

DA EXPERIMENTAÇÃO AO MUNDO: PRÁTICAS AMBIENTAIS APLICADAS COMO PERSPECTIVA DE INTEGRALIDADE

FROM EXPERIMENTATION TO THE WORLD: ENVIRONMENTAL PRACTICES APPLIED AS A PERSPECTIVE OF INTEGRALITY

Isabel Cristina Bohn Vieira [isabelbohnvieira@gmail.com]

Instituto Federal Catarinense - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Ambiente

Eduardo Augusto Werneck Ribeiro [eduardo.ribeiro@ifc.edu.br]

Docente do Instituto Federal Catarinense e dos Programas de Pós-Graduação em Tecnologia e Ambiente (PPGTA) e Educação Profissional e Tecnologia (ProfEPT)

RESUMO

Este artigo apresenta uma proposta de aplicação de roteiro didático, teórico-prático, com especial atenção aos recursos hídricos, alviado à Educação Básica. O estudo descreve uma sequência didática intitulada "Da Experimentação ao Mundo" e configura um arcabouço atrativo para o desenvolvimento de projetos de ensino, sob a perspectiva dialógica e reflexiva em questões ambientais vigentes. Essa proposição objetiva que acadêmicos e profissionais da educação fundamentem a cientificação de conceitos através da experimentação na Área de Ciências da Natureza, além de envolver e encorajar os estudantes às experiências investigativas no meio em que estão inseridos, propiciando o aprendizado em sua integralidade. A sequência didática abarca duas seções, sendo a primeira contextual e posteriormente a aplicada, partindo dos objetivos da aprendizagem e habilidade no cerne proposto pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Espera-se que, o emprego metodológico desenvolva a criticidade frente as agruras vivenciadas a natureza, contribuindo assim, para a manutenção dos recursos naturais, hoje e em um futuro próximo. Despertar a consciência para com a proteção e manutenção dos recursos naturais desde a tenra infância ainda é um processo a ser dirimido. Para tanto, práticas educativas que desvelem a inquietação acerca de respostas ou reflexões-ações reconhecendo o ambiente como inerente à sua sobrevivência, podem contribuir sobremaneira para diminuir a distância ente teoria e prática, refletindo assim, na manutenção salutar desses recursos.

PALAVRAS-CHAVE: Práticas Ambientais; Roteiro; Experimentação; Educação Básica.

ABSTRACT

This article presents a proposal for the application of a theoretical-practical didactic script, with special attention to water resources, desired at Basic Education. The study describes a didactic sequence entitled "From Experimentation to the World" and configures an attractive framework for the development of teaching projects, from a dialogical and reflective perspective on current environmental issues. This proposition aims for academics and education professionals to base the science of concepts through experimentation in the Natural Sciences Area, in addition to involving and encouraging students to research experiences in the environment in which they are inserted, providing learning in its entirety. The didactic sequence comprises two sections, the first being contextual and then the applied one, starting

from the learning and skill objectives at the core proposed by the Common National Curriculum Base (BNCC). It is expected that the methodological use develops criticality in the face of the hardships experienced by nature, thus contributing to the maintenance of natural resources, today and in the near future. Raising awareness of the protection and maintenance of natural resources from early childhood is still a process to be resolved. Therefore, educational practices that reveal the concern about responses or reflections-actions, recognizing the environment as inherent to their survival, can greatly contribute to reducing the distance between theory and practice, thus reflecting on the healthy maintenance of these resources.

KEYWORDS: *Environmental Practices; Script; Experimentation; Basic education.*

INTRODUÇÃO

A expansão dos centros urbanos, a intensificação da industrialização e o crescimento populacional em exponencial são fatores que estão colocando em risco a disponibilidade dos recursos naturais e por consequência a vida. A degradação dos ecossistemas aquáticos, resultante da má gestão do uso do solo e das atividades antropogênicas, constitui uma das grandes preocupações ecológicas dos últimos anos por reduzir a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos (SANTOS *et al.*, 2019).

Na condição de sujeitos, sofremos o impacto desses problemas ambientais que comprometem a qualidade de vida e a saúde de toda a população (PICCOLI *et al.*, 2016). Para minimizar essa crise ambiental precisamos reconhecer o meio ambiente como fator social, não somente físico ou biológico.

Para tanto, é essencial a participação de todos os cidadãos, aguerridos de informações científicas acerca das consequências que a degradação do ambiente pode acarretar sobre a sua existência e sobre o mundo (VIEIRA; RIBEIRO, 2021). A disseminação do conhecimento científico é a base para essa fundamentação e para reivindicações de soluções ecologicamente viáveis hoje e no futuro próximo.

Partindo desse pressuposto, reconhece-se a ciência como um poderoso recurso na construção do conhecimento, neste sentido, tanto a escola e seus atores (alunos, professores) podem inferir o conhecimento científico em sua práxis diária, concebendo-se como sujeito integrante do mundo, meio social. Freire, Tinoco e Giraldo (2019), sinalizam que a educação pode ser construída por diferentes meios e espaços, tanto no ambiente escolar – que é de extrema importância no processo de formação – como fora da escola, no meio familiar e cultural em que o sujeito está inserido; pois a educação é um processo constante que se dá por meio das interações pessoais, sociais e institucionais.

É neste sentido que o papel da educação científica deve trilhar e apoiar, estratégias didáticas que fomentem diálogos e ofereçam instrumentos metodológicos que permitam a partir da perspectiva colaborativa e participativa entre educandos, educadores, família e comunidade, estimular o exercício da cidadania em busca por soluções de problemas ambientais e sociais vigentes, possibilitando o educando a se reconhecer como agente que compreende o meio e proativo a modificá-lo (VIEIRA; BOHN; RIBEIRO, 2021).

Seguindo os caminhos formativos embasados em Freire e Shor (1992, p.177), “como diminuir a distância entre o contexto acadêmico e a realidade de que vêm os alunos, realidade que devo conhecer cada vez melhor, na medida em que estou, de certa forma, comprometido com um processo para mudá-la?”

Desvelar o olhar de aproximação para a realidade do educando de forma a promover aprendizagens significativas, acerca de respostas que levem a intervenções -exercício da cidadania - em busca por soluções na conservação do meio em que vivem, de fato, apresenta-se como um grande desafio. De acordo com Freire (1992):

O futuro com que sonhamos não é inexorável. Temos de fazê-lo, de produzi-lo, ou não virá da forma como mais ou menos queríamos. É bem verdade que temos que fazê-lo não arbitrariamente, mas com os materiais, com o concreto de que dispomos e mais com o projeto, com o sonho, por que sonhamos (FREIRE, 1992, p. 102).

Para Freire não há um modelo, uma forma única de educar, mas existem educações, ocorrendo em diferentes tempos, espaços, e estabelecendo diversas formas de relação dos sujeitos com o conhecimento movidos por uma ideia. Assim, promover o diálogo, a fim de mover ideias, nos reporta a uma educação dialógica e problematizadora. Esta, apresenta-se libertadora, focada no protagonismo do aluno, considerado o centro do processo educativo e construtor de sua própria aprendizagem, no qual professores e alunos aprendem mediados pelos conhecimentos, em uma relação do diálogo e de colaboração mútua (CARRIL; NATÁRIO; ZOCCAL, 2017).

A metodologia requerida para esta educação libertadora e de aprendizagem significativa, busca o questionamento contínuo da realidade e das temáticas a serem trabalhadas, partindo daquilo que os educandos trazem de suas vivências, aprofundando-os, modificando a consciência de ingênua para crítica. Portanto é um tipo de educação que acredita na capacidade humana de criação e transformação, a qual reconhece o sujeito como agente parte e (re)construtor do meio ambiente em que vive (WEYH, L. F.; NEHRING; WEYH, C. B., 2020).

Desse modo, o diálogo, a participação e interação contínua são palavras-chave no desvelamento das ações sociais para com o meio. Conforme Carril, Natário e Zoccal (2017), as experiências do cotidiano, somando às indagações pertinentes sobre a temática de estudo, e posterior aproximação dos conceitos científicos, estabelece-se a inter-relação dialética entre a teoria e prática, tornando a aprendizagem significativa, pois está aliada ao contexto.

O dialogismo entre educação e ambiente é indissociável, visto que, enquanto “ser humano” - fator biológico – suas ações sociais inferem no ambiente físico, ao qual somente é cuidado se reconhecido como necessário à sua existência. Por conseguinte, faz-se o liame entre teoria e prática, elucubradas em propostas didáticas embasadas nos princípios éticos, políticos e estéticos, acrescidos aos propósitos que direcionam a educação brasileira para a formação humana integral e para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva. Segundo Carvalho (2004), é preciso superar a dicotomia entre natureza e sociedade para que haja relações de interação permanente entre a vida humana social e a vida biológica da natureza.

Assim, o objetivo desse artigo é contribuir para que acadêmicos e profissionais da educação possam fundamentar a cientificação de conceitos através de atividades didáticas práticas de ensino, fundamentadas na dialogicidade, com atenção especial aos recursos hídricos, na Área de Ciências da Natureza, conforme a Base Nacional Comum Curricular, com foco no ensino Fundamental II, estabelecido pelo Ministério da Educação.

O presente material trata-se de uma sequência didática (SD) e será apresentado em forma de roteiro. Evidencia-se a seguir, a descrição desta proposta dividida em duas principais seções, o roteiro contextual “Da experimentação ao mundo”, contemplando os objetivos da aprendizagem, bem como a competência da Base Nacional Comum Curricular e seu respectivo contexto nos Temas Contemporâneos Transversais (TCTs) especificamente na macro área Meio Ambiente, abordando textos motivadores, fundamentados em referenciais teóricos científicos, que contemplam os temas: “As influências antrópicas alteram a qualidade da água”; “Parâmetros físicos da água” e “Parâmetros químicos da Água”. Estes, fundados com a problematização de diagnóstico ambiental, a partir de uma questão norteadora de aplicação do monitoramento hídrico ao ensino, que engatilhará o trabalho progressivo subsequente. Na segunda seção, ilustra-se o roteiro prático do trabalho, o passo a passo, desde a coleta de água no reconhecimento do território em que se encontra o sujeito até a experimentação,

através das análises físicas e químicas da água, abarcando assim a proposta de sistematização de avaliação dos resultados.

Espera-se contribuir com os perseverantes esforços dos profissionais do ensino que primam por atividades dinâmicas, interativas e colaborativas, possibilitando assim, a superação da fragmentação do conhecimento e a formação integral do ser humano com o desenvolvimento de uma visão ampla de mundo através da experimentação e, acima de tudo, assegurando o bem-estar e o futuro das próximas gerações.

ROTEIRO CONTEXTUAL DA EXPERIMENTAÇÃO AO MUNDO

O Governo Federal Brasileiro, visando estruturar e orientar o ensino na Educação Básica e, buscando o desenvolvimento na integralidade do educando, deliberou alguns documentos norteadores dos componentes curriculares ao longo dos anos e que se consolidaram até o atual momento.

A Lei nº 9.394, de 20 de dezembro 1996, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), regulamentou uma base nacional comum para a Educação Básica e incluiu a Educação Ambiental como uma diretriz para o Ensino Fundamental (BRASIL, 1996). Postumamente, documentos como Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) em 1998; Diretrizes Nacionais Gerais para a Educação Básica (DCNs) em 2010; Plano Nacional de Educação (PNE) em 2014, e por fim o documento Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em 2018, consubstanciaram no âmbito pedagógico e ambiental, os direitos de aprendizagem e desenvolvimento das competências a serem desenvolvidas em todas as etapas de ensino na Educação Básica.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que estrutura os currículos dos sistemas e redes de ensino das Unidades Federativas, como também as propostas pedagógicas de todas as escolas públicas e privadas de Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, em todo o Brasil (BRASIL, 2017). Esta, articula-se conforme os termos da LDB, das DCNs e do PNE, estabelecendo conhecimentos, competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes ao longo da escolaridade básica, valorando os princípios éticos, políticos e estéticos somados aos propósitos que direcionam a educação brasileira para a formação humana integral e para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

A perspectiva de formação humana integral é precedente a BNCC. Moll (2012), no documento "A agenda da educação integral: compromissos para sua consolidação como política pública", que integra um livro de referência no assunto – Caminhos da educação integral no Brasil: direito a outros tempos e espaços educativos –, reforça a necessidade de valorizarmos o protagonista desse processo, o aluno. Ela defende entre outros elementos: a) a valorização dos saberes populares como saberes legítimos a serem trabalhados/incluídos no "currículo escolar", b) e a escuta das crianças e dos jovens como sujeito de direitos na cena escolar, e não "objetos" da ação docente (MOLL, 2012, p.15).

Sob esta ótica, Silva e Boutin (2018) elucidam que a educação integral seria aquela que promove novo significado a escola, que valoriza a singularidade dos sujeitos, desenvolvendo as relações cordiais e solidárias para uma sociedade cada vez mais harmoniosa, rompendo com o modelo de produção e organização social vigente.

Conjecturado aos autores supracitados, Ferreira (2018), salienta que a escola que proporciona a formação integral, pode se tornar um verdadeiro movimento revolucionário, pois leva a repensar e a redimensionar o teórico, o político e o pedagógico, ressignificando a função social da educação e da instituição escolar.

A partir desse contexto singular, com vistas a formação integral do educando, em 2019 o Ministério da Educação promulgou o documento intitulado Temas Contemporâneos

Transversais (TCTs), outrora conhecido como PCNs e hoje parte integrante da BNCC, contempla a macro Área Meio Ambiente, atrelada a Grande área de Ciências da Natureza, assegura o comprometimento que transcende para além contexto escolar, fundamentando-se no diálogo, na reflexão, nas experiências individuais e coletivas e na observação e inferência ao meio. Para tanto, o TCTs refere-se:

[...] a abordagem dos Temas Contemporâneos Transversais é uma ferramenta valiosa para a superação da fragmentação do conhecimento e formação integral do ser humano com o desenvolvimento de uma visão ampla de mundo. Contudo, é preciso enfrentar o desafio de traçar caminhos para se trabalhar com equidade - busca da igualdade sem eliminar as diferenças -, ética, solidariedade e respeito ao ser humano, ao pluralismo de ideias e de culturas (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2019, p. 24).

Consolidada na BNCC e no TCTs, a grande área de Ciências da Natureza, tem o compromisso com o desenvolvimento do letramento científico. Este, consiste na capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico) e também transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências. Em outras palavras, o letramento científico visa promover o desenvolvimento da capacidade de atuação do educando no e sobre o mundo o qual está inserido, feito importante ao exercício pleno da cidadania.

Nessa perspectiva de educação integral, atuante e efetiva, as diferentes concepções para o planejamento didático na construção de atividades práticas e investigativas que promovam um novo olhar sobre o mundo, acerca de respostas que levem a intervenções conscientes e pautadas nos princípios de sustentabilidade e bem comum da Educação Ambiental, justifica-se esse roteiro.

Para tanto, um conjunto de ações planejadas, serão abordadas na sequência a fim de cientificar conceitos e experienciar a prática com liberdade e autonomia. Isso implica, traçar objetivos de aprendizagem que conduzam a construção e a reconstrução dos saberes, que evidenciem suas finalidades, seus conteúdos e suas metodologias, partindo sempre do conhecimento sensível ou empírico para o conhecimento espiritual ou intelectual. Abordando essa concepção inovadora de ensino, sob a perspectiva colaborativa e participativa entre educandos e educadores assegurados pelo documento normativo BNCC e TCTs, descreve-se o roteiro subsequente.

Tendo isto posto, apresenta-se a seguir o roteiro contextual composto por três textos motivadores, fundamentados na literatura científica, intitulados: "As influências antrópicas alteram a qualidade da água", "Parâmetros físico da água" e "Parâmetros químicos da água" e na sequência o roteiro prático, com o passo a passo da experimentação científica. Por fim, apresentará uma "Proposta de sistematização e avaliação dos resultados", sendo que partimos dos objetivos da aprendizagem e da competência da Base Nacional Comum Curricular.

Objetivos da aprendizagem

- Identificar as influências antrópicas que alteram a qualidade das águas e salientar a importância do monitoramento ambiental;
- Analisar parâmetros físicos e químicos da água e relacionar as interações entre essas variáveis e com o meio em que vivemos;
- Valorizar a construção de cidadãos conscientes e críticos, fortalecendo a inter-relação entre o ser humano e o meio ambiente, desenvolvendo um espírito cooperativo e comprometido com o futuro do planeta.

Competência da Base Nacional Comum Curricular

(7) Argumentação.

Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta (BRASIL, 2017).

Texto motivador 1: As influências antrópicas alteram a qualidade da água

A ocupação urbana desordenada, a agricultura e pecuária, o desenvolvimento industrial, têm como principal consequência o incremento de impactos ambientais, especialmente os negativos (SANTOS *et al.*, 2019). A implicação destas atividades impactantes no entorno dos ecossistemas aquáticos tem sido a perda de qualidade ecológica das águas e, conseqüente, da diversidade de espécies de organismos aquáticos.

O termo impacto ambiental é definido pela legislação brasileira, Resolução nº 01 de 1986 do CONAMA, como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas, biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante de atividades humanas que afetem, diretamente ou indiretamente:

[...] a saúde, a segurança, e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias; ambientais; a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986).

Atividades humanas realizadas no entorno das bacias hidrográficas são responsáveis por mudanças nos processos ecológicos de ciclagem de nutrientes, produção, consumo e decomposição de matéria orgânica, e fluxo de energia nesses ecossistemas.

Nesse contexto, os monitoramentos ambientais são definidos como o conhecimento e acompanhamento sistemático da situação de recursos naturais nos meios abiótico e biótico, visando à recuperação, à melhoria ou à manutenção da qualidade ambiental, tanto para ecossistemas aquáticos quanto para ecossistemas terrestres (FRANÇA; CALISTTO, 2019).

O monitoramento da qualidade ambiental de um ecossistema está relacionado ao controle de variáveis ambientais que se alteram, seja em função de atividades humanas ou de fenômenos naturais. Visualmente, identificamos modificações por atividades humanas no entorno de ecossistemas aquáticos através de uma amostra de coluna d'água (FRANÇA; CALISTTO, 2019). Nas figuras abaixo, podemos associar as amostras de coluna de água à índices visuais de referência ambiental como:

Mínima perturbação: são ecossistemas em condições de referência, onde não há desmatamento de mata ciliar nem despejo de efluentes domésticos ou industriais (figura 1).



Figura 1: Ecossistema de referência em preservação, Rio Putinga – Rio dos Cedros/SC.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Moderada perturbação: são ambientes influenciados por atividades humanas, principalmente, por mudanças nos usos da terra na agricultura ou pastagem, pelo desmatamento de matas ciliares e consequente assoreamento de cursos d'água, levando ao aumento do transporte de sedimentos finos na coluna d'água e coloração amarronzada conhecidas como águas barrentas (figura 2).



Figura 2: Ecossistema alterado por influência antrópica, Rio Itajaí-Açu – Ilhota/SC.

Fonte: Elaborado pelos autores

Altamente Perturbado: são ambientes em situações mais extremas, onde são lançados efluentes não tratados como esgotos domésticos, industriais, depósitos de lixo bruto, agrotóxicos e pesticidas. Conseguimos observar que as águas têm coloração turva ou cinza. Estes ecossistemas altamente perturbados estão sob influência de excesso de nutrientes e outros materiais sólidos em suspensão advindos de influência humana (figura 3).

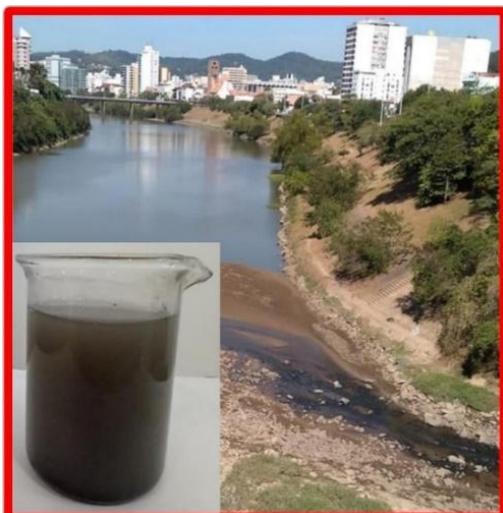


Figura 3: Ecossistema altamente impactado, Rio Itajaí-Açu – Blumenau/SC

Fonte: Elaborado pelos autores.

De uma maneira geral, pode-se dizer que a qualidade de um determinado ecossistema aquático reflete o uso da terra em sua bacia hidrográfica. A água por ser considerada um solvente universal e transportar partículas é capaz de incorporar diversas substâncias, inclusive impurezas, em seu caminho, as quais irão definir a sua qualidade. As características de qualidade de águas podem ser traduzidas na forma de parâmetros ou medidas físicas ou químicas de coluna d'água (DICTORO; HANAI, 2019). Para tanto, fazer o monitoramento ambiental da qualidade das águas depende de conhecermos outras propriedades da água, como seus parâmetros físicos e químicos.

Texto motivador 2: Parâmetros Físicos da água

A água na forma líquida pura não se encontra na natureza, pois sempre estará em contato com os gases atmosféricos, minerais, ou outros materiais diluídos. Então, para identificar a qualidade da água, são necessários indicadores físicos, químicos e biológicos (MARTINS, *et al.*, 2019).

Os indicadores de qualidade física são: cor, turbidez, temperatura, sabor, odor, condutividade elétrica e presença de sólidos totais dissolvidos. As modificações desses padrões físicos em ecossistemas aquáticos, geralmente causados por ações antrópicas como: a remoção de matas ciliares e os despejos industriais (águas quentes), acabam alterando a comunidade biótica e por consequência a rede trófica (CASTRO *et al.*, 2017).

A temperatura da água é um indicador importante, visto que interfere nas propriedades da água, como a taxa de oxigênio dissolvido e a densidade. Também, esse parâmetro exerce forte influência nas atividades biológicas estabelecendo os organismos que podem viver naquele local como: peixes, insetos, zooplâncton, fitoplâncton e dentre outras espécies aquáticas (MARTINS, *et al.*, 2019).

Todos os organismos aquáticos têm uma faixa adequada de temperatura para se desenvolverem, se essa faixa for ultrapassada (para menos ou para mais), o número de indivíduos das espécies diminui podendo se extinguir totalmente. É sabido que alguns organismos suportam grande amplitude térmica (ampla diferença entre temperatura mínima e máxima), enquanto outros sobrevivem entre limites estreitos de temperatura (pequena diferença entre temperaturas mínima e máxima). As diferenças entre valores de temperatura devido a fatores climáticos, de localização geográfica, ao longo do dia ou entre as estações do ano, influenciam de forma direta a estrutura de comunidades biológicas em ecossistemas aquáticos (FRANÇA; CALISTTO, 2019).

A temperatura também influencia na química da água. A água fria, por exemplo, contém mais oxigênio dissolvido do que a água quente. Por outro lado, alguns compostos são mais tóxicos para a vida aquática nas temperaturas mais elevadas. Para sua mensuração da temperatura em ecossistemas aquáticos, utilizamos no Brasil a escala Celsius (°C) (MARTINS, *et al.*, 2019).

A densidade da água também é influenciada pela temperatura. As diferenças de temperatura geram camadas de água com diferentes densidades, formando uma barreira física que impede que se misturem e se a energia do vento não for suficiente para misturá-las, o calor não se distribui uniformemente na coluna de água, criando assim a condição de estabilidade térmica. Quando isso ocorre formam-se estratos ou camadas diferenciadas condutividade elétrica e presença de sólidos totais dissolvidos composição física, química e biológica (FRANÇA; CALISTTO, 2019).

A turbidez representa a propriedade óptica de absorção e reflexão da luz sendo, portanto, afetada pela presença de partículas em suspensão na água. A turbidez altera a entrada de luz solar no ecossistema aquático. O aumento da turbidez na coluna de água será influenciado diretamente pela presença de argila, areia fina, material mineral, resíduos orgânicos, plâncton e outros organismos microscópicos, alterando a penetração da luz. O aumento da entrada de partículas ocorrerá, principalmente, por remoção de mata ciliar, erosão, assoreamento, lançamento de efluentes domésticos e industriais sem tratamento ou mineração (OLIVEIRA; SANTOS; LIMA, 2017).

Com a diminuição da incidência de luz do sol a fotossíntese será reduzida pelos seres autótrofos, afetando a disponibilidade de oxigênio dissolvido no ecossistema aquático, e influenciando diretamente toda a biota aquática. Mensuramos a turbidez da água em Unidade Nefelométrica de Turbidez (UNT), através de equipamentos eletrônicos ou utilizamos o disco de Secchi, com medidas em centímetros que estimam a atenuação média da luz na coluna de

água (OLIVEIRA; SANTOS; LIMA, 2017). Ela é um importante indicativo de impacto direto de atividades humanas em ecossistemas aquáticos (figura 4).

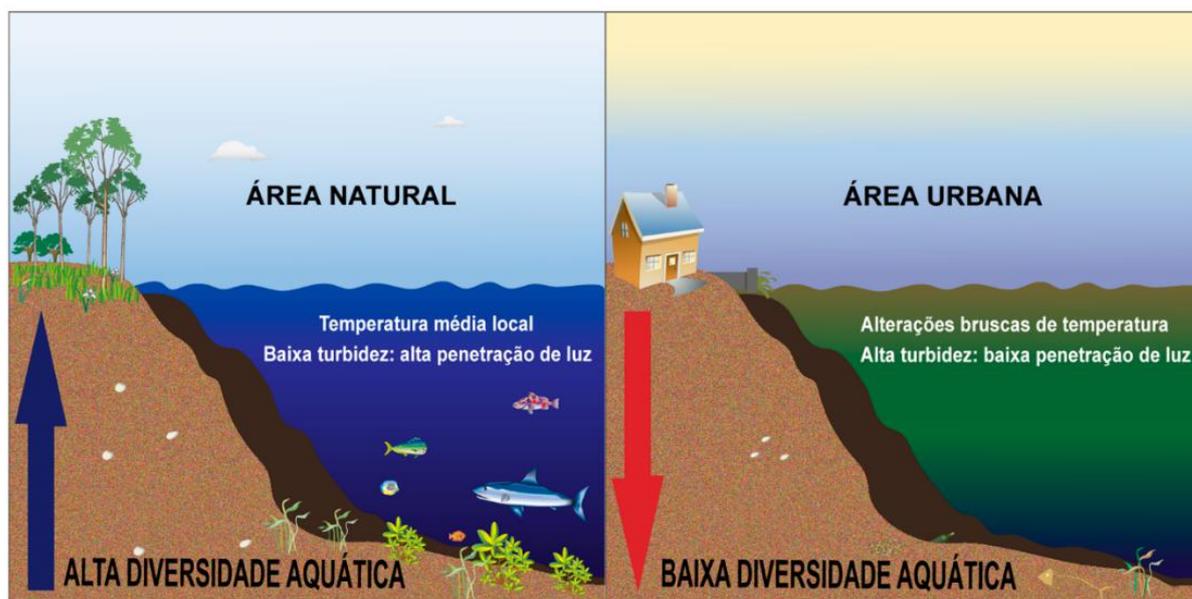


Figura 4: Relação entre a diversidade aquática e parâmetros físicos.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Além desses, outros parâmetros físicos da água podem ser analisados em sua pesquisa, dependerá das ferramentas que você tem acesso. Lembrando sempre de incluir esses parâmetros em sua metodologia científica!

Texto motivador 3: Parâmetros químicos da água

Vários são os indicadores químicos que podem mensurar a qualidade do ecossistema aquático. Os indicadores químicos da água são: potencial hidrogeniônico (pH), alcalinidade, dureza, cloretos, ferro, manganês, nitrogênio, fósforo, fluoretos, oxigênio dissolvido (OD), matéria orgânica - Demanda Bioquímica de Oxigênio: DBO e Demanda Química de Oxigênio: DQO - e os componentes orgânicos - detergentes e pesticidas - e inorgânicos - metais pesados como chumbo, cromo e mercúrio (GLORIA; HORN; HILGEMANN, 2017). Dentre eles, vamos descrever e conhecer alguns.

O oxigênio dissolvido (OD) é um dos mais importantes parâmetros de caracterização de ecossistemas aquáticos. No ambiente aquático, o oxigênio dissolvido é usado na respiração de organismos aquáticos aeróbios e na decomposição de matéria orgânica. Mudanças em parâmetros físicos, como temperatura e perda de luminosidade, podem influenciar na utilização e na produção de oxigênio nos ecossistemas aquáticos. As concentrações de oxigênio dissolvido podem ser influenciadas por modificações no leito dos rios, como a perda de vazão e, conseqüente, perda de oxigenação; pela perda de luminosidade e diminuição da produção primária por seres autótrofos ou, ainda, pela entrada em excesso de matéria orgânica oriunda de efluentes como esgotos domésticos e/ou industriais. Suas concentrações são, normalmente, determinadas em miligramas por litro (mg/L) ou porcentagem (%) de saturação (GLORIA; HORN; HILGEMANN, 2017).

O potencial hidrogeniônico (pH) é outro importante parâmetro a ser avaliado. O pH indica o nível de acidez ou basicidade de uma solução. Sua escala varia de 1 a 14, onde o valor 7 é considerado neutro. Desta forma, soluções com valores de pH menores do que 7 são

ácidas e soluções com valores maiores do que 7 são básicas, demonstrados na figura 5 (VENDRUSCULO; DA SILVA MELLO, 2020).

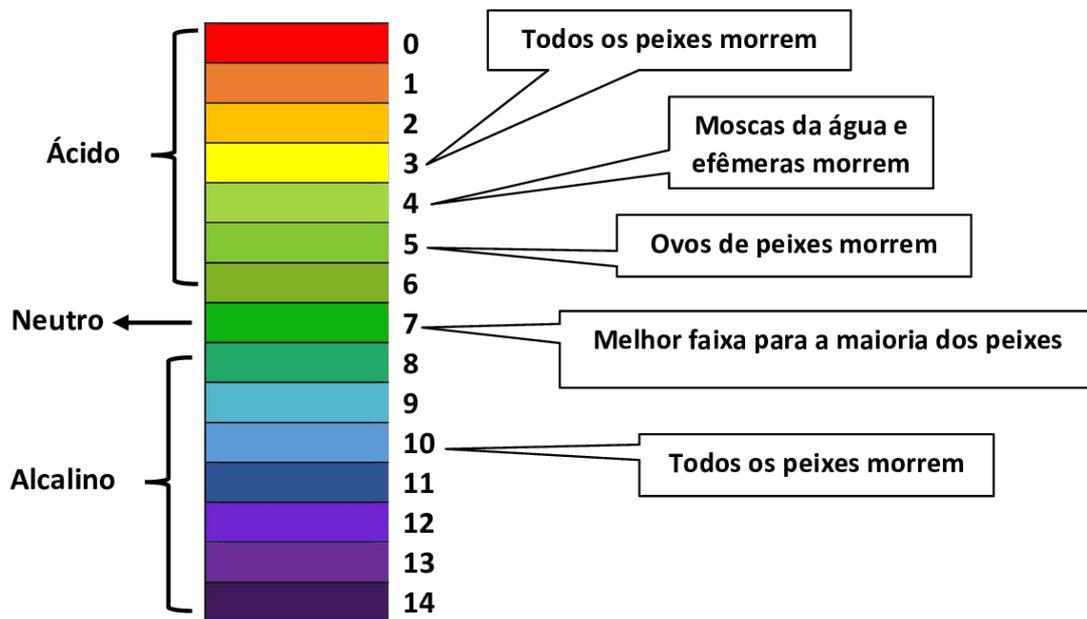


Figura 5: Escala de pH e sua relação com o ecossistema aquático.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A acidez está relacionada à presença de íons H^+ , enquanto a basicidade à de íons OH^- . Alguns organismos são mais bem adaptados ao meio ácido, enquanto outros vivem em meio básico (VENDRUSCULO; DA SILVA MELLO, 2020). Portanto, o pH da água é determinante na composição de espécies e estrutura de comunidades biológicas em ecossistemas aquáticos. Variações nesse parâmetro são ocasionadas pela presença de organismos fotossintetizadores, pelos fenômenos de respiração ou fermentação, pela quantidade de matéria orgânica morta a ser decomposta e ainda, pela remoção de matas ciliares ou por lançamentos irregulares de esgotos domésticos ou industriais (CASTRO *et al.*, 2017). Muitas vezes modificações bruscas de pH podem indicar influência negativa de atividades humanas no entorno, como o despejo ilegal de efluentes ácidos ou básicos por indústrias (figura 6). Não há um pH ideal para ecossistemas aquáticos continentais visto que, dependendo da origem geológica e da quantidade de matéria orgânica oriunda do uso da terra no entorno, podemos encontrar águas com pH ácido ou básico.

O nitrogênio (N), é um dos elementos mais importantes no metabolismo de ecossistemas aquáticos e, é o gás mais abundante na atmosfera, na forma de N_2 . Na água ele é encontrado na forma orgânica (nitrogênio orgânico) e inorgânica (nitrato, nitrito, amônia). As principais fontes de nitrogênio para os ecossistemas aquáticos continentais são a fixação biológica (bactérias e algas), a fixação abiótica (descargas elétricas), as chuvas, o aporte orgânico e inorgânico (lixiviação terrestre) (ZOPPAS; BERNARDES; MENEGUZZI, 2016).

Normalmente, o excesso deste nutriente em ecossistemas aquáticos está relacionado à entrada de esgotos sem tratamento, com o incremento de proteínas e ureia; à entrada de fertilizantes em áreas agrícolas, e ao despejo de indústrias químicas (petroquímicas, siderúrgicas, farmacêuticas, de conservas alimentícias, matadouros, frigoríficos e curtumes). Com a entrada de nitrogênio em excesso, juntamente com o fósforo, é desencadeado o processo de eutrofização artificial, conforme demonstrado na figura 7.



Figura 6: Relação entre a diversidade aquática e parâmetros químicos.

Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 7: Várzea em processo de eutrofização, Navegantes, SC.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Este processo, consiste na proliferação intensa de algas, causado pela alta quantidade de matéria orgânica. Nesse processo, essas algas morrem, tornam a água turva e formam uma camada impedindo a entrada da luz nesse ecossistema, ou seja, a taxa fotossintética fica comprometida e por consequência gera a baixa oxigenação desse ambiente (ZOPPAS; BERNARDES; MENEGUZZI, 2016).

O nitrogênio orgânico e o nitrogênio amoniacal (amônia) são formas reduzidas e o nitrito e o nitrato são formas oxidadas do nitrogênio. Pode-se associar o tempo de poluição relacionando às formas de nitrogênio, ou seja, amostras de água de um ecossistema altamente perturbado, com predominância de formas reduzidas de nitrogênio, significam que o foco de poluição se encontra próximo. Caso prevaleçam as formas oxidadas nas amostras, ao

contrário, isto significa que as descargas de efluentes localizam-se distantes (FERNANDES *et al.*, 2017).

Ao mensurarmos parâmetros físicos (temperatura, turbidez) e químicos (oxigênio dissolvido, pH e nitrogênio) em ecossistemas aquáticos de nossa região e compararmos com a legislação ambiental brasileira, especificamente a Resolução nº 357 do CONAMA de 2005, que estabelece valores máximos aceitáveis para diferenciar classificar as águas quanto ao seu uso, como por exemplo no quadro 1, podemos utilizar essas informações para discutir com os nossos representantes do governo para buscar a melhoria de qualidade de águas urbanas da nossa região (BRASIL, 2005).

Vale lembrar que, no Brasil há leis ambientais rigorosas, mas ainda precisamos conhecê-las melhor e torná-las nossas aliadas nas ações de participação pública. E, para analisar a qualidade de águas, precisamos compreender um pouco sobre nossa legislação.

Dessa forma, nos tornaremos uma sociedade mais ativa e participativa, pensando em território como espaço social, vivido e dinâmico!

Quadro 1: Classificação dos corpos da água conforme Resolução nº 357, CONAMA

| CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS DA ÁGUA | | |
|----------------------------------|--|---|
| Classes | Destino das Águas | Padrões |
| 1 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; ➤ à proteção das comunidades aquáticas; ➤ à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, ➤ à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; ➤ à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas. | <p>pH: 6,0 a 9,0 Turbidez: até 40 unidades (UNT) OD: não inferior a 6 mg/L Nitrito 1 mg/L</p> |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; ➤ à proteção das comunidades aquáticas; ➤ à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; ➤ à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; ➤ à aquicultura e à atividade de pesca. | <p>pH: 6,0 a 9,0 Turbidez: até 100 unidades (UNT) OD: não inferior a 5 mg/L Nitrito 1 mg/L</p> |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; ➤ à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; ➤ à pesca amadora; ➤ à recreação de contato secundário; ➤ à dessedentação de animais. | <p>pH: 6,0 a 9,0 Turbidez: até 100 unidades (UNT) OD: não inferior a 4 mg/L Nitrito 1 mg/L</p> |
| 4 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ à navegação; ➤ à harmonia paisagística. | <p>pH: 6,0 a 9,0 Turbidez: até 100 unidades (UNT) OD: superior a 2 mg/L Nitrito 1 mg/L</p> |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Diante do exposto, emerge ao que denominamos de questão problematizadora: como aplicamos o monitoramento das águas no Ensino Básico? O roteiro prático a seguir é direcionado aos professores, tendo em vista as fundamentações teóricas que a proposta se baseia.

ROTEIRO PRÁTICO DA EXPERIMENTAÇÃO AO MUNDO

As concepções a respeito da Ciência podem ser do senso comum, das crenças da humanidade ou oriundas de pesquisas, que juntas, compoem conceitos não estagnados ou definitivos, tornam-se propensas a novos saberes e verdades (TAHA *et al.*, 2016). Formular novas perguntas e buscar novas respostas a fim de gerar novos saberes e verdades, requer a capacidade de mediação para o despertar do desejo de fazer e compreender a Ciência.

De acordo com Freire (2005, p.101) “é na realidade mediatizada, na consciência que dela tenhamos educadores e povo, que iremos buscar o conteúdo programático da educação”. O autor preconiza que o processo de ensino e aprendizagem não é significativo se fragmentado da realidade do educando e não dialógico. O mesmo, ainda suscita que “[...] os processos significativos não se encontram nos homens isolados da realidade, nem tampouco na realidade separada dos homens. Só pode ser compreendido nas relações homens-mundo” (FREIRE p.114, 2005).

Também, Rodrigues; Pereira e Mohr (2020) pontam que mudanças em currículos na educação, dadas por imposição vertical e desarticuladas de outras iniciativas, historicamente fracassam. Este, precisa estar vinculado a uma situação concreta (problematização) que se configura como um problema social que é significativo para os mesmos para resultar na resignificação dos saberes.

A arte de ensinar Ciências requer a capacidade de fazer essa articulação entre a realidade a qual o educando está inserido e a possibilidade de gerar conhecimento. Conforme Taha *et al.* (2016), não existe uma metodologia específica para ensinar Ciências, ou uma única forma de ensinar, é preciso um conjunto de metodologias capazes de fazer com que se construa um novo conhecimento.

Desse modo é importante abarcar nesse conjunto de metodologias o uso de várias ferramentas didático-pedagógicas para que a aprendizagem se efetive. Ainda, de acordo com a autora supracitada, “uma ferramenta que pode corroborar para o processo de ensino-aprendizagem é a experimentação, uma vez que a Ciência tenta compreender o mundo e, a experimentação facilita a compreensão dos fenômenos e transformações que acontecem no mundo” (TAHA *et al.*, 2016).

Partindo do entendimento que a experimentação, enquanto ferramenta didático-pedagógica, possibilita o desenvolvimento de aprendizagem significativa para a construção de saberes na Ciência, desvela-se, a temática proposta neste roteiro prático “Da experimentação ao mundo”. O presente roteiro permite contemplar as premissas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) referente aos Temas Contemporâneos Transversais (TCTs), inferindo na macro área Meio Ambiente alicerçadas na perspectiva sociointeracionista de aprendizagem de Vygotsky (1896-1934) na Experimentação problematizadora de Freire (1921-1997) e também na dinâmica dos momentos pedagógicos, organizada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002).

A contribuição de Vygotsky (1988), na perspectiva da aprendizagem sociointeracionista, técnica e inovadora para a época, quanto ao pensamento e a linguagem e também a natureza do processo de desenvolvimento da criança e o papel da instrução no desenvolvimento, merecem referência.

Vygotsky (1988) descreveu a interação social como papel crucial no desenvolvimento cognitivo. Essa abordagem apoia-se na concepção de um sujeito interativo que elabora conhecimentos sobre objetos, em processos necessariamente mediados pelo outro e constituídos pela linguagem.

Na relação entre aprendizagem e desenvolvimento, Vygotsky (1988) aponta a existência de um nível a qual chamou de proximal ou potencial, que deve ser considerado na prática pedagógica, pois os educadores ao observam o desempenho no final do processo de ensino aprendizagem. Para Vygotsky (1988), o nível de desenvolvimento mental do aluno não pode ser determinado apenas pelo que consegue produzir de forma independente, é necessário conhecer o que consegue realizar, mesmo necessitando da ajuda de outras pessoas. O professor nesse inteire, deve atuar na zona de desenvolvimento proximal, que é a distância entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento proximal.

Na perspectiva do autor, a zona de desenvolvimento proximal nos permite delinear um futuro imediato da criança e seu estado dinâmico de desenvolvimento, propiciando o acesso não somente ao que já foi atingido através do desenvolvimento, mas também aquilo que está em processo de maturação. Vygotsky (1991, p.56) afirma que "o aprendizado humano pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual as crianças penetram na vida intelectual daquelas que a cercam."

Para Vygotsky (1991), os educadores podem ser os observadores dos seus alunos, pois devem se preocupar com o que os alunos estão fazendo e com o que são capazes de fazer. Os educadores devem envolver os estudantes em atividades e experiências funcionais relevantes, que ampliarão suas capacidades. Da mesma forma, eles fazem a mediação da troca dos estudantes com o mundo de modo a apoiar a aprendizagem, sem controlá-la. Devem descobrir oportunidades para encorajar os estudantes a trabalharem em colaboração sobre a variedade de problemas importantes e significativos.'

Coadunando com o processo de mediação de Vygotsky, Freire (1997) afirma que para compreender a teoria é preciso experienciá-la. A experimentação problematizadora de Paulo Freire, aborda que "(...) na pedagogia problematizadora, o professor deve suscitar nos estudantes o espírito crítico, a curiosidade, a não aceitação do conhecimento simplesmente transferido" Freire (2005, p. 67), inferindo assim a interação mediada e crítica. É nesse momento que os estudantes são desafiados a expor os seus entendimentos sobre determinadas situações significativas que são manifestações de contradições locais (FREIRE, 1987) e que fazem parte de suas vivências.

A perspectiva Freiriana no que se refere a dialogicidade e a problematização como principais categorias para uma educação humanizadora, libertadora e transformadora, contribui sobremaneira para uma educação emancipatória, promotora de desenvolvimento integral do educando enquanto cidadão crítico e reflexivo ao meio em que está inserido. Freire (2005), ainda sinaliza que, por meio do diálogo é possível olhar o mundo e a sociedade como processo, como algo em construção, como realidade inacabada e em constante transformação, ou seja, a construção da ciência.

Para que haja essas inter-relações entre atores educacionais e suas vivências, a presença efetiva do diálogo é imprescindível. O diálogo presente no contexto teórico de Freire e Vygotsky apontam para o desenvolvimento do ser humano, no sentido de proporcionar ao mesmo, novos desafios, liberdade de expressão, criticidade, criatividade e a busca por conhecimentos elaborados (PIZANI, 2017).

A troca de experiências, o respeito ao conhecimento prévio do aluno e a busca pelo conhecimento é fundamental em uma pedagogia dialética. Conforme Pizani (p. 15, 2017), "O diálogo de acordo com Freire é visto como o caminho para a liberdade do oprimido e do opressor; para Vygotsky, a linguagem e o pensamento mediados pela interação com o meio e com os outros é o que possibilita o desenvolvimento e a aprendizagem das crianças". Portanto,

por mais que os autores Freire e Vygotsky viveram em contextos históricos e geográficos diferentes, ambos tinham como ponto de partida a efetivação da aprendizagem carregada de significações, amor e respeito para um caminho no processo de ensino e aprendizado eficaz e eficiente, capaz de proporcionar a transformação social e cultural dos indivíduos.

Infelizmente, no Brasil, a experimentação iniciou nas escolas com um viés científico em busca de novas tecnologias, sem a preocupação para uma aprendizagem significativa e pautada na dialética. Segundo Delizoicov e Angotti (1992) a formação inicial dos professores de Ciências não possuía características que viessem ao encontro das expectativas que a experimentação se propunha.

Segundo Delizoicov et al (2002) os momentos pedagógicos que acerbam ao encontro dessa experimentação devem abarcar: a Problematização inicial em questão; a Organização do conhecimento e Sistematização do conhecimento. Para o primeiro momento o professor deve apresentar as situações com admissão a um conhecimento teórico que permite fazer problematizações através de questionamentos. No segundo momento o aluno precisa organizar o conhecimento através de registros, para utilizar o último momento analisando e interpretando o conhecimento. Nesse momento é necessário fazer uso da reflexão e criticidade aos resultados da experimentação para que possa ser discutida e avaliada no grupo, possibilitando uma releitura do fenômeno estudado (TAHA *et al.*, 2016).

Segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), a finalidade da problematização é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão e fazer com que ele reconheça a necessidade de se obterem novos conhecimentos, com os quais possa interpretar a situação mais adequadamente. Isto é: "[...] deseja-se aguçar explicações contraditórias e localizar as possíveis limitações do conhecimento que vem sendo expressado, quando este é cotejado com o conhecimento científico que já foi selecionado para ser abordado" (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002, p. 201).

Nesse ensejo, mediador, participativo e colaborativo proposto por Vygotsky (1988), em que o estudante é o protagonista do seu aprendizado e de Freire (1984), onde a aprendizagem acontece de forma significativa por problematização, experientiação e dialógica, sendo esta organizada e sistematizada, conforme os momentos pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), consolida-se metodologicamente o presente roteiro.

A partir dos pressupostos, o trabalho subsequente objetiva apresentar a experimentação problematizadora como uma ferramenta de iniciação científica para um problema ambiental vigente que é a qualidade da água nos cursos hídricos. Esse roteiro prático pode colaborar na efetivação processo de ensino-aprendizagem significativo, promovendo o letramento científico, e fomentando na construção na abordagem histórico-cultural do desenvolvimento humano.

Salienta-se que a proposta metodológica descrita na sequência pode ser adaptada quanto ao uso de kit colorimétrico para a análise da água, como também em relação ao curso hídrico. No que se refere as análises físico-químicas, a escolha por indicadores naturais como propostos nos trabalhos de Vendrusculo e Da Silva Mello (2020), para determinação de pH; França e Callisto (2019) na análise de turbidez; ou através do preparo das soluções como proposto por Fonseca (2017) para determinação de nitrogênio e Mendonça; Gonçalves e Rigue (2020) para aferição do oxigênio dissolvido demonstram-se como alternativas viáveis. Quanto a inexistência de um curso hídrico nas proximidades da escola, sugere-se a aferição de água do bebedouro (consumo escolar), apenas adequando os valores estabelecidos na Resolução nº 357 de 2005 do CONAMA, para água de consumo humano.

Monitoramento da qualidade da água: análise físico-química da água

A proposta de estudo será a análise da qualidade de águas do ecossistema aquático com base em parâmetros físicos e químicos. Sugere-se, antes da saída a campo, indagar algumas questões aos educandos sobre: Como se encontra a coloração da água desse curso hídrico? Será que tem vida presente nesse meio? Como é o seu entorno, apresenta mata ciliar ou o solo está exposto? Existe a necessidade de conhecermos a qualidade dessa água?

A partir das possíveis respostas, podem ser feitos grupos de estudo com idas a campo, por períodos mensais, bimestrais ou trimestrais para observar se ocorreram modificações ecológicas durante o período da pesquisa. Desta forma, realizaremos o monitoramento ambiental aquático.

Para tanto, a análise física da água, sugerimos realizar os testes de temperatura e turbidez, diretamente *in loco* para não sofrer alterações nos resultados das amostras. Já, para a análise química realizaremos os testes de oxigênio dissolvido, pH e nitrito, em laboratório na unidade escolar, a partir de uma amostra de água coletada no rio. Você pode realizar diferentes análises, com aparelhos portáteis para medições ou ainda com soluções caseiras, dependerá dos recursos e investimentos que sua escola viabilize.

Lembrando que para realizarmos a coleta de água devemos seguir alguns padrões conforme demonstrado no Quadro 2 (GREENBERG; CLESCERI; EATON, 1992).

Quadro 2: Padrões para coleta de água.

Coleta de amostra de água para análise

- ✓ deverá ser realizada diretamente no ecossistema aquático, com distanciamento de pelo menos um metro das margens do rio;
- ✓ utilizar luvas e botas ou cordões amarrados em garrafas plásticas, para que não haja contato direto com a água;
- ✓ a coleta deve ser realizada na direção contrária à correnteza do rio;
- ✓ a água deve fluir naturalmente para dentro da garrafa evitando borbulhas ou bolhas, que podem alterar parâmetros importantes.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Propomos, para esta atividade, a utilização de kits colorimétricos que são mais baratos e de fácil utilização. Os kits colorimétricos oferecem avaliação conjunta de parâmetros físicos e químicos, cuja determinação de parâmetros é baseada em colorações diferenciadas das amostras de acordo com os reagentes (corantes), utilizados em quantidades de água a ser analisada. Faremos uso do Kit colorimétrico de piscicultura da empresa Aqualy (CNPJ 10643146601), desenvolvido para atividades de educação ambiental e para o controle de lagoas ou aquários.

Sugere-se então, antes da saída à campo a elaboração de uma tabela, ou protocolo para anotar os resultados obtidos (tabela 1). A primeira atividade nesta Metodologia Científica será preencher o cabeçalho da Tabela 1, com as informações solicitadas e seguir ao campo.

Tabela 1: Monitorando a Qualidade das Águas.

| MONITORANDO A QUALIDADE DAS ÁGUAS | | | |
|--|-------------------|-------------|-------------|
| <i>Origem da amostra</i> | | | |
| <i>Data e hora da coleta</i> | | | |
| <i>Temperatura ambiente</i> | | | |
| <i>Condições climáticas</i> | () Sol | () Nublado | () Chuvoso |
| PARÂMETROS ANALISADOS | RESULTADOS | | |
| <i>Temperatura da água (°C)</i> | | | |
| <i>Turbidez (UNT ou cm)</i> | | | |
| <i>Oxigênio dissolvido (ppm ou mg/L)</i> | | | |
| <i>Potencial hidrogeniônico (pH)</i> | | | |
| <i>Nitrito (ppm ou mg/L)</i> | | | |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Não esqueça de levar seu boné, sua garrafa de água, seu filtro solar, de usar calça, blusa de malha de cor clara e sapato fechado. Separe o material listado abaixo (quadro 3) e vamos com sua turma ao rio!

Quadro 3: Materiais necessários para coleta de água.

| Materiais necessários para atividade: |
|---|
| ➤ Tabela "Monitorando a Qualidade das Águas"; |
| ➤ Garrafa pet de 500 ml para coleta de água; |
| ➤ Luvas de látex para proteção; |
| ➤ Prancheta, lápis e borracha; |
| ➤ Kit colorimétrico; |
| ➤ Celular ou máquina fotográfica para registro. |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após a coleta de água, apresentaremos a seguir uma descrição das análises físicas e químicas propostas na Tabela 1 com o uso de nosso kit colorimétrico, utilizando água do rio em estudo.

Vamos iniciar com as análises físicas, diretamente no campo!

I. Medição da temperatura da água (C°)

A medição de temperatura pode ser feita diretamente no rio ou em uma amostra de água coletada em frasco, desde que seja o mais rápido possível para não haver alterações nos resultados, utilizando o termômetro de bulbo (figura 8).

Vamos aos passos:

- Coloque as luvas de látex;
- Em frasco de amostra, submerja o termômetro na água da amostra até que a temperatura se estabilize por aproximadamente 2 minutos;
- Caso a leitura seja diretamente no rio, o termômetro poderá ser amarrado a um objeto flutuante, para evitar que seja levado pela correnteza ou se perca em águas turvas ou profundas.
- Após retirar o termômetro da água, registrar a temperatura na tabela supracitada, na coluna resultados, item temperatura.



Atenção! Não toque no bulbo do termômetro antes ou durante a leitura do mesmo. A temperatura deve ser medida (e todos os parâmetros também) em um local representativo da área amostrada. Locais rasos ou com água parada ou represada não devem ser utilizadas para coleta de amostras. A amostragem deve ser feita preferencialmente no canal principal!

Figura 8: Termômetro para aferição de temperatura.

Fonte: Elaborado pelos autores.

II. Medição da Turbidez (UNT ou cm)

Para se medir a transparência da água usamos o Disco de Secchi (figura 9), que é um disco pintado com faixas pretas e brancas intercaladas, com cerca de 20-30 cm de diâmetro, suspenso por uma corda ou fita graduada em centímetros.



Atenção! Preferencialmente, a medição através do "disco de Secchi" deve ser lida entre nove da manhã e três horas da tarde em virtude da radiação solar.

Figura 9: Disco de Secchi.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Vamos à análise:

- No local selecionado, afunde o disco de Secchi até o seu completo desaparecimento;
- Anote a profundidade de desaparecimento do disco (profundidade 1), verificando a fita graduada (cm), na tabela de resultados, item turbidez.
- Posteriormente, levante o disco até sua completa visualização (profundidade 2) e anote o valor observado na fita graduada (cm) em sua tabela.

➤ A profundidade do desaparecimento visual do disco de Secchi, turbidez (transparência da água) será igual ao valor médio das profundidades 1 e 2 ($P1 + P2/2$).

Agora, seguindo a nossa metodologia científica, seguiremos as orientações supracitadas de coleta de água, recolheremos uma amostra e retornaremos à escola para as análises químicas. Vamos ao laboratório!

III. Medição do Oxigênio Dissolvido (O_2)

Siga os passos determinados em seu kit colorimétrico no manual de instruções que determina a quantidade e o reagente a ser utilizado nas diferentes etapas (figura 10).

Vamos à análise:

- Encha a proveta até a marca com a água da amostra a ser analisada;
- Pingue duas gotas da solução de reagente 1, tampe o tubo e misture com simples inversão;
- Pingue duas gotas da solução de reagente 2, tampe o tubo e misture com simples inversão;
- Pingue duas gotas da solução de reagente 3, tampe o tubo e misture com simples inversão;
- Mantenha o tubo ao abrigo da luz por cinco minutos, depois compare a cor desenvolvida com a escala de cores, preferencialmente sob a luz natural;
- Cada cor da escala corresponde a uma concentração de O_2 dissolvido em ppm ou mg/L, depois da comparação, anote-o na tabela de monitoramento, nos resultados, item oxigênio dissolvido.

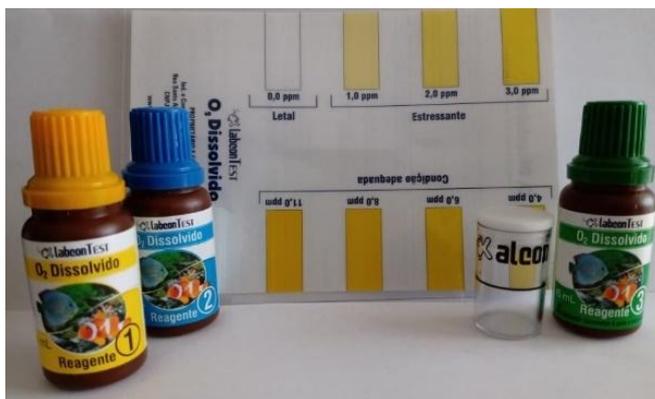


Figura 10: Kit colorimétrico para análise de Oxigênio Dissolvido.

Fonte: Elaborado pelos autores.

IV. Medição do pH (potencial hidrogeniônico)

Seguindo os passos do “manual de instruções” determinados pelo kit colorimétrico que estamos utilizando, vamos determinar o pH da amostra através da coloração da água a partir da adição de reagente. Essa coloração pode variar de amarelo a azul (amarelo para ácido, verde para neutro e azul, em caso de alcalino) (figura 11).

Vamos à análise:

- Encha a proveta até a marca com a água da amostra a ser analisada;
- Pingue 3 gotas da solução reagente, tampe a proveta e agite;
- Após dois minutos compare a cor desenvolvida com a escala de cores que consta no kit colorimétrico.

➤ Cada tonalidade de cor corresponderá a um determinado pH, anote-o na tabela de monitoramento, nos resultados, item pH.



Figura 11: Kit colorimétrico para análise de pH.

Fonte: Elaborado pelos autores.

V. Medição do Nitrito (NO_2^-)

Mais uma vez, siga os passos determinados em seu kit colorimétrico no manual de instruções que determina a quantidade e o reagente a ser utilizado (figura 12)



Figura 12: Kit colorimétrico para análise de Nitrito.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Vamos à análise:

- Encha a proveta até a marca com a água da amostra a ser analisada;
- Pingue duas gotas da solução de reagente 1, tampe o tubo e agite;
- Pingue duas gotas da solução de reagente 2, tampe o tubo e agite;

- Espere por dez minutos e compare a cor desenvolvida com a escala de cores, preferencialmente sob a luz natural;
- Para melhor visualização, coloque a proveta aberta sobre a escala e faça a leitura;
- Anote a leitura na tabela de monitoramento, nos resultados, item Nitrito.

Proposta de sistematização e avaliação dos resultados

Conforme abordado nos textos motivadores, a água integra uma das grandes preocupações do desenvolvimento sustentável, baseado nos princípios da função ecológica da propriedade, da prevenção, da precaução, bem como no reconhecimento de valor intrínseco à natureza. Assim sendo, existem órgãos ambientais fiscalizadores, ligados ao Ministério do Meio Ambiente (MMA) e leis que regulamentam esses princípios, como o Conselho Nacional do meio Ambiente - CONAMA.

O CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pelos art. 6º, inciso II e 8º, inciso VII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990 e suas alterações, classifica os corpos hídricos em águas em doces, salobras e salinas e, assegura à defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por condições e padrões específicos. A Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, considerando a saúde, o bem-estar humano e o equilíbrio ecológico aquático (BRASIL, 2005).

Conforme o decreto e a resolução supracitados, o CONAMA, classifica os corpos da água em doces, salobras e salinas, de acordo com sua concentração de sais (figura 13).



Figura 13: Definições dos corpos da água conforme Lei nº 6.938 e Resolução nº 357, CONAMA.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ainda, conforme a legislação do CONAMA, os corpos da água são divididos em classes. Cada classe orienta sua possível utilização, atendendo padrões de potabilidade (Quadro 1). Como estamos estudando os corpos de água doce de uma Bacia Hidrográfica, vamos seguir com a classificação e os padrões de classificação orientados na legislação (BRASIL, 2005).

Os valores, conforme descrito na tabela 1, apoiarão na definição da classificação da qualidade das águas do ecossistema aquático em estudo. Quando pelo menos um desses parâmetros ultrapassa os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, o ecossistema não será enquadrado em Classe 1 ou 2 por exemplo, que seria o ideal para garantir a diversidade aquática e potabilidade da água.

Para um ecossistema em condições de referência a hipótese seria que a qualidade das águas doce superficiais em estudo, estivessem dentro dos limites estabelecidos pela legislação para águas entre as classes 1 ou 2. Então, vamos observar os resultados com base na tabela 1 e comparar com a legislação.

O resultado do pH é estabelecido como condição inerente a vida aquática na faixa de valores entre 6,0 a 9,0, o que resultaria na coloração entre verde claro a azul. Caso, o resultado apresente coloração amarela (resultado de ambiente ácido), ou uma tonalidade de azul muito escuro (resultado de ambiente altamente alcalino), estaria confirmando a discrepância de potabilidade de acordo com a legislação (figura 14).

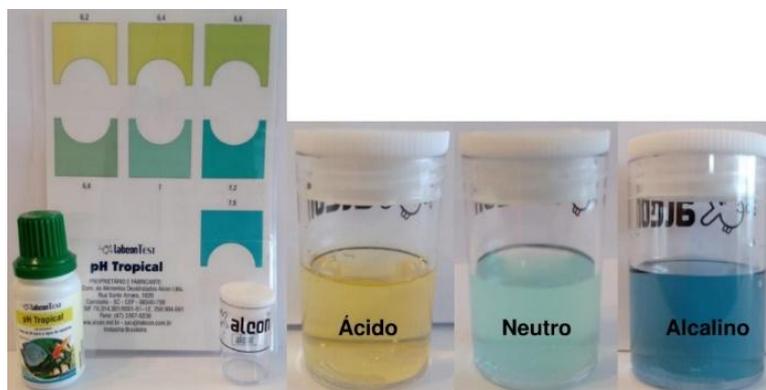


Figura 14: Resultado da análise de pH.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em relação a análise de turbidez, feita com o disco de Secchi e não aparelho eletrônico em unidade nefelométrica, consideramos como resultado de potabilidade a distância em centímetros entre a profundidade do desaparecimento visual do disco e o seu retorno visual. A classificação é definida como ambiente de alta, moderada ou baixa turbidez (figura 15), considerando o padrão para potabilidade para ecossistema aquático o resultado igual ou superior 40 cm de profundidade.

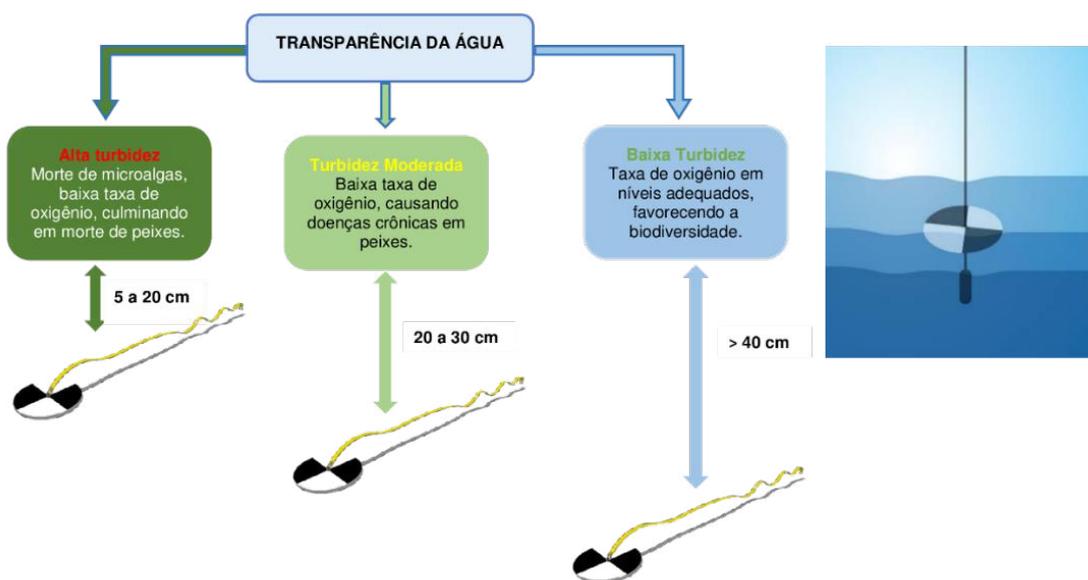


Figura 15: Resultado da análise de Turbidez, utilizando o disco de Secchi.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme a Resolução nº 357 do CONAMA, o resultado obtido para a análise de oxigênio dissolvido em ambiente aquático adequado à vida, deve estar compreendido entre 6 mg/L (classe 1) e 5 mg/L (classe 2). Assim sendo, a coloração resultante do teste em questão,

deverá apresentar tonalidade amarelada mais intensa, haja vista que, os tons mais claros resultam em condições estressantes ou letais para a vida aquática (figura 16).

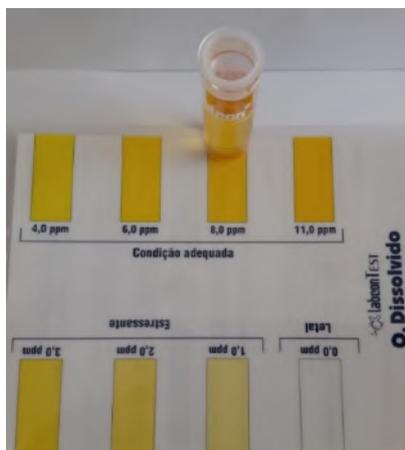


Figura 16: Resultado da análise de Oxigênio Dissolvido.

Fonte: Elaborado pelos autores.

O resultado da análise de nitrito para o ambiente aquático que atenda os padrões de potabilidade e garantam a biodiversidade do local, deve estar em 1,0 ppm ou 1,0 mg/L, conforme a legislação do CONAMA. Para confirmar esse resultado espera-se a coloração intermediária de rosa. Esta, não pode ser muito clara ou muito escura, o que representaria um ambiente aquático crítico e perigoso à vida (figura 17).



Figura 17: Resultado da análise de Nitrito.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Agora, com os resultados das medições de parâmetros físicos e químicos anotados na tabela 3.2, faremos a avaliação, se o ecossistema em estudo antedeu a classificação da legislação 357/2005 do CONAMA, como água doce de classe 1 ou 2, ideal para a potabilidade e diversidade da vida aquática ou se o ecossistema não alcançou os padrões estabelecidos.

Sugere-se, neste momento retomar a questões norteadoras que levaram ao início do estudo e refletir sobre as seguintes indagações: No momento da coleta, como estava coloração da água desse curso hídrico estudado? Os resultados obtidos nas análises são condizentes com o seu entorno (vegetação; solo exposto; esgotamento sanitário)? Como manter a biota em um ambiente degradado físico e quimicamente? Enquanto cidadãos influenciadores e

modificadores do meio que vivemos, como podemos contribuir para a melhoria da qualidade dessa água?

Freire (1987) sinaliza esse momento da educação como a fase do desvelamento crítico. O autor caracteriza essa etapa como um momento de reflexão que vai estimular a ação, isto é, o movimento necessário para que os participantes da pesquisa possam apreender/perceber, analisar fenômenos e processos e discutir como transformá-los. Por ser a fase da tomada de consciência do participante da situação real, ocorre o processo de ação-reflexão-ação para a superação das contradições da realidade vivida. Desta forma, o professor deve ser o mediador deste processo, impulsionar o percorrer de um caminho para a democracia e possibilitar uma compreensão crítica da realidade utilizando-se de um diálogo franco e corajoso no decorrer de todo processo (FREIRE, 1987).

De acordo com os resultados obtidos nas análises, aditado ao desvelamento crítico, caso algum tenha respondido negativamente, confirmando às interferências antrópicas em seu entorno, comprometendo a qualidade das águas, sugere-se que seja comunicado as autoridades responsáveis pelas políticas públicas para manifestar a insatisfação com a qualidade ruim das águas dos rios urbanos, como também a proposição de ações na escola e na comunidade para melhorar as condições do mesmo.

Por suposto, as ações de Educação Ambiental no Brasil estão asseguradas pela Lei nº 9.795 de 27 de abril 1999, que também instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental (ProNEA). Esta política foi criada com o objetivo de garantir, por meio da Educação, a equilibrada integração entre as dimensões da sustentabilidade - ambiental, social, ética, cultural, econômica, espacial e política - e o desenvolvimento do país, resultando em melhoria da qualidade de vida população. A importância da Educação Ambiental é reconhecida nos primeiros artigos da referida lei, como essencial e permanente à educação:

Art. 1º Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. Art. 2º A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal (BRASIL, 1999).

Dada a sua importância ao espaço escolar, também, a Portaria nº 1.920, de 04 de julho de 2018, do Ibama, aprovou Linhas de Ação e as Diretrizes de projetos de Educação Ambiental que vão em consonância Lei nº 9.795 de 27 de abril 1999, no que tange ao compromisso com a Educação Ambiental, dentre estas salienta-se:

1. Promover o espaço de gestão ambiental como um lugar de ensino aprendizagem, buscando criar condições para a participação individual e coletiva dos cidadãos, de forma crítica, a fim de subsidiar as políticas públicas ambientais.
2. Fomentar a articulação de diversos saberes, fazeres, valores e crenças, fortalecendo a ação coletiva e organizada junto aos diversos segmentos sociais que são afetados e ou onerados pelo ato de gestão ambiental.
3. Desenvolver procedimentos metodológicos de caráter dialógico que facilitem a construção de conhecimentos, habilidades e atitudes, necessárias à participação individual e coletiva na gestão do uso de recursos ambientais (BRASIL, 2018).

Nessa esteira, à luz da Educação Ambiental, sob a ótica de práticas pedagógicas reflexivas e críticas para o meio ambiente, ao qual o sujeito está inserido, descortinamos a aplicação do monitoramento ambiental hídrico e despertamos a erudição de nossos educandos como agentes pesquisadores. Estes agora, embasados em informações e dados confiáveis, serão capazes de argumentar, negociar e defender ideias que respeitem e promovam a

consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente roteiro abordou uma proposta teórico-prática alicerçado no desenvolvimento da aprendizagem significativa e integral, proposta pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e pelos Temas Contemporâneos Transversais (TCTs) na macro área Meio Ambiente. Nessa perspectiva de aprendizagem, a fundamentação metodológica foi alicerçada, por Vygotsky (1988), em que o estudante é o protagonista da aprendizagem, e, esta se perfaz a partir da interação entre os sujeitos; de Freire (1984), onde a aprendizagem significativa acontece por problematização, experiência e dialógica, sendo esta organizada e sistematizada, conforme os momentos pedagógicos proposto por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002).

Dessa forma, unindo o conhecimento de teóricos-educacionais, documentos norteadores para a Educação Básica somados a proposta de experimentação prática e reflexiva como uma ferramenta de iniciação científica para um problema ambiental vigente, a educação se consolida com profissionais cientificamente embasados com o comprometimento na formação de indivíduos na sua complexidade biológica, psicológica, cultural e social, ou seja, em sua integralidade.

Despertar a consciência para com a proteção e manutenção dos recursos naturais desde a tenra infância ainda é um processo a ser dirimido. O ser humano em sua essência biológica e social tende a cuidar e preservar apenas o que conhece. Para tanto, práticas educativas que desvelem a inquietação acerca de respostas ou reflexões-ações reconhecendo o ambiente como inerente à sua sobrevivência, podem contribuir sobremaneira para diminuir a distância ente teoria e prática, refletindo assim, na manutenção salutar desses recursos.

Nesse ensejo, a Educação Ambiental adentra desse despertar, transcendendo para além contexto escolar, promovendo a sensibilização para conservação dos ecossistemas aquáticos, que hodierno encontram-se ameaçados pelas ações das atividades antropogênicas. Espera-se com o emprego metodológico desse roteiro que o educando desenvolva a reflexão de suas ações e a criticidade frente as agruras vivenciadas a natureza, contribuindo assim, para a manutenção dos recursos naturais, hoje e em um futuro próximo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei nº 6.838, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 31 ago. 1981 Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm. Acesso em: 10 dez. 2020.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. CONAMA. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Diário Oficial da União, DF, v. 17, n. 02, 1986. Disponível em: http://www2.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1986_001.pdf. Acesso em 10 dez. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei n.9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 21 dez. 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9394.htm. Acesso em 15 nov. 2020.



BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: introdução aos parâmetros curriculares nacionais. 1997.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei n o 9.795, de 27 de abril de 1999**. Institui a Política Nacional de Educação Ambiental, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 26 jun. 2002. Disponível em: http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/Viw_Identificacao/lei%209.795-1999. Acesso em 13 jun. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n o 357 de 17 de março de 2005**. Brasília, 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. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mar. 2005, págs. 58-63 Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em 20 nov. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC/ SEB, DICEI, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei n o 13.005, 25 de junho de 2014**. Aprova o Plano Nacional da Educação – PNE. Diário Oficial da União, Poder Legislativo, Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm. Acesso em: 05 dez. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular** - Terceira versão. Brasília, DF: MEC/SEB, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em 16 ago. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Temas contemporâneos transversais na BNCC**. Proposta de Práticas de Implementação, p. 26, 2019.

CARRIL, M. da G. P.; NATÁRIO, E. G.; ZOCCAL, S. I. Considerações sobre aprendizagem significativa, a partir da visão de freire e ausubel-uma reflexão teórica. **e-Mosaicos**, v. 6, n. 13, p. 68-78, 2017.

CARVALHO, I. C. M. **Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico**. São Paulo: Cortez, 2004.

CASTRO, J. L. S. *et al.* Mata ciliar: Importância e funcionamento. *In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL*, 8., 2017, Campo Grande. **Anais XI**. Campo Grande: IBEAS, 2017.

DA SILVA, K. C. J. R.; BOUTIN, A. C. Novo ensino médio e educação integral: contextos, conceitos e polêmicas sobre a reforma. **Educação**, v. 43, n. 3, p. 521-534, 2018.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1992.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; Pernambuco, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DICTORO, V. P.; HANAI, F. Y. A. Gestão de Bacias Hidrográficas e os critérios para seleção de

propostas de projetos de Educação Ambiental. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 2, p. 4-23, 2019.

FERNANDES, G. *et al.* Impacto da fertilização nitrogenada em pastagens perenes na contaminação dos recursos naturais. **Revista Brasileira de Tecnologia Agropecuária**, v. 1, n. 1, p. 03-14, 2017.

FERREIRA, G. A. da S. **A função social da escola de formação integral**: um estudo da proposta pedagógica da escola parque Anísio Teixeira de Ceilândia – Distrito Federal. 2018. 79 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Pedagogia) - Universidade de Brasília, Brasília,

FONSECA, A. L. **Determinação do índice de nitrato, nitrito e nitrogênio amoniacal na água da lagoa de Extremoz/RN**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2017.

FRANÇA, J. S.; CALISTTO, M. **Monitoramento participativo de rios urbanos**: por estudantes-cientistas. 1. ed. Belo Horizonte, 2019. Disponível em: <http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/2019/Livro_monitoramento/LivroCompleto.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2020.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987

FREIRE, P. **Pedagogia da Esperança** – um reencontro com a Pedagogia do oprimido, Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

FREIRE, P.; SHOR, I. **Medo e ousadia: o cotidiano do professor**. 4. ed., Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

GLORIA, L. P.; HORN, B. C.; HILGEMANN, M. Avaliação da qualidade da água de bacias hidrográficas através da ferramenta do índice de qualidade da água-IQA. **Revista Caderno Pedagógico**, v. 14, n. 1, 2017.

GREENBERG, A. E.; CLESCERI, L. S.; EATON, A. D. Method 9221—Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, p. 9-45, 1992.

MARTINS, H. L. *et al.* Qualidade microbiológica e parâmetros físico-químicos da água em uma propriedade rural de Frutal/MG. **Anais do III AMBIUEMG-Simpósio Ambiental da Universidade do Estado de Minas Gerais-unidade Frutal**, p. 76. 2019

MENDONÇA, J. K. A.; GONÇALVES, D. F.; RIGUE, F. M. Experimento para determinação semiquantitativa de oxigênio dissolvido em água doce. **Revista Sítio Novo**, v. 4, n. 1, p. 53-61, 2020.

MOLL, J. **A agenda da educação integral**: compromissos para sua consolidação como política pública. In: MOLL, Jaqueline, et al. Caminhos da educação integral no Brasil: direito a outros tempos e espaços educativos. Porto Alegre: Penso, p.129-146, 2012.

OLIVEIRA, R. M. M.; SANTOS, E. V. dos; LIMA, K. C. Avaliação da qualidade da água do riacho São Caetano, de Balsas (MA), com base em parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 3, p. 523-529, 2017.

PICCOLI, A. de S. *et al.* Environmental education as a social mobilization strategy to face water scarcity. **Ciencia e Saude Coletiva**, v. 21, n. 3, p. 797–808, 2016.

PIZANI, I. C. M. O diálogo no processo de ensino e aprendizagem de acordo com Paulo Freire e Lev Vygotsky. **Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia**, v. 8, n. 16, 2017.

RODRIGUES, L. Z.; PEREIRA, B.; MOHR, A. O documento “Proposta para Base Nacional Comum da Formação de Professores da Educação Básica” (BNCFP): dez razões para temer e contestar a BNCFP. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1-39, 2020.

SANTOS, L. A. C. *et al.* Conflitos de Uso e Cobertura do Solo para o Período de 1985 a 2017 na Bacia Hidrográfica do Rio Caldas-GO. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 8, n. 2, p. 189-211, 2019.

TAHA, M. S. *et al.* Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 1, p. 138-154, 2016.

TINOCO, R. A. L.; GIRALDI, P. M. Educação não formal: potencialidades e limitações na formação do futuro professor de ciências e biologia. **EDUCA-Revista Multidisciplinar em Educação**, v. 6, n. 16, p. 190-209, 2019.

VENDRUSCULO, V.; DA SILVA MELLO, C. A. Integração de atividades experimentais e tecnologias educacionais no ensino do conceito de pH. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, v. 2, n. 19, p. 9065, 2020.

VIEIRA, I. C. B.; BOHN, C. S.; RIBEIRO, E. A. W. Práticas de Educação Ambiental: Estudantes Cientistas. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 16, n. 3, p. 18-37, 2021.

VIEIRA, I. C. B.; RIBEIRO, E. A. W. Sujeito e o mundo: a aplicação das geotecnologias no ensino de Geografia como perspectiva da integralidade. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 25, p. 05, 2021.

VYGOTSKY, L. S. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. Tradução de Maria da Penha Villalobos. São Paulo: Ed. da USP, 1988.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 4ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, L. S. **Pedagogia da Esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. 12 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

WEYH, L. F.; NEHRING, C. M.; WEYH, C. B. A educação problematizadora de Paulo Freire no processo de ensino-aprendizagem com as novas tecnologias. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 44497-44507, 2020.

ZOPPAS, F. M.; BERNARDES, A. M.; MENEGUZZI, A. Parâmetros operacionais na remoção biológica de nitrogênio de águas por nitrificação e desnitrificação simultânea. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 1, p. 29-42, 2016.