

RIO PARAÍBA DO SUL: CONTEXTUALIZAÇÃO E PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR COMO PROPOSTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA UTILIZANDO SITUAÇÃO DE ESTUDO

Data de submissão: 19/08/2024

Data de aceite: 01/10/2024

Thaila de Souza Castro

Licenciada em Química pela Universidade Federal Fluminense e Professora Instituto Educacional Porto Real

Ronaldo Santos Santana

Docente do Curso de Licenciatura em Química - Universidade Federal Fluminense

Andréa Aparecida Ribeiro Alves

Docente do Curso de Licenciatura em Química - Universidade Federal Fluminense

RESUMO: A Química é vista de forma fragmentada no ensino, nessa perspectiva, acaba sendo implementada de uma maneira limitada e isolada dos saberes constituídos por outras disciplinas curriculares. Dessa forma, para desconstruir essa visão tradicional da química escolar, este capítulo apresentará uma proposta que visa promover a construção do saber científico e a compreensão conceitual dos conteúdos de Química a partir da intersecção de diferentes disciplinas. Os pressupostos teóricos são baseados na interdisciplinaridade, utilizando-se de uma sequência de Situação de Estudo na contextualização

da temática do Rio Paraíba do Sul, a fim de promover uma aprendizagem pautando-se na teoria histórico-cultural de Vygotsky. Com essa proposta, espera-se repertoriar os professores de modo a possibilitar, com subsídios teóricos e práticos, trabalhar e desenvolver tais conhecimentos de modo mais interdisciplinar. Além disso, pretende-se ampliar o olhar do docente acerca da importância da interdisciplinaridade na formação completa do indivíduo de modo a desenvolver aspectos da sua cidadania, considerando uma realidade que é plural tanto em aspectos sociais quanto de aprendizagem.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Ambiental, Interdisciplinaridade, Educação Química

1 | INTRODUÇÃO

A escola é um dos locais para aquisição e ressignificação de saberes, e que possui a responsabilidade de promover o desenvolvimento da educação plena do indivíduo, formar cidadãos que compreendam o mundo ao seu redor e que pensem de forma autônoma e crítica acerca da realidade em que vivem, para

assim, utilizarem o que foi aprendido para serem protagonistas de suas decisões. No campo da educação em Ciências, a expectativa é que essa formação integral dê subsídios para que os estudantes possam avaliar criticamente o mundo ao seu redor e tomem decisões mais assertivas considerando o conhecimento científico.

Segundo Cardoso (2013), para favorecer o pleno desenvolvimento de um indivíduo é muito importante considerar o processo educacional ao qual está inserido, assim como os conhecimentos adquiridos que devem ser contextualizados e significativos. Esse ensino deve servir de base e dar suporte para o sujeito realizar decisões que afetam o indivíduo em diversas áreas de sua vida como a econômica, política, cognitiva, familiar, além de se relacionar com o desenvolvimento da tecnologia, meio ambiente, dentre outros. Assim, o estudante é levado a ser capaz de relacionar as diferentes dimensões anteriormente citadas, pois estão intrinsecamente ligadas.

Nos trabalhos de Japiassu (1976), um dos pioneiros nos estudos das Ciências da Educação no Brasil, considera que a interdisciplinaridade possibilita uma relação entre diversas disciplinas, quando trabalhada em torno de um objeto de estudo. Outra referência frequente nesta temática é Fazenda (2008), que apresenta a importância de uma situação problema que será respondida colaborativamente nas intervenções didáticas interdisciplinares, sendo materializada em um ambiente onde os regentes de diferentes matérias se reúnem e se relacionam a partir de um mesmo objeto de estudo.

Dessa forma, percebe-se que uma das maneiras de se trabalhar a interdisciplinaridade, segundo a visão de Japiassu (1976), é a partir do desenvolvimento da Situação de Estudo (SE). Nesta abordagem é possível contemplar de forma interdisciplinar os conhecimentos disciplinares em torno de uma temática. A SE recorre aos conceitos espontâneos dos alunos como base para o desenvolvimento de conceitos científicos, possibilitando assim durante o seu desenvolvimento, a formação de um sistema de conceitos permitindo a evolução conceitual e possivelmente um desenvolvimento real das funções psicológica superiores, conforme os pressupostos teóricos de Vygotsky.

A temática trabalhada na SE parte da vivência dos alunos para desenvolver conteúdos mais amplos e complexos, facilitando assim, a contextualização e significação conceitual e a apropriação dos conteúdos por meio da proximidade entre o plano social e os conceitos científicos. Dessa forma, para se trabalhar o conhecimento científico de maneira interdisciplinar e contextualizada com a realidade dos alunos de Volta Redonda (RJ), o contexto de estudos deste capítulo é em torno da temática da qualidade das águas do Rio Paraíba do Sul.

O Rio Paraíba do Sul é um importante recurso hídrico localizado na região sudeste do Brasil, inserido entre os mais importantes centros econômicos do país, estabelecendo fronteiras com os territórios de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. As águas da bacia são utilizadas para geração de energia elétrica, para o abastecimento humano de mais de 14,2 milhões de pessoas, na agricultura, pesca, recreação, navegação, pesquisa,

mineração, entre outros. No entanto, apesar da sua importância, o rio vem sofrendo com uma série de impactos ambientais colocando em risco a qualidade da água (CEIVAP, 2019).

Com base nesses aspectos, neste capítulo de livro temos como objetivo geral: utilizar da Situação de Estudo para propor uma sequência didática numa perspectiva interdisciplinar e contextualizada. Essa intervenção didática versa sobre a qualidade das águas do Rio Paraíba do Sul, e tem como finalidade auxiliar os alunos na construção do conhecimento químico atrelado ao tema.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os pressupostos teóricos deste estudo foram embasados na abordagem histórico-cultural de Lev Vygotsky, a teoria sociocultural, cognitivista e construtivista. Essas vertentes teóricas compreendem que o desenvolvimento cognitivo não pode ser estudado desatrelado de variáveis oriundas do plano social, histórico e cultural ao qual o aluno está inserido. As vertentes Vygotskianas partem do princípio de que a origem de processos mentais superiores, como pensamento, linguagem e comportamento sofre forte influência de processos sociais, assim, um elemento importante para o desenvolvimento cognitivo são os processos de socialização. A conversão de processos sociais em processos mentais é feita por meio da mediação, a partir dela se dá a internalização de processos sociais, históricos e culturais pelo indivíduo (Moreira, 2011).

Para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores são necessários a internalização dos instrumentos e signos, no âmbito da interação, a aprendizagem mediada é então uma condição para o desenvolvimento dessas funções, desde que ela esteja considerando a zona de desenvolvimento proximal do indivíduo (Rivière, 1987 *apud* Moreira, 2011). Em sua elaboração conceitual, Vygotsky apresenta dois tipos de níveis: o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial. O primeiro se refere às capacidades ou funções já consolidadas pelo o indivíduo, as quais ele já realiza sozinho, sem a colaboração de outro parceiro. Já o nível de desenvolvimento potencial é definido como aquilo que o indivíduo necessita do auxílio/ajuda de outro parceiro, pois ainda não consegue realizar sozinho.

Nos estágios de menos autonomia, o indivíduo pode aprender por meio do diálogo, colaboração e imitação, sendo as experiências mediadas essenciais nesse processo. A distância entre o que o indivíduo é capaz de fazer sozinho (desenvolvimento real) e o que ele é capaz de fazer com a ajuda de outro (desenvolvimento potencial) é definido como zona de desenvolvimento proximal. Esse período é configurado como o que o indivíduo necessita de apoio, até que esteja apto a realizar com mais autonomia (Coelho; Pison, 2012). Dessa forma, para Vygotsky, a interação social que propicia a aprendizagem deve acontecer considerando a zona de desenvolvimento proximal (Moreira, 2011).

Os espaços mediados possibilitam ao aluno um melhor espaço para a apropriação

de conceitos científicos, a partir dos conceitos espontâneos, com o intuito de promover uma evolução conceitual. Se isso for alcançado, possivelmente, o aluno alcançará o seu nível de desenvolvimento potencial. Para tanto, deve-se partir dos conhecimentos prévios dos alunos, pois estão significados e já internalizados. Dessa forma, o trabalho docente na ação pedagógica deve valorizar esses conhecimentos, pois terão impacto direto na aprendizagem. Assim, através de intervenções pedagógicas assertivas, conforme os pressupostos de Vygotsky, o trabalho com os conceitos científicos terão melhor espaço para serem desenvolvidos, por meio das experiências dos alunos os conceitos do cotidiano terão mais chances de serem organizados rumo ao processo de abstração (Maldaner et al., 2001).

Além das interações no plano social, algo que tem sido recomendado como importante no desenvolvimento dos estudantes são as propostas que não trabalham o conhecimento de modo isolado ou estanque e dessa necessidade surgem as propostas interdisciplinares. Conforme supracitado, o entendimento sobre a interdisciplinaridade tem sido discutido em grande escala por muitos autores como Hilton Japiassu e Ivani Fazenda, principais pesquisadores no estudo dessa temática no Brasil. Tal abordagem é considerada essencial para a formação dos alunos, pois possibilita a eles uma compreensão ampla do conhecimento, uma visão de mundo vinculada à sua diversidade e minimiza a apresentação do saber de modo fragmentado. Dessa forma, promove-se uma formação mais real e completa do conhecimento que tem sido sistematizado pela sociedade.

Segundo Thiesen (2008) é possível encontrar diversas definições para interdisciplinaridade, assim sendo, deve-se evitar a busca por conceituações mais abstratas. No entanto, pode-se afirmar:

No campo conceitual que a interdisciplinaridade será sempre uma reação alternativa à abordagem disciplinar normalizadora (seja no ensino ou na pesquisa) dos diversos objetos de estudo. Independente da definição que cada autor assuma, a interdisciplinaridade está sempre situada no campo onde se pensa a possibilidade de superar a fragmentação das ciências e dos conhecimentos produzidos por elas e onde simultaneamente se exprime a resistência sobre um saber parcelado (Thiesen, 2008, p. 547).

Japiassu relata que a “interdisciplinaridade se caracteriza pela intensidade das trocas entre os especialistas e pelo grau de integração real das disciplinas no interior de um projeto específico de pesquisa” (Japiassu, 1976, p. 74). A interdisciplinaridade possibilita a construção de relações entre as diversas disciplinas frente a um mesmo objeto de estudo, modificando apenas a forma como é realizada a análise (Halmenschlager; Souza, 2012). A interdisciplinaridade tem papel educacional acerca do desenvolvimento de conhecimento integral, “favorece novas formas de aproximação à realidade social e novas leituras das dimensões sócio culturais das comunidades humanas” (Fazenda; Varella; Almeida, 2013, p. 850).

A interdisciplinaridade pode ser desenvolvida de diversas maneiras, uma delas

é ao longo de uma Situação de Estudo. A SE é uma proposta de orientação acerca da organização do ensino de ciências, desenvolvido pelo Grupo Interdepartamental de Pesquisa sobre Educação em Ciências (Gipec) da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ). O objetivo desta proposta foi auxiliar no complexo trabalho docente, priorizando uma abordagem contextualizada e interdisciplinar, articulando saberes e conteúdos de ciências em torno de um objeto de estudo que considera a realidade dos alunos (Maldaner; Zanon, 2004; Halmenschlager; Souza, 2012). Nesse sentido,

(...) numa situação de estudo, o caráter interdisciplinar não elimina nem reduz o caráter necessariamente disciplinar do conhecimento científico. Ao contrário, os conhecimentos disciplinares se inter-complementam e, mais que isso, se relacionam com saberes vivenciais, o que lhes confere maior validade, identidade e significação, nos contextos da formação escolar. A situação de estudo estimula a percepção das inter-relações entre conceitos, linguagens, fenômenos, tecnologias, questões ambientais, tecnológicas, sociais, permitindo desenvolver uma visão articulada para as transformações do meio e do próprio ser humano em seu meio - também como construtor e transformador desse meio. Assim, em tais processos, o aprendizado disciplinar requer o uso de modelos e linguagens das diversas ciências - da Biologia, Física, Química, Geologia, Ciências - de forma contextualizada e vivencial. Assume um papel formativo essencial, na medida em que os conceitos são significados e usados em contextos práticos, na exploração de problemáticas reais, plurais e multidisciplinares por excelência (Maldaner; Zanon, 2004, p. 48).

A SE é desenvolvida em três etapas: (1) problematização, (2) primeira elaboração e (3) função da elaboração e compreensão conceitual (Auth, 2002; Gehlen; Delizoicov; Maldaner, 2012; Halmenschlager; Souza, 2012).

Na primeira etapa, no momento da problematização, é apresentado aos alunos situações reais que fazem parte da realidade e do cotidiano deles. Nesse momento, busca-se que os alunos deixem explícitos os conhecimentos e explicações acerca da situação problema proposta. Nesse momento, a partir de uma problematização dos conceitos espontâneos se introduz os conceitos científicos, através de discussões e pontos de vista colocados pelos alunos. Além disso, é válido ressaltar que esse momento considera as experiências de vida que os estudantes possuem. O professor então introduz palavras que durante o desenvolvimento da SE estarão relacionadas com um conceito a ser estudado pelos alunos. Além disso, é indispensável que o professor perceba a realidade a qual os alunos estão inseridos para assim propor problemáticas que fazem parte da realidade dos mesmos.

Na segunda etapa, no momento da primeira elaboração, a partir de atividades que envolvam textos científicos que aprofundam os conhecimentos inseridos na primeira etapa, o aluno tem o primeiro contato com o conhecimento científico num nível mais elevado que na primeira elaboração. Nesse momento os conhecimentos científicos passam a ter significados para além da palavra representativa do conceito, trabalhada no primeiro

momento. Nesta etapa os conceitos são apresentados em novos contextos, que extrapolam o contexto inicial usado para introduzi-lo. O intuito é fazer com que os significados iniciais evoluem, pois a significação do conceito científico é o objetivo da SE.

A terceira e última etapa é o momento da função da elaboração e compreensão conceitual, esse momento está relacionado ao nível conceitual atribuído a cada ciclo de estudo ou série. É nesse momento que deve ocorrer a sistematização. Nessa etapa, são explorados com os alunos, problemas que são explicados por meio dos conhecimentos científicos, sendo o aluno capaz de identificar conceitos os quais já teve contato nas etapas anteriores. Nessa etapa, significados já construídos são apresentados ao aluno sob novas perspectivas, com o intuito de que o aluno compreenda e comece a relacionar as palavras representativas para além das situações apresentadas no desenvolvimento da SE.

Desse modo, busca-se a generalização, a evolução e a movimentação dos conceitos científicos e espontâneos. Se isso for alcançado, possivelmente, o aluno alcançará o seu nível de desenvolvimento potencial. Além disso, pode-se haver a retomada das questões iniciais apresentadas na problematização, com o objetivo de compreensão conceitual da mesma.

Neste capítulo será apresentada uma SE com a temática envolvendo o Rio Paraíba do Sul, localizado na região sudeste do Brasil. Essa bacia hidrográfica é muito importante para região sudeste, principalmente para o estado do Rio de Janeiro onde é considerada a maior bacia hidrográfica do estado. Além disso, ao longo de sua área há diversas indústrias instaladas que fazem uso das águas, essas, por conta da legislação, devem promover o tratamento de efluentes e eliminar os lançamentos de cargas tóxicas nos rios.

Uma das empresas instaladas ao longo do rio é a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), sendo a maior indústria siderúrgica do Brasil e da América Latina, e uma das maiores do mundo, localizada no município de Volta Redonda. Essa se destaca entre as outras empresas por captar a maior quantidade de água do rio, a qual possui em sua outorga a vazão de 6,4 m³/s de água.

Além disso, a Companhia Siderúrgica Nacional possui um histórico de vazamentos de cerca de 2,5 milhões de litros de resíduos tóxicos. Sendo dois episódios que marcaram esses acidentes: um em 2004 pela contaminação do solo e do lençol freático o qual, foram apontados níveis altos de produtos tóxicos, entre eles metais como cádmio, zinco, chumbo e cromo, os quais em altas concentrações são nocivos à saúde; o segundo, ocorreu em 2013 com a contaminação do terreno localizado em Volta Grande IV que atingiu o lençol freático e o Rio Paraíba do Sul. Depois de feitas as análises pelos técnicos do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), foram apontadas concentrações elevadas de metais pesados, dentre eles, cádmio, cromo, hidrocarbonetos como o benzopireno e substâncias que são atualmente proibidas no país, como o ascarel. Neste episódio a companhia foi multada pela Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS/RJ) em R\$ 35 milhões (AGEVAP, 2014).

A água do Rio Paraíba do Sul é muito importante para o manejo e sustento das cidades localizadas em sua extensão, dessa forma, a qualidade da mesma deveria ser algo inquestionável. No entanto, apesar da sua importância, o Rio Paraíba do Sul vem sofrendo com uma série de impactos ambientais. Além de acidentes por contaminação de empresas e indústrias, há impactos causados por ações antrópicas que vem colocando em risco a qualidade da água. Os impactos ambientais são devido ao alto grau de urbanização na bacia e ao elevado nível de atividade econômica, fazendo com que se intensifique a poluição de lixo e esgotos domésticos que chegam *in natura*, aliado ao baixo índice de tratamento de esgotos domésticos que aumenta a carga de poluente na Bacia. Há também o desmatamento nas margens do rio, que faz com que haja uma alteração da vegetação e assim se intensificando os processos de erosão, assoreamento do rio e redução de sua vazão (Avellar, 2015).

A água é uma das substâncias essenciais para todas as formas de vida, pois os seres vivos dependem dela para sobreviverem. A água apresenta diversas características advindas do ambiente onde se encontra, influenciadas por algumas circunstâncias/variáveis ou por atividade humana. Essas características são mensuradas por variáveis de natureza física, química e biológica e dependendo da concentração pode alterar o grau de pureza da água. Os parâmetros apresentados evidenciam processos que os corpos hídricos sofrem por determinadas alterações ao longo de sua extensão (Schneider, 2017). Alguns dos principais parâmetros que são indicadores da qualidade da água serão definidos a seguir, divididos por aspectos físicos (temperatura, turbidez, condutividade elétrica), químicos (oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico – pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Nitrogênio, Fósforo) e biológicos (Coliformes totais e termotolerantes, Enquadramento da qualidade da água).

No estado do Rio de Janeiro, os órgãos que realizam o monitoramento da qualidade das águas doces são o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) e a Agência Nacional de Águas (ANA) (AGEVAP, 2018). O INEA mensalmente disponibiliza o “Boletim Consolidado de Qualidade das Águas” que apresenta os índices de qualidade da água por região hidrográfica. Neste boletim, apresentam-se resultados do monitoramento dos corpos de água doce contendo os valores dos parâmetros de Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Fósforo Total, Nitrogênio Nitrato, Potencial Hidrogeniônico, Turbidez, Sólidos Dissolvidos Totais, Temperatura da Água e do Ar e Coliformes Termotolerantes (INEA, 2018). Nessas cidades há postos de monitoramento dos corpos de água doce. Os postos de análise da água, PS0421 e PS0419, do Rio Paraíba do Sul, estão localizados na cidade de Volta Redonda.

3 | METODOLOGIA

A seguir será apresentada uma proposta de sequência didática que foi pautada

nas etapas da Situação de Estudo, a qual possui, conforme já citado, o momento da problematização, primeira elaboração e momento de função da elaboração e compreensão conceitual. Os conceitos fundamentais de Química que foram abordados tiveram como objetivo produzir uma visão global, interdisciplinar, acerca do Rio Paraíba do Sul e ir além, por isso, alguns conteúdos das disciplinas de Biologia e Física serão abordados. A sugestão de aplicação desta sequência é para o segundo ano do Ensino Médio.

Na primeira etapa da sequência, no momento da problematização, foi introduzido a situação problema e a contextualização dela. Assim, nos momentos iniciais sugere-se uma visita com os alunos a algum ponto do Rio Paraíba do Sul. No local, a proposta é que os alunos respondam um Pré-Teste que será distribuído com questões problematizadoras sobre o rio e a qualidade de sua água. A seguir apresentaremos as questões citadas:

1. Pode-se ter contato primário com as águas do Rio Paraíba do Sul, como nadar e mergulhar? () Sim, () Não. Justificativa;
2. Em sua opinião, as águas do Rio Paraíba do Sul são de boa qualidade? () Sim () Não. Cite quais critérios você utiliza nessa avaliação.
3. No estado do Rio de Janeiro, os órgãos que realizam o monitoramento da qualidade das águas doces são o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) e a Agência Nacional de Águas (ANA). Você sabe quais fatores biológicos, físicos e químicos que são usados para monitorar a qualidade da água do Rio Paraíba do Sul? Se sim cite-os.
4. Como as alterações destes parâmetros afetam a vida aquática?

Além disso, foi proposto a realização de observação e listagem de algumas características do local como a cor da água, cheiro, materiais flutuantes, resíduos sólidos e outros aspectos observados por eles durante a visita. Ainda na visita, juntamente com os alunos, seria coletado amostras de água do rio para análise qualitativa dos parâmetros. Posteriormente, em sala de aula, é proposto que o professor iniciasse um debate acerca das questões supracitadas e os alunos seriam convidados a participarem com suas opiniões e posicionamentos.

No segundo momento, na etapa da primeira elaboração, após as indagações e discussões realizadas no primeiro momento, foi proposto introduzir o conteúdo curricular necessário para o entendimento sobre a qualidade da água. No início do segundo momento, seria feito a leitura do texto “Importância e disponibilidade da água doce” de Miller (2007), que discute sobre a importância da água para os seres vivos, sua disponibilidade no planeta, bem como a poluição crescente que vem assolando os mananciais de água doce, o que põe em risco a qualidade da água.

Em seguida, seria apresentado aos alunos slides com uma discussão introdutória acerca da resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), sobre as classes e os usos preponderantes da água. Após, seria apresentado todos os parâmetros

que o CONAMA usa para determinar a qualidade da água doce. A partir disso, seria inserido o conteúdo de parâmetros químicos, físicos e biológicos que são importantes para a determinação da qualidade da água para a classe 2. No entanto, deve-se enfatizar que nesta proposta, nem todos os parâmetros indicados pelo CONAMA serão trabalhados, apenas os essenciais que corroboram para sanar as questões iniciais.

Além disso, para análise qualitativa de alguns parâmetros seria utilizada a amostra de água do rio coletada na visita de campo. No entanto, como fonte de valores de referências dos parâmetros foi utilizado dados obtidos no último boletim de monitoramento dos parâmetros físicos, químicos e biológicos dos corpos de água doce da Região Hidrográfica III, mais especificamente os dados dos pontos de coleta PS0419 e/ou PS0421 os quais estão localizados na cidade de Volta Redonda. Dito isso, seriam trabalhados os parâmetros que influenciam na qualidade da água.

No estudo do parâmetro químico turbidez, seria solicitado aos alunos para relatarem a cor do rio no dia da visita, qual a definição desse parâmetro e causas que interferem na turbidez do rio. Com as respostas, seria introduzida a definição de turbidez, as possíveis causas naturais e antrópicas para esse fenômeno, relação com ocupações inadequadas. Além disso, foi proposto uma discussão sobre a interferência da turbidez da água nas reações de fotossíntese e consequências para vida aquática, sua unidade de medida de turbidez (UNT), o método de medição e relação com a transparência da água.

O próximo passo é a realização de um experimento para quantificar a turbidez da água do rio coletada, a partir da construção de um tubo turbidímetro graduado em UNT, feito com materiais de baixo custo como garrafas pet. Após a atividade, foi proposta a discussão a respeito de algumas questões sobre esse parâmetro com os alunos. Logo após, seria debatida com os alunos o valor de turbidez do rio encontrado, comparariam com os valores de referência e propõe-se uma averiguação sobre os esses limites segundo a resolução 357 do CONAMA.

Já nos estudos sobre Condutividade Elétrica, se iniciará com a definição do mesmo e como o fenômeno ocorre em solução aquosa relacionada à natureza das substâncias, a presença de íons e como essa propriedade varia com a concentração das substâncias ionizadas em água, com a temperatura e com a concentração relativa de cada íon. Logo após, seria apresentado um simulador virtual gratuito (*Phet Colorado*) sobre o experimento de condutividade elétrica da água e das soluções de Açúcar, Sal e então se realizaria a classificação dessas substâncias quanto ao tipo de ligação química e foi proposto discutir algumas questões.

Além disso, recomendou-se a abordagem a respeito de como o pH influencia na condutividade, a unidade de medida usada, as consequências das variações bruscas desse parâmetro sobre a vida aquática. Logo após, foi proposto relacionar os valores tolerados pela resolução do CONAMA com o valor referência para condutividade elétrica no boletim de monitoramento do rio.

Nos estudos sobre pH, se iniciaria com um texto que aborda o desenvolvimento histórico dos conceitos de ácido e base de Nunes (2014), a partir disso, seriam lecionados os conteúdos sobre a teoria de ácidos. Primeiramente, seria abordado o equilíbrio químico da água e seu caráter neutro e como esse caráter pode mudar com a adição de um ácido ou uma base. A partir dessa discussão, seria apresentada a definição de Arrhenius sobre os conceitos de ácidos e bases. Logo após, seria estudada a escala de pH e indicadores de ácidos e de bases.

Assim, também foi proposto a realização de um experimento que envolve a construção da escala de pH e medição do pH da água do rio a partir desta escala. Feito isso, seria então discutido algumas questões com os alunos. Após isso, recomendou-se a discussão a respeito do valor do pH do rio encontrado, comparando com os valores de referência e averiguando se estão dentro dos limites do CONAMA. Além disso, foi discutida a influência do pH nos corpos aquáticos e como as alterações desse valor podem acarretar a mortes de espécies aquáticas.

Nos estudos de Oxigênio dissolvido se iniciaria as discussões com as seguintes questões:

1. De onde vem esse oxigênio que os peixes respiram? Ele vem da molécula de água que os peixes quebraram para respirar? Explique.
2. A qualidade da água é interferida por conta da quantidade de oxigênio dissolvido nela ? Justifique.
3. Para grande parte das substâncias sólidas, a solubilidade aumenta com a elevação da temperatura. Será que isso também é observado quando dissolvemos um gás em um líquido? Abra uma garrafa gelada (abaixo de 25°C) de refrigerante e outra à temperatura ambiente. Em qual das duas você considera que há mais gás dissolvido? Justifique.
4. Considerando sua resposta à questão anterior, proponha um modelo de partículas para a dissolução dos gases em líquido que explique o fato observado.

Depois de discutidas as questões com os alunos foi proposto a apresentação de uma discussão a respeito da importância desse parâmetro no ambiente aquático, sua origem, a influência da temperatura, pressão atmosférica, sua relação com a profundidade dos corpos d'água e como diminuição da quantidade de oxigênio dissolvido na água pode ser afetada por conta de lançamento de esgoto doméstico nos corpos de água e a turbidez. Após isso foi proposto a execução de um experimento de determinação do oxigênio dissolvido (OD) no rio através da adaptação do método Winkler. Logo após, foi discutido o valor do OD encontrado na água do rio, comparado com os valores de referência e foi realizada uma averiguação para compreender se estão dentro dos limites do CONAMA. Para finalizar, foi discutida a relação entre a quantidade de oxigênio dissolvido e a qualidade da água, já relacionando com as consequências de variações desse parâmetro para o ambiente aquático.

Após foi realizado a análise da Demanda Bioquímica de Oxigênio. Então, recomendamos a apresentação da definição desse parâmetro e sua relação direta com ambientes poluídos, os valores de DBO de alguns efluentes industriais e domésticos sem tratamento. E posteriormente se discutiria as seguintes questões:

1. Em uma importante cidade brasileira há um rio que apresentou os seguintes valores para os teores de oxigênio dissolvido e DBO (Quadro A)

Data	Oxigênio dissolvido (mg/L)	DBO (mg/L)
29/07/2003	0,87	66
29/07/2003	0,30	50
02/08/2005	0,00	100

Quadro A - Teores de oxigênio dissolvido e DBO para um rio em diferentes datas.

1. Utilizando os dados do quadro acima, avalie a possibilidade de existir peixes nesse curso de água.
2. Consulte o quadro A e, utilizando somente os parâmetros “oxigênio dissolvido” e “DBO”, tente enquadrar esse rio em uma das classes do Conama.
3. Discuta as diferenças entre os valores de oxigênio dissolvido e de DBO para esse rio. É possível avaliar se há lançamento de esgotos nesse curso de água?

Após isso, recomenda-se a discussão sobre o valor de referência para DBO no boletim de monitoramento do rio e seria averiguado se estão dentro dos limites estabelecidos na resolução do CONAMA.

Nos estudos sobre o parâmetro biológico de coliformes, foi proposto o início a partir da discussão sobre a definição de bactérias coliformes, suas funções, a relação entre a presença das mesmas no rio e sua relação com a qualidade da água. Além disso, é recomendado o debate a respeito da possível presença de seres patogênicos nesses espaços, salientando o risco de contato primário nas águas onde a presença elevada das mesmas é detectada.

Ademais, outras temáticas podem ser abordadas, como a definição dos subgrupos: coliformes totais, coliformes fecais e *Streptococcus fecalis* usados como referência na contagem de agentes patogênicos. Além disso, foi recomendado apresentar características das diferentes classes de água doce em relação à presença de coliformes, de acordo com o CONAMA. Acreditamos que tais abordagens são importantes no trabalho com a classificação da água, pois a concentração desse parâmetro aumenta à medida que se passa de uma classe a outra. A Resolução CONAMA n. 274, de 2000 classifica as águas em próprias ou impróprias para contato primário de acordo com a quantidade de coliformes presentes. Após isso, é recomendado a discussão sobre o valor de referência para Coliformes no boletim de monitoramento do rio e seria averiguado se estão dentro dos

limites estabelecidos na resolução do CONAMA.

Por fim, na terceira etapa da SE, no momento de função da elaboração e compreensão conceitual, com objetivo central de promover a sistematização dos conceitos, foi proposto voltar ao problema inicial a fim de propor novas situações que apresentam explicações de cunho científico. Serão realizadas duas atividades: aplicação do Pós-Teste contendo as mesmas perguntas do Pré-Teste e exercícios com questões sobre cada parâmetro estudado e sobre Classificação do rio, qualidade da água, interpretações e explicações de parâmetros. Esse foi o delineamento da finalização da aplicação da SE.

4 | RESULTADOS ESPERADOS

Neste capítulo, não será explorado o processo de aplicação da sequência, dessa forma, foi realizado aqui algumas sugestões para a SE com a finalidade de desenvolver os conteúdos de química de maneira interdisciplinar e contextualizada sobre o Rio Paraíba do Sul. Assim, o que foi apresentado a seguir neste capítulo de livro são os resultados esperados em uma possível aplicação da sequência. Os elementos apresentados aqui foram pautados em experiências de resultados obtidos em outras sequências didáticas cujo conteúdo, atividade e até mesmo a sequência didática são semelhantes a que propomos. A partir disso, poderemos supor se a presente sugestão terá ou não êxito. Foi realizada a apresentação dos resultados seguindo a organização das três etapas da SE.

No primeiro momento, para introduzir a situação problema e iniciar a SE optou-se por fazer a recomendação de uma visita a campo no Rio Paraíba do Sul. Na SE “Relações bióticas e abióticas em uma mata” de Bianchi e Costa-Beber (2019) aplicado em turma de Ensino Fundamental, também houve a opção de em um primeiro momento realizar uma visita de campo ao Bosque dos Capuchinhos (Ijuí, RS) como forma de problematizar e iniciar os trabalhos que seriam desenvolvidos nas outras etapas. Para as autoras, essa atividade como forma de problematizar apresentou uma grande aceitabilidade por parte dos alunos, além disso, os encaminhamentos possibilitaram uma visão geral e antecipada dos trabalhos que foram posteriormente desenvolvidos.

A partir desses resultados e conclusões feitos pelas autoras, é possível perceber que ao propor uma visita ao Rio Paraíba do Sul como forma de problematizar o objeto de estudo sobre a qualidade da água do mesmo seria uma atividade viável e enriquecedora para os alunos, pois permitiria contextualizar os conteúdos, viabilizando a percepção de conceitos científicos em meio a realidade dos mesmos e desmistificando os conceitos que serão abordados nos outros momentos da SE.

Além disso, com as observações feitas na visita juntamente com as percepções que eles têm sobre o rio, os alunos poderiam no Pré-Teste e posteriormente realizar discussões sobre a qualidade da água, possibilitando assim que os mesmos explicitasse os conhecimentos e explicações acerca da situação problema proposta, o que é o objetivo

principal dessa primeira etapa.

Quando os alunos foram questionados se nadariam na lagoa, há chances de que a totalidade respondesse negativamente e as justificativas poderiam estar relacionadas a poluição e contaminação, referenciando esses fatores com a coloração das águas e também pela presença de lixo e esgoto no local. Quando se pedisse para que citassem parâmetros usados para monitorar a qualidade das águas, acreditamos que os alunos deixariam as questões em branco ou responderiam apenas negativamente. Nessas questões semelhantes às questões da SE que propomos, perceberemos, provavelmente, que os alunos possuem entendimento errado ou pouco sobre os parâmetros que influenciam na qualidade da água. Acreditamos que boa parte dos estudantes apresentam dificuldades em questões relacionadas à qualidade da água. Para essas e outras questões a autora conclui que:

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 (Rocha, 2014, p. 31).

Neste primeiro momento da sequência com a visita ao rio e aplicação do Pré-Teste busca-se e espera-se motivar um engajamento dos alunos, elevada participação e principalmente que eles de forma oral e escrita explicitasse suas opiniões, indicando para o professor seus conhecimentos prévios. Além disso, sugerimos abordagem que estimulem os estudantes a pensarem a respeito do objeto de estudo com um olhar além dos seus conhecimentos cotidianos, no sentido de começar a formular um pensamento científico sobre o objeto de estudo. Assim, através das indagações de conceitos que estão relacionados à situação de estudo, pautado na realidade dos alunos, acreditamos que tal encaminhamento possibilitaria que os alunos tivessem um entendimento dos conteúdos que serão estudados posteriormente já que, os elementos presentes no cotidiano dos alunos aliados a experiências estabelecidas com seu meio influenciam na construção do conhecimento escolar (Halmenschlager; Souza, 2012).

Como forma de introduzir e possibilitar o primeiro contato do aluno com um nível mais elevado do conhecimento sobre a qualidade da água é proposto o início do segundo momento da SE com a leitura do texto e posteriormente a Resolução 357 do CONAMA. Assim, a partir dessa introdução, o conteúdo de parâmetros químicos, físicos e biológicos será introduzido a partir de uma abordagem mais teórica.

Optou-se nesta proposta de sequência, a utilização de diferentes atividades no desenvolvimento dos conteúdos de cada parâmetro. Com a utilização dessas atividades tem-se o intuito de despertar o interesse do aluno pelos conteúdos desenvolvidos, além disso, no desenvolvimento da SE um mesmo conceito pode ser visto em novos e vários contextos, possibilitando sua evolução através da recontextualizando, significação e

absorção de habilidades específicas (Ritter et al., 2018).

Nos estudos sobre alguns parâmetros, o desenvolvimento dos conteúdos que propomos se assemelham ao de Rocha (2014). A base para elaboração do conteúdo abordado no trabalho da autora foi a apostila do “Projeto Água em Foco: Qualidade de Vida e Cidadania”, sendo um dos autores desse projeto o Eduardo Fleury Mortimer. Este pesquisador é o mesmo autor do livro que utilizamos para o desenvolvimento dos conteúdos disciplinares deste trabalho, dessa forma, parte dos resultados obtidos por Rocha serão discutidos com possíveis resultados que obteremos com a aplicação desses conteúdos nesta SE.

No estudo sobre o parâmetro físico turbidez, é proposto iniciar pedindo que os alunos recordassem a cor do rio, a definição de turbidez e as possíveis causas desse fenômeno. Espera-se que os discentes hesitem em responder, mas quando mencionado o sinônimo, turvação, os alunos podem remeter a palavra turva, para que, então, falem com mais propriedade, como aconteceu no trabalho de Rocha (2014). Além disso, respostas para as causas do aumento da turbidez do rio também poderiam ser relacionadas com a poluição, no entanto, segundo Mortimer e Machado (2013).

É muito comum associar, enganosamente, a turbidez das águas à poluição. Entretanto, a turbidez, por si só, não caracteriza poluição. Uma água turva nem sempre está poluída. É considerada poluição qualquer modificação nas características do meio, capaz de tornar esse meio nocivo à saúde, à natureza, à segurança e ao bem-estar, prejudicando o equilíbrio natural e estético (Mortimer; Machado, 2013, p. 184).

Para a realização do experimento é proposto a solicitação aos alunos que se dividam em grupos e construam em casa o turbidímetro, para que em sala de aula fosse realizado a medida de turbidez da água da torneira e da amostra da água do rio. Após realizarmos as medidas, recomenda-se a realização de uma comparação do valor de turbidez encontrado com o valor referência para turbidez no boletim de monitoramento do rio. Assim, será, então, discutido se as águas do rio estão dentro dos limites para classe 2, segundo a resolução 357 do CONAMA, e então será proposto a averiguação sobre qual classe as águas do Rio Paraíba do Sul se enquadram segundo o CONAMA.

No conteúdo sobre condutividade elétrica, após apresentar o aporte teórico e sistematização do conteúdo, é proposto a utilização, como recurso educacional, de um simulador virtual de um circuito elétrico. Nele será testada a condutividade elétrica da água e das soluções de açúcar e sal. Assim, será feita a classificação dessas substâncias quanto ao tipo de ligação química, presença de íons e como a concentração de determinada substância aumenta a condutividade elétrica, além de discussão de algumas questões. Com isso, espera-se que a maioria dos alunos possa relacionar a condução de eletricidade a partir do tipo de ligação da substância, além de poder relacionar a condutividade com concentração da substância.

Após esses momentos será proposto, então, a abordagem a respeito de como o pH influencia na condutividade, a unidade de medida e as consequências que a variação desse parâmetro tem sobre a vida aquática. Além disso, é recomendado a discussão a respeito do valor referência para condutividade elétrica no boletim de monitoramento do rio. Assim, será possível discutir se as águas do rio estão dentro dos limites para classe 2, segundo a resolução 357 do CONAMA, e é proposto averiguar em qual classe as águas do Rio Paraíba do Sul se enquadram.

No parâmetro químico de pH, após a exposição do aporte teórico sobre ácidos e bases, escala de pH e indicadores recomendamos a realização de um experimento para a averiguação do pH da água do rio, a partir da escala de pH feita com soluções de diferentes valores, utilizando como indicador o extrato de repolho roxo. A partir disso, os alunos terão que averiguar qual coloração a água do rio terá e comparar com as soluções da escala para assim concluir qual o pH aproximado da água do rio.

Após os resultados obtidos é proposta uma comparação com o valor de pH encontrado com o valor de referência para pH no boletim de monitoramento do rio. Assim, poderá ser então discutido se as águas do rio estão dentro dos limites para classe 2, segundo a resolução 357 do CONAMA. A utilização dessa abordagem para averiguar o pH da água do rio mostrou-se muito eficaz no trabalho de Rocha (2014), onde os valores de pH encontrados a partir do experimento são próximos aos valores de referência. Além disso, foi possível concluir que as águas da lagoa estavam dentro da faixa de qualidade da água distribuída nas residências da cidade. Após isso, é recomendada uma discussão sobre a influência do pH nos corpos aquáticos e as consequências para o meio com a alteração desses valores.

Para dar início aos estudos sobre o parâmetro Oxigênio Dissolvido (OD), propomos iniciar a partir de uma discussão a respeito de algumas questões preliminares. Espera-se que com essas questões aconteça melhor engajamento e interesse por parte dos alunos durante. Além disso, após as explicações espera-se também que eles possam perceber a origem do oxigênio, a interferência do oxigênio dissolvido na qualidade da água e também a dependência deste parâmetro em relação a temperatura, como ocorreu no trabalho de Rocha (2014). Assim, é proposto a realização do experimento de determinação da concentração oxigênio dissolvido no rio, através da adaptação do método Winkler, o qual é possível encontrar a concentração de oxigênio dissolvido na amostra de água, através do número de gotas da solução de tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$).

No trabalho de Rocha (2014) a média do número de gotas de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ encontrada pelos alunos foi 18, correspondente a 10,6 mg/L de oxigênio dissolvido na amostra de água da lagoa. Isso indica que a mesma, segundo a literatura, apresentava grandes quantidades de algas ainda não consideradas eutrofizadas. Dessa forma, após a realização do experimento e em posse dos valores de Oxigênio Dissolvido obtidos de pelos alunos é proposto a realização de uma comparação com o valor de referência para OD no boletim

de monitoramento do rio. Então, se as águas do rio estão dentro dos limites para a classe 2, segundo a resolução 357 do CONAMA, é proposta uma averiguação sobre qual classe as águas do Rio Paraíba do Sul se enquadram. Logo após, recomenda-se enfatizar a relação entre a quantidade de oxigênio dissolvido e a qualidade da água, relacionando com as consequências de variações desse parâmetro para o ambiente aquático.

Após isso, é recomendado uma discussão sobre a relação entre o Oxigênio Dissolvido e a Demanda Bioquímica Oxigênio. É proposto também abordar a definição desse parâmetro e sua relação com a poluição do meio aquático, além de discutir outras questões relacionadas a esse parâmetro. Após isso, é proposto discutir o valor referência da Demanda Bioquímica Oxigênio no boletim de monitoramento do rio. Pode ser discutido também se as águas do rio estão dentro dos limites para classe 2, segundo a resolução 357 do CONAMA, averiguando em qual classe as águas do Rio Paraíba do Sul se enquadram.

Nos estudos sobre coliformes é recomendado o desenvolvimento do aporte teórico necessário para o entendimento desse parâmetro, abordando a resolução do CONAMA e também a resolução CONAMA n. 274, de 2000. Após isso, pode-se abordar questões relacionadas ao Rio Paraíba do Sul para que, então, fosse debatido o valor de referência para Coliformes no boletim de monitoramento do rio, averiguando se estão dentro dos limites estabelecidos na resolução do CONAMA.

Nesta etapa da sequência, ao introduzir o aporte teórico, com um olhar além do que foi visto e apresentado na primeira etapa, pretende-se que os alunos compreendam de forma mais aprofundada os parâmetros e os conhecimentos científicos por trás dos mesmos. Além disso, espera-se que durante o desenvolvimento dessa etapa o professor já consiga perceber na fala e na resolução das questões vestígios de construção do conhecimento científico.

Na terceira e última etapa da SE, que visa promover a sistematização do conteúdo e propor novas situações que são explicadas com cunho científico, é recomendado a realização da aplicação de um questionário e do Pós-Teste, contendo as mesmas questões do Pré-Teste. No questionário, atentou-se em apresentar cada parâmetro estudado na etapa anterior sob uma nova perspectiva, e pretende-se que o aluno, através dessa atividade, possa generalizar e promover uma evolução conceitual com um diálogo interdisciplinar dos conteúdos sobre a qualidade da água do Rio Paraíba do Sul.

No trabalho de Gatto, Stanzani e Gregório (2019) uma das atividades utilizadas na terceira etapa da SE foi a realização de um exercício sobre o conteúdo estudado anteriormente. Os autores anteriormente citados verificaram que a maioria dos alunos respondeu corretamente a questão e perceberam indício de ressignificação conceitual dos conceitos científicos estudados. No entanto, os autores perceberam uma dificuldade dos alunos no que se refere ao nível simbólico do conhecimento químico.

No trabalho de Rocha (2014) houve também a aplicação do Pós-Teste com as mesmas questões do Pré-Teste. Ao analisar as respostas a autora anteriormente citada

percebeu que houve uma melhora na compreensão da temática água, na tomada de decisões e no poder de argumentação dos alunos. Além disso, houve avanços no que diz respeito à identificação e resolução de situações-problema. Ao serem novamente questionados se nadariam na lagoa, os alunos prontamente responderam que não, e suas justificativas seriam turbidez elevada, coloração da água, presença de lixo, odor e também relacionando com os dados obtidos nas atividades práticas desenvolvidas nos parâmetros físicos e químicos. Além disso, ao pedir para citarem os parâmetros que influenciam na qualidade da água, a autora observou que a totalidade dos alunos citaram parâmetros tanto físico-químicos, quanto biológicos diferentes do que foi apresentado no Pré-Teste. Mais uma vez, respostas como as que os alunos deram podem surgir ao aplicarmos o Pós-Teste contendo as mesmas questões do Pré-Teste.

Ao retomar o problema inicial aplicando o Pós-Teste, espera-se que os alunos, em suas respostas, indiquem indícios da promoção, evolução e ressignificação conceitual. Visto que do primeiro momento até o terceiro eles tiveram oportunidades de (re)elaborarem suas ideias, utilizando então um número maior de conceitos e justificativas, mesmo que de modo superficial, em alguns casos (Stanzani et al., 2016). Além disso, ao propormos o questionário e o Pós-Teste visamos integrar os conhecimentos que foram trabalhados durante o desenvolvimento da SE.

Neste trabalho, pretendeu-se através da Situação de Estudo auxiliar a construção do conhecimento de Química integrado com conteúdos desenvolvidos em diferentes disciplinas. Essa é uma proposta para superar a especialização e fragmentação do conhecimento no que se refere ao Rio Paraíba do Sul e a qualidade de suas águas. A partir disso, elaboramos uma sequência pautada na realidade dos alunos de Volta Redonda, nos seus conceitos espontâneos sobre a qualidade das águas do Rio Paraíba do Sul, e estes, serviram como base para trabalhar conteúdos científicos como: condutividade elétrica, ligações químicas, solubilidade, turbidez, pH, escala de pH, indicadores de ácidos e bases, reações de fotossíntese, transparência, soluções, íons, coliformes totais, coliformes fecais e *Streptococos fecais* e outros.

Na aplicação pretendemos que esses conceitos desenvolvidos durante a SE possam ser significativos para os alunos e possibilite-os uma relação e evolução conceitual de ambos os conceitos. Desse modo, acredita-se que eles passariam a ter novos e significativos conhecimentos, desenvolvendo um sistema de conceitos que resultasse na sua aprendizagem global. Assim, haveria mais chances de um espaço favorável ao desenvolvimento real das funções psicológicas superiores dos estudantes, conforme os pressupostos teóricos de Vygotsky.

Com base nesses aspectos consideramos que nosso objetivo geral foi alcançado. Esperamos que essa proposta possa ser aplicada posteriormente e que os resultados obtidos gerem resultados favoráveis para todos os indivíduos envolvidos.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente, na fase de planejamento deste capítulo de livro, pretendia-se a aplicação da SE para a obtenção de resultados que serviram como base para concluir se a interdisciplinaridade contribuiu para a aquisição dos conteúdos químicos. No entanto, por conta da crise sanitária desencadeada pela pandemia do Covid-19 não foi possível a aplicação. Dessa forma, (re)direcionamos os objetivos deste trabalho, agora, com a intenção de propor e auxiliar o docente que pretende desenvolver os conhecimentos de Química por meio de uma abordagem interdisciplinar e contextualizada.

Esperamos que com a aplicação os alunos possam interagir e assimilar todos os conteúdos desenvolvidos de maneira ampla. Além disso, a expectativa é que a SE estimule os estudantes a pensar de maneira mais crítica e plausível com a realidade, a respeito da qualidade da água dos nossos recursos hídricos. Sabe-se que ela vem sofrendo grandes impactos, principalmente oriunda da ação antrópica e esperamos que os estudantes assumam uma postura mais crítica diante desse assunto tão relevante para nosso planeta.

Esperamos que o aporte teórico e experimental cedido neste capítulo sirva para os docentes posteriormente desenvolvê-lo em suas escolas. Cabe salientar que essa proposta pode sofrer adaptações e/ou alterações quando aplicada por docentes de outras localidades. Dessa forma, aconselhamos que se utilize como objeto de pesquisa e contextualização o recurso hídrico presente em sua cidade. Além disso, outros parâmetros podem ser usados como nitrogênio, fósforo, metais pesados, dentre outros, ficando a critério do docente essa escolha.

REFERÊNCIAS

AGEVAP – ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. Plano integrado de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e planos de ação de recursos hídricos das bacias afluentes: Relatório de diagnóstico tomo II. Rio de Janeiro, 2014.

AGEVAP – ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. Relatório de situação Rio Paraíba do Sul. Resende, RJ. 2018.

AUTH, M. A. Formação de professores de ciências naturais na perspectiva temática e unificadora, 2002. 250 f. Tese (Doutorado em Educação). Programa de pós-graduação em educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

AVELLAR, R. G. Rio Paraíba do Sul: Sua Importância como Recurso Hídrico e os Impactos de sua Exploração em Relação aos Usos Múltiplos, 2015. 81 f. Trabalho de Conclusão de Curso (tecnólogo em Gestão Ambiental). Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2015.

CARDOSO, K. K. Interdisciplinaridade no ensino de Química: Uma proposta de ação integrada envolvendo estudos sobre alimentos, 2013. 68 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2013.

CEIVAP – COMITÊ PARA INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. Dados gerais da Bacia do Rio Paraíba do Sul. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br/dados-gerais.php>>. Acesso em: 22 out. 2019.

COELHO, L.; PISON, S. Vygotsky: sua teoria e a influência na educação. *Revista e-Ped-FACOS / CNEC OSÓRIO*. s.l., v. 2, n.1, p. 144-152, ago, 2012.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - (2005). Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005.

FAZENDA, I. C. A. Interdisciplinaridade e Transdisciplinaridade na formação de professores. *Revista Ideação*, v. 10, n. 1, p. 93-103, 2008.

FAZENDA, I. C. A.; VARELLA, A. M. R. S.; ALMEIDA, T. T. O. Interdisciplinaridade: tempo, espaços, proposições. *Revista e-Curriculum*. São Paulo, v. 3, n. 11, p. 847-862, dez, 2013.

GEHLEN, S. T.; MALDANER, O. A.; DELIZOICOV, D. Momentos pedagógicos e as Etapas de Situação de Estudo: complementaridades e contribuições para a Educação em Ciências. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 18, n. 1, p. 1-22, 2012.

HALMENSCHLAGER, K. R.; SOUZA, C. A. Abordagem temática: uma análise dos aspectos que orientam a escolha de temas na Situação de Estudo. *Investigações em Ensino de Ciências*, s.l., v. 17, n. 2, p. 367-384, 2012.

INEA – INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. *Boletim Consolidado de qualidade das águas das regiões hidrográficas do estado do Rio de Janeiro*. 2018.

JAPIASSU, H. *Interdisciplinaridade e patologia do saber*. 1º ed., Rio de Janeiro: Imago, 1976. 220 p.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. *Química para o ensino médio volume 3*. 2. ed., São Paulo: Scipione, 2013. 420 p.

MALDANER, O. A.; ZANON, L. B.; AUTH, M.; NONENMACHER, S. B.; BAZZAN, A.C., PASCOAL, S. G. Situação de Estudo como possibilidade concreta de ações coletivas interdisciplinares no Ensino Médio - Ar Atmosférico. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), III, 2001, Atibaia – São Paulo, 2001, *Resumo*, Atibaia, 2001.

MALDANER, O. A.; ZANON, L. B. Situação de Estudo: uma organização do ensino que extrapola a formação disciplinar em ciências. In: MORAES, R., MANCUSO, R. (org.) *Educação em Ciências: produção de currículos e formação de professores*. Ijuí: Editora UNIJUI, 2004. 43-64 p.

MILLER, G. T. *Ciência Ambiental*. Tradução da 11º ed. norte-americana, São Paulo: Cengage Learning, 2007. 123 p.

MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. 2. ed., São Paulo: EPU, 2011. 248 p.

NUNES, A. O. POSSIBILIDADES DE ENFOQUE CTS PARA O ENSINO SUPERIOR DE QUÍMICA: Proposta de uma abordagem para ácidos e bases, 2014. 228 f. *Tese (Doutorado)*. Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal – RN, 2014

ROCHA, P. A. O ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA CTSA: ANALISANDO A QUALIDADE DA ÁGUA DE UMA LAGOA PRÓXIMA DA ESCOLA, 2014. 73 f. *Monografia*. Curso de Especialização ENCI – UAB do CECIMIG FAE/Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte- MG, 2014.

SCHNEIDER, J. A. Simulação e avaliação da qualidade da água em rios: Estudos de caso da Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta, 2017. 145 f. *Trabalho de Conclusão de Curso* (Graduação em Engenharia Ambiental). Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2017.

STANZANI, E. L., et al. Situação de Estudo e Ensino de Química: contribuições para a Educação Científica. In: Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), XVIII, 2016. Florianópolis - SC, *Anais*. Florianópolis - SC, 2016.

THIESEN, J. S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. *Revista Brasileira de Educação*. s.l., v. 13 n. 39, p. 545-554, set/dez, 2008.