a Internet, livros e revistas, responda as questões a seguir:

1. O que é tratamento de esgoto?
2. Pesquise alguns métodos de tratamento de esgoto.
3. O esgoto de Sete Lagoas é tratado? Quantas e quais estações de tratamento de esgoto existem na cidade?
4. Pesquise o que são e qual a diferença entre ETE, ETA, ETEF e ETAF.

Fonte: APOSTILA Projeto **Água em Foco: qualidade de vida e cidadania.** Cecimig/FaE/UFMG. 2012. Roteiro Adaptado.

ANEXO 3: Roteiro Experimental: Determinação do Oxigênio Dissolvido

Reagentes

- Sulfato de manganês II sólido - $MnSO_4$,
- Iodeto de potássio sólido – KI
- Hidróxido de sódio sólido – NaOH - Produto corrosivo.
- Solução de Tiossulfato de sódio pentahidratado solução ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$)
- Ácido sulfúrico concentrado - H_2SO_4 - Produto corrosivo.
- Amostra de água

Procedimento

1) Encha o frasco da amostra com a água a ser analisada evitando a formação de bolhas (mergulhe o frasco no balde com a amostra, tampando-o ainda dentro da água). Ao retirar o frasco do balde, enxugar com papel e observar se existem bolhas. Se existirem, repetir o procedimento até conseguir obter a água sem bolhas.

2) Prepare uma solução saturada de sulfato de manganês II ($MnSO_4$) em outro frasco: adicione 5 ml de água e adicione aos poucos sulfato de manganês II utilizando a colherinha presente no KIT do aluno. Mexa com a colher até que a dissolução se complete. Após observar que a solução está incolor, repita o procedimento da adição do sulfato de manganês II e agitação até que a solução fique levemente turva, o que significa que a solução está saturada, ou seja não é possível dissolver mais sulfato de manganês II nesse volume de água.

3) Utilizando uma seringa retire e descarte 3 mL da amostra de água. Com outra seringa adicione 3 ml da solução preparada anteriormente na amostra de água a ser analisada, tampe o frasco e o agite levemente. Tome o cuidado de não deixar que se formem bolhas no frasco; por isso retire exatamente a quantidade de amostra equivalente ao que vai ser adicionado a cada etapa.

4) Abra o frasco e adicione hidróxido de sódio (NaOH) (cerca de 4 pastilhas)

com a colher medidora. Em seguida, adicione todo o iodeto de potássio (KI) disponível no saquinho (~0,50g). Tampe o frasco e agite bem.

5) Deixe a amostra em repouso por alguns minutos até a decantação do material formado.

6) Retire e descarte 3 mL da solução contida no frasco da amostra. Adicione 2 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado a fim de dissolver o precipitado.

7) Com uma seringa, retire 20 mL da solução do frasco contendo a amostra e transfira para um copo vazio.

8) Titule a solução com tiosulfato de sódio ($Na_2S_2O_3$) (adicione $Na_2S_2O_3$ gota a gota sobre a amostra) até que a solução mude de cor. A solução de tiosulfato de sódio será preparada pelo professor utilizando 0,11g de tiosulfato diluídos em balão de 100mL.

9) Repita as etapas 7 e 8 duas vezes.

10) Faça a determinação do oxigênio dissolvido obtendo a média do número de gotas gasto nas 3 titulações e consultando a **Tabela 2**.

11) Faça o cálculo do teor da concentração de oxigênio dissolvido conforme orientações do seu professor e compare com os valores de referência. Quais as conclusões sobre o teor encontrado?

Atividades

Anotações que devem ser feitas no decorrer do experimento

Tabela 1: Anotações que devem ser feitas no decorrer do experimento

Procedimento	Observações
Adição da solução de sulfato de manganês II com posterior agitação	
Adição de iodeto de potássio	
Adição de hidróxido de sódio	
Adição de ácido sulfúrico concentrado	
Adição de gotas de tiosulfato de sódio	

Tabela 2: Esquema de interpretação do resultado experimental, relacionando o número de gotas gastas na titulação com a concentração de oxigênio dissolvido

Gotas de solução de tiosulfato gastas na titulação	Concentração de oxigênio dissolvido na amostra (em mg/L)
5	2,9
6	3,5
7	4,1
8	4,7
9	5,3
10	5,9
11	6,5
12	7,1
13	7,7
14	8,2
15	8,8
16	9,4
17	10
18	10,6
19	11,2
20	11,8
21	12,4
22	13
23	13,6
24	14,2
25	14,8
26	15,4

Fonte: APOSTILA Projeto **Água em Foco: qualidade de vida e cidadania.** Cecimig/FaE/UFMG. 2012.

ANEXO 4 : Roteiro Experimental: Análise do pH - Construção da escala de pH utilizando extrato de repolho roxo

Preparação do Extrato de Repolho Roxo

Materiais

- Vasilha Metálica de aproximadamente 1 litro;
- Ebulidor;
- 3 folhas de repolho roxo;
- 600 mL de água filtrada.

Procedimentos

Colocar as folhas de repolho roxo picadas dentro da vasilha com água, aquecendo por 5 minutos. Resfriar o extrato antes de utilizá-lo.

Obs.: É importante que o extrato seja preparado e usado num curto período de tempo, para que não sofra decomposição.

Construção da Escala de pH

Preparo das Soluções

1. Solução diluída de ácido clorídrico, HCl

Essa solução é preparada diluindo-se 1,0 mL de ácido clorídrico concentrado em água até completar 100 mL.

2. Solução diluída de hidróxido de sódio, NaOH (I)

Essa solução é preparada dissolvendo uma pastilha de soda cáustica em 100 mL de água.

3. Solução diluída de hidróxido de sódio, NaOH (II)

Essa solução é preparada dissolvendo seis pastilhas de soda cáustica em 100 mL de água.

4. Solução a 2,7% de hidróxido de amônio, NH₄OH

Essa solução é preparada diluindo-se aproximadamente 10 mL de uma solução a 27% de hidróxido de amônio (que é a concentração na qual o reagente é vendido) em água suficiente para completar 100,0 mL.

Materiais utilizados na construção da escala de pH:

- 1 frasco com o extrato de repolho roxo
- 1 suporte para tubos de ensaio
- 1 seringa de 10 mL
- 1 caneta de retro projetor
- Hidróxido de sódio (NaOH)
- Ácido Clorídrico (HCl)
- Hidróxido de amônio (NH₄OH)
- Vinagre Branco
- Álcool Etílico 96°
- 8 tubos de ensaio
- 7 frascos rotulados com os seguintes reagentes: água filtrada, HCl diluído, vinagre branco, álcool 96° GL, solução de amônia 27% e duas soluções de NaOH (I) e (II)
- 1 seringa de 10 mL, descartável e sem agulha

Materiais utilizados para a determinação do pH das amostras:

- 1 frasco conta-gotas com o extrato de repolho roxo
- 1 seringa de 10 mL, descartável e sem agulha
- 1 tubo de ensaio

Procedimentos:

- 1) Numerar os tubos de ensaio de 1 a 8;
- 2) Adicionar, em cada tubo de ensaio, utilizando uma seringa, 3 mL do extrato de repolho roxo. Anotar a cor observada do extrato no **Tabela 2;**

- 3)** Adicionar, em cada tubo de ensaio, os outros reagentes indicados na **Tabela 1**. Agitar com cuidado, de forma a não entornar a solução que está sendo preparada. Anotar a cor observada na **Tabela 2**, para cada solução preparada;
- 4)** Rotular, então, os tubos de ensaio com os valores de pH aproximados, de acordo com a **Tabela 1**. Fazer um traço por baixo do valor do pH para diferenciá-lo da numeração do tubo.

Tabela 1 - Preparação da escala padrão de pH

Solução	Preparo	pH
I	100 gotas de HCl diluído + 3 mL de extrato de repolho roxo	1
II	3 mL de água filtrada + 60 gotas de vinagre branco + 3 mL de extrato de repolho roxo	3
III	50 gotas de álcool comum + 3 mL de repolho roxo	5
IV	5 mL de água filtrada + 3 mL de extrato de repolho roxo	6
V	5 mL de água filtrada + 1 gota de solução de hidróxido de amônio a 2,7% + 3 mL de extrato de repolho roxo	9
VI	5 mL de água filtrada + 10 gotas de solução de hidróxido de amônio a 2,7% + 3 mL de repolho roxo	11
VII	5 mL da solução diluída de NaOH (I) + 3 mL de extrato de repolho roxo	12
VIII	2,5 mL de água filtrada + 5 mL de solução diluída de NaOH (II) + 3 mL de extrato de repolho roxo	14

Tabela 2 - Cores observadas para as diferentes soluções preparadas

Solução	Cor observada
Extrato de repolho roxo	
I	
II	
III	

IV	
V	
VI	
VII	
VIII	

Determinação do pH de amostras de outras substâncias

Materiais

- 4 tubos de ensaio
- 1 seringa de 10 mL
- 1 caneta de retro projetor
- Suporte para tubos

Amostras Analisadas

Amostras-problema → amostras I, II e III.

Procedimento

- 1) Medir, utilizando uma seringa, 5mL da água a ser analisada e transferi-la para um tubo de ensaio limpo e seco;
- 2) adicionar 3 mL do extrato de repolho roxo;
- 3) agitar com cuidado, de forma a não entornar a solução que está sendo preparada;
- 4) observar a coloração obtida e compará-la com a escala de pH construída utilizando-se extrato de repolho roxo;
- 5) determinar, com base nessa comparação, o valor aproximado do pH da água analisada.

Obs: Colocar um papel branco de fundo para melhorar a visualização das cores da escala.

- 6) Repetir as etapas de 1 a 5 para as demais amostras.

Determinação das pH das amostras de água

Tabela 3: Cores observada para amostras e pH aproximado

Amostra	Coloração observada	pH aproximado
I		
II		
III		

Questões para discussão:

1. O extrato de repolho roxo, como o próprio nome diz, apresenta a cor roxa em água. Porém, ao adicionarmos as substâncias mencionadas na Quadro1, a cor roxa se modifica. Sabendo-se que as diferentes substâncias adicionadas - HCl diluído, vinagre branco, álcool, solução de amônia e NaOH diluído - são **incolores** em solução, por que a escala construída apresenta diferentes cores?
2. Qual é a função do extrato de repolho roxo no experimento realizado?
3. Nas soluções I, II e III foram adicionados ao repolho roxo uma amostra de HCl diluído, vinagre branco e álcool, respectivamente. O que essas substâncias têm em comum em termos de comportamento ácido/básico?
4. Já nas soluções 5, 6, 7 e 8 foram adicionadas ao repolho roxo duas amostras de solução de amônia e 2 amostras de solução de NaOH, respectivamente. O que essas substâncias têm em comum em termos de comportamento ácido/básico?
5. Caracterize os extremos da escala padrão de pH, em termos de comportamento ácido/básico.

Fonte: APOSTILA Projeto **Água em Foco: qualidade de vida e cidadania.** Cecimig/FaE/UFMG. 2012

ANEXO 5 : Roteiro Experimental: Temperatura

Para trabalharmos a construção desses conceitos, fez-se um experimento com três recipientes, um com água gelada, um com água quente e outro contendo água na temperatura ambiente. Os alunos mergulharam simultaneamente, por aproximadamente 30 segundos, uma mão no recipiente contendo a água fria, e a outra na água quente, e em seguida colocaram as duas mãos por aproximadamente 10 segundos na água a temperatura ambiente.

Discutimos qual a sensação percebida em cada mão, qual mão recebeu ou perdeu calor, o que acontece quando dois corpos com temperaturas diferentes são colocados em contato, e assim pudemos diferenciar os conceitos de calor e temperatura.

A seguir, procedemos a medição da temperatura da água da lagoa através da utilização de um termômetro.

ANEXO 6: Roteiro Experimental: Turbidez

Como construir o tubo turbidímetro

Materiais

- 3 garrafas de água mineral pequenas e vazias (aproximadamente 500 mL);
- 1 vidro de esmalte branco;
- 1 vidro de esmalte preto;
- estilete;
- régua.

Procedimento de Construção

O turbidímetro é feito utilizando-se as três garrafas de mesmo tamanho e forma. A primeira garrafa deve ser cortada na segunda metade superior, aproximadamente 11 cm da base. Descarte a parte de cima e reserve a de baixo.

Da segunda garrafa você vai cortar o fundo. Em seguida, você vai retirar a parte superior cortando-a, aproximadamente, a 12 cm da base. Repare que um lado fica mais largo e o outro fica mais fino.

Encaixe a segunda garrafa na primeira utilizando o lado mais fino. Tome cuidado para não amassar a garrafa.

Da terceira garrafa você também vai cortar o fundo. Em seguida, corte a parte superior. O corte pode ser feito perto do gargalo da garrafa, aproximadamente, a 15 cm da base.

Encaixe a terceira parte na segunda. Repare que o encaixe precisa ficar bem feito. Teste o seu turbidímetro colocando água, para se certificar de que ele não está vazando. Nesse modelo não é preciso passar cola ou fita adesiva.

Com os esmaltes você vai pintar o fundo do modelo conforme a figura 16.2.

Gradue o tubo a partir de sua base, conforme mostra a Tabela 16.2

Para essa marcação de escala, utilizou-se um modelo baseado em informações do Environmental Resources Center, UW-Madison.

Tabela 1: Graduação do tubo em unidades de turbidez

Linha	Distância a partir da base (cm)	Unidades de Turbidez (NTU)
1	7,3	200
2	11,4	100
3	19,1	50
4	31,1	20
5	43,2	15
6	53,7	10

Roteiro Experimental

Materiais

- 4 béqueres de mesma capacidade
- Água da torneira
- Água filtrada
- Frasco contendo solução 1
- Frasco contendo a solução 2
- Etiquetas adesivas
- Bastão de vidro ou colher para misturar

Procedimentos e análises

1) Utilizar os turbidímetros para verificar a unidade de turbidez de algumas amostras de água (não se esqueça de preencher o nome das amostras contidas nos béqueres 3 e 4 que você testou).

Sistemas	Amostras	Unidade de Turbidez encontrada (UNT)	De acordo com o resumo da resolução do CONAMA essa água é própria para uso ou consumo humano
-----------------	-----------------	---	---

Béquer 1	Água sem filtrar		
Béquer 2	Água filtrada		
Béquer 3			
Béquer 4			

Questões

1. A água dos béqueres 1, 2, 3 e 4 podem ser ingeridas? Justifique.
2. Pesquise se a água que chega na torneira da sua casa passou por algum sistema de tratamento.
3. Se houve um tratamento anterior, por que tem que ser filtrada? Explique.
4. Analisando o conteúdo dos 4 béqueres, o que você pode dizer: trata-se de uma mistura ou de uma substância?
5. Você diria que a água de algum desses béqueres está poluída? Qual (is)?
6. O que você entende por poluição das águas?
7. Que diferença existe entre poluição e contaminação?
8. A água de algum desses béqueres está contaminada?
9. Por que nem sempre podemos visualizar partículas dispersas na água?

Fonte: APOSTILA Projeto **Água em Foco: qualidade de vida e cidadania.** Cecimig/FaE/UFMG. 2012

ANEXO 7: Roteiro Experimental: Condutividade Elétrica

Objetivo

Verificar qualitativamente a relação entre a condutividade, a natureza de substâncias e a concentração de soluções utilizando um circuito simples acoplado a uma lâmpada.

Material

- Colher
- Copo
- Água destilada
- Água de torneira
- Sal de cozinha
- Açúcar
- Ácido Acético (vinagre)
- Etanol
- Recipiente para preparo de soluções
- Circuito elétrico com led ou lâmpada

Observações Importantes

- Sempre que for limpar os fios desligue o dispositivo da fonte de energia.

Procedimento

Parte Experimental Atividade I:

1. Coloque o fio condutor em contato com as amostras e conecte o circuito na tomada. Observe o que acontece.

2. Preencha a tabela 1 registrando suas observações, utilize as seguintes representações: (-) não acende; (+) luz fraca; (++) luz média; (+++) luz forte.

Tabela 1: Condutividade de diferentes soluções

Materiais	Observações
------------------	--------------------

Dispositivo	
Água	
Água + Açúcar	
Água + Álcool	
Água + Sal	
Ácido Acético	
Vinagre (solução água + ácido acético)	
Cloreto de Sódio	
Açúcar	
Fio de cobre	

Parte Experimental Atividade II:

1. Prepare as soluções de sal em água indicadas na tabela 2. Use uma colher pequena e rasa como medida.
2. Coloque o fio condutor em contato com as amostras como indicado na figura e conecte o circuito na bateria. Observe o que acontece.
3. Preencha a tabela 2 registrando suas observações, utilize as seguintes representações: (-) não acende; (+) luz fraca; (++) luz média; (+++) luz forte.

Tabela 2: Condutividade e concentração das Soluções

Solução	Quantidade de NaCl e de água	Observações
1	1 colher em um copo de água	
2	2 colher em um copo de água	
3	3 colher em um copo de água	
4	4 colher em um copo de água	

Experimento adaptado- Interações e Transformações: Química - Ensino Médio: Livro do aluno: Guia do Professor/GEPEQ. 7. Ed.-São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

Conclusões

1. Classifique os materiais testados como condutores ou mau condutores (isolantes).

2. Quando você ligou o dispositivo de teste a tomada o que aconteceu? E quando usou um fio de cobre? Como você classificaria esse metal?
3. Levando em conta as observações, e lembrando que os fios elétricos, bem como os cabos das ferramentas utilizados pelos eletricitistas, são revestidos de plástico, como você classificaria esse material?
4. Cite algumas observações realizadas em sua vida diária que indiquem que a borracha é isolante.
5. Os materiais considerados como condutores conduzem corrente elétrica com a mesma intensidade? Explique sua resposta.
6. No procedimento 2, o que foi observado? Por que isso acontece?

Questões:

1. Como essas substâncias podem ser representadas quando estão em solução aquosa?
2. Identifique quais das substâncias sofrem o processo de Dissociação e o de Ionização, analisando sua condutividade elétrica em solução aquosa.
3. Os eletrólitos permitem a passagem de corrente elétrica, como funciona um eletrólito?
4. Por que levamos um choque maior quando estamos molhados do que quando estamos secos?
5. Como explicar, o fato da água potável conduzir eletricidade?

Fonte: APOSTILA Projeto **Água em Foco: qualidade de vida e cidadania.** Cecimig/FaE/UFMG. 2012 (Roteiro Adaptado)