

# Metodologia da Problematização como Estratégia de Ensino em um Curso de Biomonitoramento das Águas de Rios no Município de Engenheiro Paulo de Frontin, RJ

## *Methodology of Problematization as a Teaching Strategy in a Course on Biomonitoring of River Waters in the Municipality of Engenheiro Paulo de Frontin, RJ*

Luciana Ribeiro Leda<sup>a</sup>; Tatiana Figueiredo de Oliveira<sup>b</sup>; Clélia Christina Mello Silva Almeida da Costa<sup>\*b</sup>

<sup>a</sup>Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Programa de Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde. RJ, Brasil.

<sup>b</sup>Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz. RJ, Brasil.

\*E-mail: luciana.leda79@gmail.com

---

### Resumo

O estudo analisa um curso de capacitação para o biomonitoramento das águas dos rios em Engenheiro Paulo de Frontin (RJ). Organizado de forma modular, o curso envolveu 23 agentes comunitários voluntários e, como recurso metodológico e eixo norteador, baseou-se na metodologia da problematização oferecida aos alunos na forma de problemas identificados a partir da observação da realidade no município, com a tentativa de seu desvendamento com intencionalidade da transformação. A técnica de análise de dados utilizada para analisar o processo de ensino-aprendizagem foi a análise de conteúdo. Assim, o objetivo deste estudo foi descrever e avaliar um Curso de Biomonitoramento das águas de rios, baseado na metodologia da problematização como estratégia pedagógica. Os resultados apontaram para uma crescente criticidade dos estudantes sobre seu processo de construção do conhecimento, a partir de concepções prévias, acerca dos problemas hídricos do município e do sentimento de pertencimento pelo território. Na experiência do curso de biomonitoramento, a autora atuou como mediadora entre a academia e os agentes comunitários, representando a sociedade civil, por meio da discussão e busca de soluções para problemas ambientais como os identificados na área de estudo. Recomenda-se estudos que viabilizem a relação profícua entre a comunidade de pesquisadores científicos com a sociedade civil na área de abrangência da bacia hidrográfica que, no caso em estudo, envolveria os municípios de Paulo de Frontin, Paracambi e Japeri, na organização de redes de conhecimento, para melhorar os problemas hídricos dos locais em questão.

**Palavras-chave:** Metodologia Ativa. Monitoramento Biológico. Agentes Comunitários.

### Abstract

*The study analyzes a training course for biomonitoring river water in Engenheiro Paulo de Frontin (RJ). Organized in modular form, the course involved 23 volunteer community agents and, as a methodological resource and guiding axis, was based on the problematization methodology offered to the students in the form of problems identified from the observation of reality in the municipality, with the attempt to unravel them with the intention of transformation. The data analysis technique used to analyze the teaching-learning process was content analysis. The aim of this study was to describe and evaluate a course on river water biomonitoring, based on the problematization methodology as a pedagogical strategy. The results showed that the students were becoming increasingly critical of their knowledge-building process, based on their preconceptions about the municipality's water problems and their sense of belonging to the territory. In the experience of the biomonitoring course, the author acted as a mediator between academia and community agents, representing civil society, through the discussion and search for solutions to environmental problems such as those identified in the study area. Studies are recommended to enable a fruitful relationship between the community of scientific researchers and civil society in the catchment area, which in this case would involve the municipalities of Paulo de Frontin, Paracambi and Japeri, in order to organize knowledge networks to improve the water problems of the places in question.*

**Keywords:** Active Methodology. Biological Monitoring. Community Agents.

---

## 1 Introdução

A Metodologia da Problematização (MP) é uma metodologia ativa, construtivista e calcada nos ensinamentos de Jean Piaget e Paulo Freire (Leda, 2008). Valoriza os conhecimentos prévios dos estudantes, para o desenvolvimento do seu raciocínio reflexivo e crítico, e sugere um ensino cujos pilares são: a realidade a ser considerada como um problema e a busca de solução para os problemas detectados, favorecendo o diálogo entre os conhecimentos prévios e aquele que está sendo concebido (Bordenave; Pereira, 2014; Soares et al., 2022). Além disso, as metodologias ativas podem ser realizadas nos ensinamentos formal e não formal e nos mais

variados espaços (on-line, híbrido e presencial) e contextos metodológicos (Fonteque; Nantes, 2023).

Portanto, a MP caminha na contramão de um ensino tradicional, restrito ao ato de depositar conteúdos, conforme criticado por Freire (2017), o qual intitulou 'educação bancária'. Em adição, a MP utiliza o Método do Arco, intitulado 'Arco de Maguerez', por ter sido idealizado pelo francês Charles Maguerez, um educador da área rural, que tentou resolver o problema da baixa eficácia na transmissão dos conteúdos pelos técnicos rurais, nos Cursos de Extensão Rural para agricultores adultos (Bordenave, 2006; Bordenave; Pereira, 2014; Soares, 2021).

Bordenave e Pereira (2014) salientam que o Arco possui a mesma base epistemológica que o método científico e que, por isso, poderia ser utilizado não só na extensão rural, como também na educação formal, guiando a elaboração de planejamentos de aula, currículos de cursos e embasar teoricamente o desenvolvimento de materiais didáticos. Tal como o método científico, o Arco de Maguerez possui um procedimento que consta de cinco etapas, onde a realidade é o ponto de partida e chegada (Soares et al., 2022). Soares (2021, p.32) cita variados autores que indicam que o Arco de Maguerez é um instrumento que favorece a “ação-reflexão-ação” durante o processo de ensino-aprendizagem, nos diferentes níveis educacionais.

Dessa maneira, a primeira etapa é a ‘observação da realidade’, momento em que os estudantes observam, com olhos ingênuos e sem a interferência do mediador, a realidade que os circundam, identificando problemas relevantes para aquela localidade; a segunda etapa é a definição dos ‘pontos-chave’, ocasião em que ocorre a reflexão e discussão dos problemas considerados primordiais para aquele contexto e que serão, posteriormente, estudados; a terceira etapa é a ‘teorização’, é a etapa investigativa da metodologia, oportunidade em que são problematizados ou teorizados os pontos-chave, a partir de buscas por informações, utilizando múltiplas formas para coleta de informações, como pesquisa bibliográfica, vídeos, consultas a especialistas, dentre outras, sobre o problema observado na etapa 1 e definido na etapa 2; a quarta etapa são as ‘hipóteses de solução’, ensejo em que os estudantes planejam ações viáveis dentro da realidade local, almejando contribuir para transformar ou mitigar o problema identificado; a quinta e última etapa é a ‘aplicação à realidade’, fase da intervenção, colocando-se em prática as hipóteses delineadas (Berbel, 2012; Bordenave; Pereira, 2014; Soares et al., 2022).

Soares et al. (2022) legitimam a relevância da MP, como um método importante para a aprendizagem. Assim, a MP juntamente com o Arco de Maguerez foi utilizada como eixo norteador no processo formativo de aquisição de saberes de agentes comunitários participantes de um Curso de Biomonitoramento das águas de rios realizado em Engenheiro Paulo de Frontin (RJ), cidade onde nasce o Rio dos Macacos, um importante afluente do Rio Guandu e principal rio que abastece o município do Rio de Janeiro. Este rio atravessa todo o município e entra em Paracambi, município localizado abaixo, já degradado pelas ações antrópicas, oriundas de Engenheiro Paulo de Frontin.

Pensando no biomonitoramento de rios, o Laboratório de Avaliação e Promoção da Saúde Ambiental (LAPSA) do Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz (IOC/FIOCRUZ-RJ) desenvolve trabalhos sob esta temática envolvendo a população de comunidades ribeirinhas, subsidiando-as com saberes técnico-científicos, sem uma metodologia específica, e ferramentas para análise da

qualidade da água dos rios dos seus municípios, verificando quais espécies aquáticas são mais sensíveis e quais são mais tolerantes aos impactos ambientais (Baptista; Egler, 2003; Baptista et al., 2007; Buss et al., 2002).

Biomonitoramento ou monitoramento biológico é o uso sistemático das respostas de organismos vivos para avaliar as mudanças ocorridas no ambiente, geralmente causadas pelas ações antropogênicas. Dessa maneira, o uso de parâmetros biológicos para medir a qualidade da água se baseia nas respostas dos organismos vivos em relação ao meio em que vivem e, como os rios estão sujeitos a inúmeros distúrbios ambientais, a biota aquática reage de alguma forma a esses estímulos, sejam eles naturais ou antropogênicos (França; Callisto, 2017; Matthews et al., 1982; Medupin, 2020). A utilização das respostas biológicas como indicadores de degradação ambiental é, além de usualmente utilizada na maioria dos trabalhos, ainda é mais indicada que as análises físico-químicas tradicionais da água em alguns casos, pois essas registram apenas o instante exato em que foram coletadas, com isso, necessitando de um grande número de amostragens para um monitoramento temporal eficiente (Buss et al., 2003; Kebede et al., 2020; Metcalfe, 1989). Com isso, levando um tempo muitas vezes mais longo para coleta de amostras, automaticamente elevando seus custos e elevando o tempo dos resultados finais.

Um meio de sanar tal deficiência é realizar uma análise integrada da qualidade da água, isto é, combinar o uso da metodologia tradicional com o uso de parâmetros biológicos, uma vez que os organismos aquáticos se comportam diferente aos variados distúrbios, sejam eles naturais ou antropogênicos, aumentando, assim, o potencial de detecção das causas e de avaliação dos efeitos de estressores sobre os ecossistemas aquáticos (Buss et al., 2003; Pereira, 2020). Por sua vez, os organismos integram as condições ambientais durante toda a vida, podendo ser utilizados na detecção tanto de ondas tóxicas intermitentes (agudas) quanto de lançamentos contínuos (De Pauw; Vanhooren, 1983; Zeybek, 2017).

Por meio de um movimento coletivo conjunto, outros personagens, que não só os cientistas têm a possibilidade de participar da construção e reflexão de saberes para lidar com os problemas ambientais encontrados dentro dos territórios (Guimarães, 2004). Nesse contexto, o objetivo deste artigo é descrever e avaliar este Curso de Biomonitoramento das águas de rios, utilizando a Metodologia da Problematização como estratégia pedagógica.

## 2 Material e Métodos

A pesquisa foi dividida em três momentos, sendo: 1. Pré-Curso de Biomonitoramento; 2. O Curso, com o uso da Metodologia da Problematização; 3. Pós-Curso de Biomonitoramento. Para nortear a metodologia deste estudo, o momento 1 será contextualizado, para alcançarmos o momento 2, foco deste artigo.

## 2.1 Momento 1 – Pré-Curso de Biomonitoramento

### 2.1.1 Entrada no campo

O primeiro contato no território objetivou fazer um levantamento sócio ambiental. Para tal, foram realizadas entrevistas com líderes locais representando a: A Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE); Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro (EMATER); Secretaria de Educação; Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente de Engenheiro Paulo de Frontin; Instituto Zoobotânico de Morro Azul (IZMA) e uma docente que atua com Educação Ambiental na educação básica.

Essas entrevistas, embora não transcritas, foram importantes para conhecer e entender a dinâmica do município bem como as doenças hídricas recorrentes e, assim, adequar o Curso de Biomonitoramento à realidade local.

### 2.1.2 Seleção dos voluntários

Após o levantamento socioambiental, o Projeto foi divulgado para os moradores locais, em parceria com a Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente de Engenheiro Paulo de Frontin, por meio de palestras, em todos os Distritos do município em questão. Nas apresentações foram abordados os seguintes tópicos: 1. Histórico do Projeto; 2. O que é biomonitoramento; 3. Importância do voluntariado; 4. O que é, para que serve e como foi dividido o curso; 5. Importância da utilização de Equipamento de Proteção Individual (EPI) e da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; 6. Pós-curso: coletas em campo; 7. Benefícios esperados tanto para o município como para a comunidade.

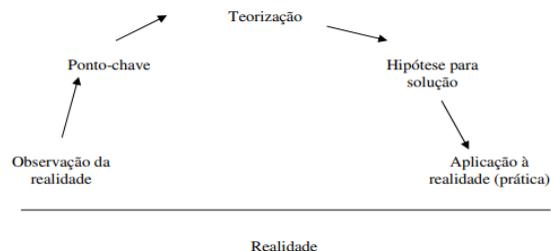
Ao término das reuniões uma lista era disponibilizada para o preenchimento pelos interessados em participar do Projeto, constando: nome, idade, endereço, bairro, telefone, e-mail e disponibilidade. Os critérios de exclusão para a seleção dos voluntários foram: 1. Idade mínima de 18 anos. 2. Impossibilidade para frequentar o Curso e para as coletas no pós-Curso (incompatibilidade de horário e não dispensa no trabalho). Foram selecionados 23 moradores locais, denominados Agentes Comunitários (AC), para participar do Curso de Biomonitoramento da qualidade das águas dos rios.

## 2.2 Momento 2 – O Curso de Biomonitoramento

O Curso de Biomonitoramento aconteceu presencialmente, uma vez por semana, por seis horas diárias e constou de 50 horas totais. As aulas teórico-práticas ocorreram nas dependências do Colégio Estadual João Köepke, sede de Engenheiro Paulo de Frontin e as aulas práticas aconteceram em locais escolhidos pelos estudantes, levando em consideração seus conhecimentos prévios em relação à área de estudo.

O referido Curso, calcado na MP, fez uso do Arco de Maguerez (Figura 1) e foi organizado em quatro módulos, ordenados pelas etapas desta metodologia (Quadro 1).

**Figura 1** - Etapas do Arco de Maguerez utilizado na Metodologia da Problematização



Fonte: dados da pesquisa.

**Quadro 1** - Distribuição dos módulos pela Metodologia da Problematização

Módulos	Etapas da Metodologia da Problematização
01: Diagnóstico	Etapa 1: Observação da realidade Etapa 2: Pontos-chave Etapa 3: Propostas para soluções de problemas
02: Ecologia de rio	Etapa 4: Teorização
03: Entomologia	
04: Análises físico-químicas	
Pós Curso	Etapa 5: Aplicação à realidade

Fonte: dados da pesquisa.

Ressaltamos que no primeiro dia de curso, todos os participantes leram, assinaram e sanaram dúvidas referentes ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética Nacional, da Fundação Oswaldo Cruz/Rio de Janeiro (Fiocruz/RJ), sob o nº 331/06, no que diz respeito à pesquisa com seres humanos da Fiocruz.

Para conseguir organizar os dados, propomos uma interseção entre as etapas da MP e os quatro módulos do curso de biomonitoramento (Quadro 1). Assim, o Módulo 01 hospedou as etapas 1 (Observação da realidade); 2 (Pontos chave) e 4 (Propostas para soluções de problemas) e os Módulos 02, 03 e 04 pertenceram à etapa 3 (Teorização). Já a etapa 5 (Aplicação da realidade), não será discutida neste artigo, por ter sido aplicada somente no Pós curso.

Associando estes módulos do curso com as etapas da MP, analisamos as respostas das atividades, categorizadas por meio da análise do conteúdo, descrita por Bardin (2016). Tal técnica é denominada como uma ferramenta que possui muitas formas e funções, uma vez que alia diversos instrumentos metodológicos e oscila entre a objetividade e a subjetividade (Bardin, 2016).

O primeiro passo foi arrolar, por ordem cronológica de acontecimento, todos os objetivos das atividades ocorridas nos quatro módulos do curso. Em seguida, foi descrito, ao lado dos objetivos, qual etapa da metodologia condizia com aquele módulo. O terceiro passo foi descrever as atividades ocorridas no curso, ou seja, a descrição das atividades ocorridas ao longo dos módulos, agora enfatizando as etapas da Metodologia da Problematização.

### 3 Resultados e Discussão

Este estudo contou com um Curso de Biomonitoramento, cujos módulos seguiram as etapas da MP, uma metodologia ativa que prioriza o protagonismo estudantil “valorizando e propiciando a aprendizagem significativa, duradoura, crítica e reflexiva” (Pereira et al., 2021. p.12).

Portanto, os conteúdos foram oferecidos aos AC voluntários na forma de problemas e questionamentos e não de forma transmitida como no ensino tradicional. Freire criticou este tipo de ensino, nomeando-o como ‘educação bancária’, por não permitir a criticidade dos educandos e não levar em consideração seus conhecimentos de vida (Freire, 2016). Para este autor, a educação bancária é autoritária e não permite a ampliação do pensamento e do olhar sobre a realidade dos educandos, colaborando, portanto, com a formação de indivíduos frustrados, que não alcançam níveis cognitivos de criação, atuação e transformação de sua realidade social (Brighente; Mesquida, 2016; Freire, 2016).

Dos moradores locais selecionados, 20 realizaram o Curso na íntegra, cujo grupo foi caracterizado como heterogêneo, com faixa etária variando entre 18 e 60 anos e com graus de escolaridade diferentes, apresentando o seguinte perfil: 1. Indivíduos que se autodeclararam do gênero masculino (35%) e feminino (65%); 2. Faixa etária variando entre 18 e 60 anos, com destaque para as faixas de 18-25 anos e de 26-35 anos, ambas possuindo 40% dos estudantes; 3. Locais de moradia variados, abrangendo as áreas rural (20%) e urbana (75%) do município; 4. Diferentes níveis de escolarização, sobressaindo o nível de escolarização ‘superior incompleto’ abrangendo 50% dos participantes (Quadro2).

**Quadro 2** - Composição do grupo de agentes comunitários, participantes do Curso de Biomonitoramento

Perfil da Turma de Agentes Comunitários	Nº	%
<b>1. Gênero</b>		
Feminino	13	65
Masculino	7	35
<b>2. Faixa Etária</b>		
18 - 25 anos	8	40
26- 35 anos	8	40
36 - 45 anos	1	5
Acima de 45 anos	3	15
<b>3. Nível de Escolaridade</b>		
Ensino fundamental incompleto	2	10
Ensino médio incompleto	2	10
Ensino médio completo	3	15
Nível superior incompleto	10	50
Nível superior completo	1	5
Não indicou nível de escolaridade	2	10
<b>4. Localização de moradia</b>		
Zona Rural	4	20
Zona Urbana	15	75
Não indicou	1	5

Fonte: dados da pesquisa.

O fato de a turma ser heterogênea, isto é, composta praticamente por todos os extratos da sociedade em nível local (urbano e rural, mais e menos escolarizados, faixas etárias variadas etc.), permitiu a riqueza das reflexões desenvolvidas durante o curso, conforme menciona o agente comunitário (AC) abaixo:

Nós tivemos no grupo, pessoas com diferentes conhecimentos e que as vivências de cada um puderam proporcionar a construção do conhecimento do grupo sem abaixar o nível das informações apesar de palavras simples (AC 1).

Almeida et al. (2023) sinalizam que a realização de Cursos dentro dos territórios envolvendo a população local, fortalece a identidade, cultura e territorialidade dos sujeitos. Além disso, por se tratar de uma metodologia ativa, as ações realizadas por meio da MP favorecem a participação tanto do educador quanto do educando no processo de construção do conhecimento (Pereira et al., 2021).

Os resultados, discutidos abaixo, serão apresentados conforme as etapas da MP que foram aplicadas nos módulos do Curso de Biomonitoramento da qualidade da água dos rios.

#### 3.1 Observação da realidade

No primeiro dia de aula a turma foi composta por 23 alunos. Portanto, os resultados das Etapas 01 e 02 da metodologia foram contabilizados a partir deste total de alunos. A partir da Etapa 03, o total de alunos decresceu para 20, quantitativo que serviu de referência para o perfil da turma.

Antes de os alunos serem levados para a atividade de observação da realidade, realizou-se um diagnóstico da percepção das condições ambientais locais. Para tal, solicitou-se aos participantes que desenhassem como imaginavam o meio ambiente de seu município, incluindo o rio e toda a vida que girava em torno dele, no passado, presente e no futuro.

O resultado demonstrou que 22 alunos possuem a percepção que, no passado, os rios de Paulo de Frontin eram íntegros e apenas uma aluna disse que no passado:

Os rios da Barreira [Bairro] eram poluídos e tinham mau cheiro, e isso continua até hoje prejudicando a vida da população (AC2).

Com relação à situação dos rios no presente, todos os 23 alunos concordaram que eles estão degradados. Já a percepção dos rios no futuro, 14 alunos destacaram que a situação permanecerá como está, isto é, degradado, e nove alunos demonstraram que, no futuro, o rio irá se recuperar. Destes nove alunos otimistas com o futuro dos rios, sete consideraram que o homem pode contribuir para a melhora do ambiente, uma vez que citaram a conscientização e a Educação Ambiental como meio para isso. Já a parcela restante de otimistas (dois alunos) acha que o ambiente irá se recuperar sozinho sem a interferência humana.

Silva et al. (2011) citam Hammes (2004) destacando que a percepção do ambiente do indivíduo ou da comunidade a qual ele é inserido, está intimamente vinculada à sua maneira de se conectar com as questões ambientais. Pereira et al. (2020) afirmam sobre o comportamento humano cujos

questionamentos abordam as transformações antrópicas e as produções em cada ambiente mediante diferentes sociedades. O entendimento e a compreensão dos problemas ambientais e suas políticas, principalmente sobre os ambientes naturais e a relação de cada sociedade com estes são explicados por essa ciência social e contribuem nesse contexto (Pereira et al., 2020). Outras questões são destacadas por Pereira et al. (2020, p.6) que também explicam a imagem do ambiente futuro segundo os seus sujeitos da pesquisa e que corroboram com o encontrado neste estudo:

As mudanças ambientais estão cada vez mais chamando a atenção do homem em meio aos diferentes cenários pessimistas que colocam como principal responsável dessas situações o tradicional modelo capitalista, ocasionando comportamentos e ações globais por parte dos movimentos sociais e institucionais (sejam eles locais ou externos), e atentando para o dever e a necessidade imediata de transformações nas atitudes desrespeitosas ao meio ambiente da sociedade, nas mudanças na economia e na política.

Dando sequência, após a socialização dos conhecimentos, foram listadas as características em comum e as diferenças dos desenhos. E, com o objetivo de levantar problemas, resgatamos as visões dos rios no passado, no presente e como achavam que seria o futuro. Para isto, foi solicitado que os alunos, um a um, colocassem seus desenhos no quadro e explicassem seus pontos de vista. Levando em consideração que a base da MP é o entendimento de que o processo de ensino e aprendizagem ocorre na realidade vivenciada pelos sujeitos (Bordenave; Pereira, 2014; Soares et al., 2022), a turma foi dividida em quatro grupos, para exercer a observação da realidade local. Porém, ainda em sala, foi pedido para cada grupo fazer um roteiro de observação do ambiente, incluindo o rio.

Partindo-se do princípio que o contexto local é enxergado com suas imperfeições, ou seja, uma adversidade que pode ser solucionada ou aperfeiçoada (Bordenave; Pereira, 2014), os agentes comunitários foram ao campo fazer uma descrição minuciosa do ambiente do rio, com seus problemas ou não. Esta atividade fez com que os estudantes observassem a realidade com seus próprios olhos, expressando, assim, suas percepções pessoais. Segundo a agente comunitária, a partir da observação da realidade ela percebeu que:

No dia em que fomos ver a margem do rio me fez ver [como] é importante fazer a minha parte (AC3).

Como expressado na fala supracitada, nesta atividade os alunos se depararam com problemas que já existiam e que nunca haviam percebido. É a partir dessa percepção que se começa a transformar a realidade local. De acordo com Berbel (1996) o olhar mais detalhado do ambiente e no ambiente é importante para que o sujeito consiga identificar aspectos importantes, que poderiam se perder em estudos teóricos realizados dentro de sala de aula, principalmente se, levarmos em consideração a observação feita por residentes das localidades trabalhadas nos projetos. Segundo a MP, essa primeira etapa faz com que os alunos, protagonistas da aprendizagem, conheçam a sua realidade para então,

transformá-la. E, como há conscientização do problema, iniciado por meio da observação da realidade e interação do aluno com o meio, a transformação é bilateral (Leda, 2008).

Após a observação da realidade, a turma foi encaminhada para a sala de aula, onde essa atividade foi comparada com os desenhos do passado, presente e futuro realizados anteriormente. Foi perguntado aos agentes comunitários o que eles observaram em campo que não listaram nos desenhos, almejando listar todos os problemas existentes em relação aos recursos hídricos.

Os problemas, depois de listados, foram agrupados em categorias (citados abaixo no tópico pontos chave). Tais problemas, considerados pontos chave, foram as variáveis perguntadas (os porquês) dos fatores observados, a fim de que fosse possível teorizar sobre tais fatores. Dessa forma, fazer com que os voluntários obtivessem o conhecimento sem haver transmissão de conteúdo, agindo assim de modo oposto à ‘educação bancária’, pelo fato de o educando receber passivamente os conhecimentos, tornando-se um reservatório de informações oferecidas pelo docente (Freire, 2017). A consequência dessa educação, segundo Freire (2017), é uma atitude acrítica e resulta no individualismo humano, pois, segundo este educador, a educação bancária faz com que o homem esteja no mundo, mas não em seu contexto e nem com os outros indivíduos compartilhando, criticando e recriando este mundo em que está inserido.

Esta primeira etapa se dá por meio do olhar sincrético ou espontâneo do aluno sobre a natureza, sendo considerado espontâneo o olhar que ainda não entrou em contato com o conhecimento científico (Bordenave; Pereira, 2014).

### 3.2 Pontos chave

Nesta etapa há definição ou identificação dos problemas que serão estudados na teorização. Assim, após observação de um trecho do Rio dos Macacos (Etapa 1), os estudantes, em grupos, listaram todos os elementos visualizados e os destacaram. Em seguida, os problemas observados foram separados de acordo com sua natureza (Quadro 3). Dividiu-se desta maneira, pois alguns problemas mencionados pelos estudantes só ocorriam devido a outros problemas como uma consequência, possuindo uma causa e um efeito.

**Quadro 3** - Pontos chave elencados pelos agentes comunitários e agrupados por natureza

Natureza dos Problemas	Efeitos	Causas
<b>Degradação Ambiental</b>	Erosão Plantas invasoras	Desmatamento Pouca vegetação
<b>Hídricos</b>	Vetores patogênicos Larvas de borrachudos Turbidez da água Odor ruim	Baixo fluxo de água Esgoto (doméstico ou industrial) Canalização inadequada
<b>Crescimento Populacional</b>	Criação de animais Criação de porcos Agricultura de subsistência	Casas nas margens dos rios

Fonte: dados da pesquisa.

Além disso, alguns problemas foram listados, em virtude do conhecimento prévio dos alunos (talvez advindos inclusive da educação formal) e, não efetivamente observados no momento da observação da realidade, como por exemplo, o esgoto industrial, vetores patogênicos, turbidez da água e odor ruim.

Segundo Carvalho (2012 apud Dill; Carniatio, 2020), o ambiente une três aspectos: cultura, sociedade e os aspectos fisiológicos da vida em uma relação dinâmica, no qual o indivíduo faz parte e interage de uma teia de relações envolvendo a vida natural, social e cultural.

Olhando para o aspecto ambiental ao abordar a Educação Ambiental precisamos focar conceitualmente nos pressupostos teóricos das três macro-tendências político-pedagógicas propostas por Layrargues e Lima (2014) e assim, em consonância com a metodologia da problematização (Bordenave; Pereira, 2014), que foi proposta para o Curso de Biomonitoramento da qualidade das águas dos rios, problematizar sobre a realidade encontrada, para então, poder intervir nela. Segundo Layrargues e Lima (2014 p.34):

Essas macro-tendências funcionam na reflexão como tipos ideais weberianos com fins didáticos, analíticos e políticos. Esses tipos ideais procuram expressar três eixos estruturadores do campo estudado em torno dos quais gravitam uma pluralidade de concepções pedagógicas e políticas sobre a Educação Ambiental e as possibilidades de conduzi-la no contexto de crise ambiental contemporânea. Em grande medida, as três macro-tendências aqui identificadas e nomeadas – conservacionista, pragmática e crítica – a despeito de pequenas nuances, guardam forte similaridade e alinhamento conceitual e epistemológico com aquelas encontradas no campo da Educação Ambiental por Tozoni-Reis (2004), respectivamente a natural, racional e histórica [...].

Oliveira e Vargas (2009) salientam que é fundamental propiciar um processo educativo-ambiental fazendo com que o sujeito se perceba como ser integrante e corresponsável pelo ambiente, reaprendendo a sentir e perceber a natureza através dos sentidos em sua forma biológica mais natural e se desprendendo dos filtros que a racionalidade moderna lhes impõe. Assim, a formação de educadores ambientais deve se direcionar para além de uma ‘capacitação’ que desenvolva habilidades pedagógicas, uma vez que o que se deseja é a formação do ‘sujeito ecológico’, isto é, de um profissional que exerça seus princípios e valores em prol de uma educação ambiental crítica (Campos; Cavalari, 2017).

### 3.3 Hipóteses para soluções de problemas

Após a etapa 2 (Pontos chave) e antes de iniciar a inserção de conhecimentos científicos, na etapa 3 (Teorização), a etapa 4 (Hipóteses para solução dos problemas) foi realizada. O objetivo da antecipação desta etapa foi proporcionar a reflexão dos alunos sobre soluções para os problemas por eles observados, antes de entrarem em contato com o conhecimento específico. Segundo Berbel (1996), esta é uma etapa que favorece o estímulo à reflexão e criatividade dos estudantes.

Para tal, foi solicitado aos agentes, divididos em quatro

grupos, que elaborassem cartazes apresentando hipóteses adequadas para a solução dos problemas ocorridos em Engenheiro Paulo de Frontin. Apesar de ter trabalhado com os alunos com a etapa denominada ‘Hipóteses para solução de Problemas’, verificou-se, no momento da análise dos resultados, que neste estudo foi proporcionado aos alunos uma elaboração de hipóteses parcial, por isso, foram denominadas de ‘Propostas de soluções de problemas’.

A hipótese deve ser uma proposição que correlaciona resultados da observação (etapa 1) inicialmente problematizados (etapa 2) e a tentativa de explicação que aprofunda esta problematização com os recursos teóricos do campo de conhecimento científico (etapa 3). Assim, hipótese é algo que precisa ser construído de forma a ser testado, para ser corroborado ou refutado (Leda, 2008).

De acordo com o Método do Arco difundido por Bordenave, nas variáveis dos pontos chave, o problema é respondido tentativamente. Com isso, a hipótese é uma tentativa de responder ao problema apresentado na forma de pergunta, ou seja, é uma proposição que procura correlacionar as variáveis dos pontos-chave. Praia, Cachapuz; Gil-Pérez (2002) afirmam que a hipótese possui função de mediadora entre as teorias, observações e experimentações, conduzindo, assim, a investigação. Desta forma, segundo estes autores, sem a capacidade de elaboração de hipótese não há autonomia cognitiva.

A antecipação da etapa 4 apesar de ter ocorrido antes da etapa prevista, não foi considerada totalmente negativa, pois houve a reflexão por parte dos voluntários sobre possíveis soluções para os problemas do município, uma vez que pensaram sobre o que era viável ou não para Engenheiro Paulo de Frontin. Praia Cachapuz; Gil-Pérez (2002) em seu artigo discutem os problemas epistemológicos do trabalho científico, sobretudo, da hipótese e da experimentação. Os autores se baseiam em Hodson (1988) para afirmar que a prática científica possui três etapas: a primeira é a criação ou geração das hipóteses; a segunda é a validação ou teste em que a hipótese irá se submeter; a terceira é a incorporação de conhecimentos, etapa que se aceita e registra o conhecimento científico.

Sob o ponto de vista da reflexão pedagógica, a etapa da construção das hipóteses pelos alunos deveria ter sido o momento de raciocínio científico envolvendo a teorização. Nesta etapa podemos incluir o fator ‘erro’, mas, por que o erro é importante no processo de conhecimento? Considerando que a construção de hipóteses é a etapa de construção de verdades provisórias, sempre suscetíveis de verificação e crítica, ela é extremamente importante para o processo de conhecimento, pois o erro proporciona um elo entre tais verdades e o aprendizado. Praia, Cachapuz; Gil-Pérez (2002) discutem a respeito do erro não como evidência, mas como algo que deve ser considerado como inevitável e, então, educador e educando devem discutir sobre o erro e questionar as razões (porque) de sua ocorrência, para que eles em diálogo, possam

se aproximar da verdade possível, naquele momento.

Conforme mencionado, chamamos ‘proposições’, pois uma hipótese é mais abrangente e as frases formuladas não tinham correlação direta com os problemas hídricos do município, não dando margem à elaboração de hipóteses e sim de propostas. Contudo, embora os agentes comunitários não tenham formulado hipóteses para solução dos problemas locais, as proposições os levaram a reflexão sobre possíveis soluções para os problemas, uma vez que pensaram sobre o que era viável ou não para Engenheiro Paulo de Frontin, abrindo caminho para a teorização e a formação de uma consciência ampliada dos estudantes, porque os leva a rever o saber comum à luz do científico e vice-versa. Praia; Cachapuz; Gil-Pérez (2002 p.255) afirmam que “as pessoas pensam e lidam de forma mais eficiente nos e com os problemas cujo contexto e conteúdo conhecem melhor, lhes são particularmente familiares”, sendo assim, o uso de exemplos advindos da área de estudo contribui para a orientação da teorização, etapa que transcorreu logo após às ‘propostas de soluções para os problemas’. Nesse contexto, por meio da construção da etapa 4, os alunos não formularam hipóteses relacionadas aos problemas identificados. Os estudantes sugeriram algumas proposições, conforme destacamos no Quadro 4.

**Quadro 4** - Propostas para soluções de problemas observados no município Engenheiro Paulo de Frontin, RJ

Propostas para Solução dos Problemas	
1	Programas de Educação e Conscientização Ambiental para a comunidade;
2	Fiscalização de Órgãos competentes pela população em geral;
3	Coleta seletiva de lixo;
4	Fossas sépticas nas residências
5	Reflorestar locais que foram devastados: tratar o rio a partir da nascente;
6	Ao invés de uma ETE, subdividir em “mini ETEs” em bairros-chave, como o bairro Borracha ou fazer fossas sépticas em todas as casas.
7	Impedir construções irregulares;
8	Participação da população nas tomadas de decisões de âmbito local;
9	Evitar criação de animais nas margens.

Fonte: Autoras, 2023.

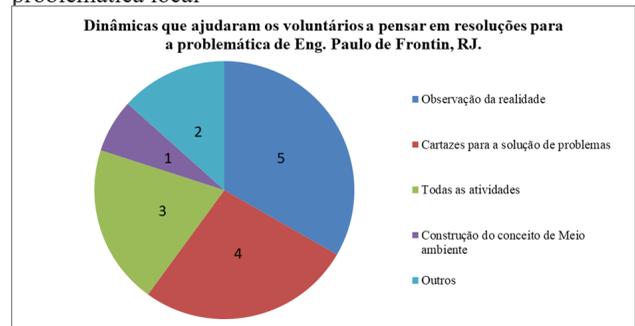
Ao inserir, no curso de biomonitoramento, as etapas do método científico por meio da MP, devemos ter cuidado com a transposição didática do processo de pesquisa científica para sala de aula, como alertam Praia; Cachapuz; Gil-Pérez (2002 p.257):

A transposição didática, realizada com cautela para não cairmos em simplismos fáceis, deve traduzir-se em sugestões de propostas de atividades de ensino-aprendizagem, que valorizem o papel do aluno no sentido primeiro de o confrontar com as suas situações de erro para posteriormente as vir a retificar. Do ponto de vista didático, ao sujeitarmos a experiência científica a uma tentativa de questionamento estamos convidando os alunos a

desenvolverem-se cognitivamente, num confronto de ideias com os seus pares, em que o resultado não só não está de antemão conseguido, como tem que ser sempre olhado à luz dos seus quadros interpretativos.

Apesar desta particularidade na etapa 4, ao questionarmos os estudantes se alguma dinâmica tinha auxiliado a pensar em resoluções para a problemática de Engenheiro Paulo de Frontin (Figura 2), verificou-se que cinco agentes comunitários optaram pelas atividades de ‘Observação da realidade’, e quatro estudantes escolheram os ‘Cartazes para soluções de problemas’, comprovando a importância dessas etapas da metodologia da problematização para a reflexão crítica dos agentes transformadores da sua realidade.

**Figura 2** - Dinâmicas que auxiliaram em resoluções para a problemática local



Fonte: dados da pesquisa.

De acordo com os Agentes comunitários:

Sim. Cartazes para resoluções de problemas. Nos fez pensar sobre a realidade do município e o que dá ou não para implementar aqui” (AC2).

“Cartazes para resoluções de problemas. Porque abre um novo horizonte de soluções viáveis” (AC11).

Assim, observar a realidade que nos rodeia e construir o conceito de ‘meio ambiente’ é importante, pois de acordo com Almeida et al. (2023), o meio ambiente além de ser um tema transversal, que pode ser abordado por diferentes áreas de conhecimento, envolve ações sustentáveis em defesa da vida.

### 3.4 Teorização

Até a etapa de ‘Hipóteses de soluções dos problemas’ (etapa 4, mas neste estudo aplicada como sendo a etapa 3), apenas ideias, representações e conhecimentos prévios dos alunos sobre o problema e suas relações com o contexto é que foram levados em consideração, não havendo inserção de conhecimento científico.

Na teorização, o professor, mediador deste processo, direciona os estudantes aos conhecimentos científicos almejando elucidar os problemas observados na etapa 1 (Bordenave, 1983; Bordenave; Pereira, 2014; Fonteque; Nantes, 2023). Neste passo, o aluno busca as informações com o auxílio de instrumentos utilizados em investigações científicas (Berbel, 1996, 2012). Por este motivo, esta etapa

foi a mais longa e abarcou três módulos do Curso, perfazendo 11 aulas, teóricas e práticas. Do total, oito aulas consistiram em trabalhos em campo, incluindo as atividades de coleta e identificação de insetos; vazão dos rios; parâmetros físico-químicos; aplicação do índice ambiental e análise bacteriológica (Quadro 5).

**Quadro 5** - Distribuição das temáticas na Etapa Teorização

Aula	Temática
1 a 3	Ordem insecta
4	Aula prática: insetos no álcool
5	Coleta e identificação de insetos
6-7	Vazão do rio e aula teórica: Parâmetros físico-químicos
8-9	Coleta e identificação de insetos; vazão do rio e aplicação do índice ambiental
10-11	Análise bacteriológica e Parâmetros físico-químicos

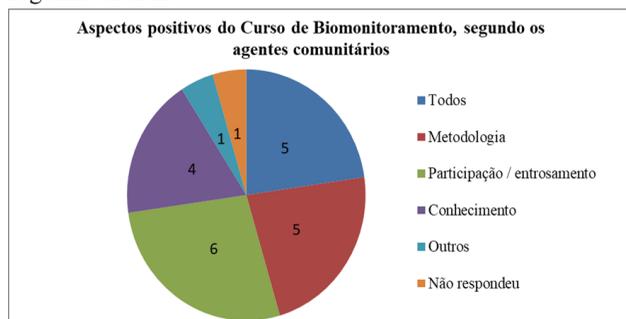
Fonte: dados da pesquisa.

De acordo com os estudantes, o último módulo, referente às análises físico-químicas, foi o mais complexo, pois uniu todas as técnicas apresentadas ao longo do curso, além dos nomes científicos dos insetos e da sua morfologia externa. Quando perguntados se eles haviam sentido dificuldades no módulo, eles responderam:

Sim. Por causa dos nomes dos insetos e reconhecimento de alguns insetos (AC11).  
De realizar todas as tarefas juntas (AC5)

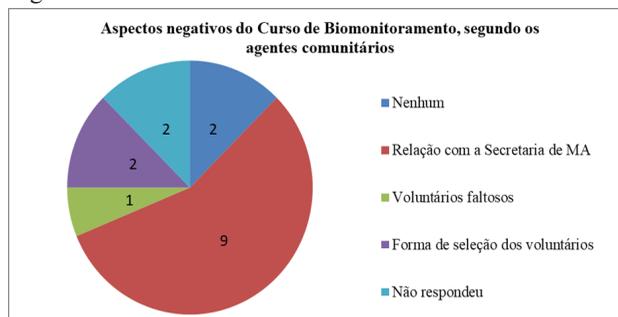
Quando foram questionados sobre os pontos positivos e negativos do Curso de biomonitoramento, os estudantes relataram: sobre aos ‘aspectos negativos’ (Figura 3), nove respostas ressaltaram a falta de respeito da Secretária de Meio Ambiente de Engenheiro Paulo de Frontin com os agentes comunitários; duas respostas salientaram os alunos faltosos, como possível interferência nos trabalhos realizados. Sobre os ‘aspectos positivos’ (Figura 4), cinco respostas sinalizaram a metodologia diferenciada; seis respostas a participação e o entrosamento da turma com a docente e quatro respostas afirmaram ser o conhecimento, cujo conteúdo do programa foi bem elaborado.

**Figura 3** - Aspectos negativos do Curso de biomonitoramento, segundo os ACs



Fonte: dados da pesquisa.

**Figura 4** - Aspectos positivos do Curso de biomonitoramento, segundo os ACs



Fonte: dados da pesquisa.

Pensando na percepção de aspectos positivos e negativos de um processo formativo, Freire (2016) afirma que o pensar certo é o diálogo sendo a tarefa coerente do educador que pensa certo é, exercendo a prática de entender e desafiar o educando, a produzir sua compreensão do comunicado. Não há inteligibilidade que não seja comunicação e intercomunicação que se funde na dialogicidade.

### 3.5 Aplicação à realidade

Conforme mencionado na metodologia, esta etapa ocorreu no Pós Curso e, por isso, não será discutida neste artigo. Entretanto, ressalta-se que o papel da ciência na vida social dos sujeitos requer uma democratização ampla dos processos políticos. É interessante, neste momento, fazer referência ao movimento interdisciplinar da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) concentrando-se:

Na dimensão histórica e social, tanto do conhecimento quanto das relações em uma dinâmica CTS de um tema ou questão permite a compreensão da situação atual, embora tal abordagem não esteja presente em determinações curriculares do ensino de ciências (Linsingen, 2006 apud Macêdo et al., 2021, p.14).

Dado que os problemas ambientais examinados em Engenheiro Paulo de Frontin extrapolam os limites municipais, é viável estimular dentro da comunidade um movimento coletivo conjunto, conforme preconiza Guimarães (2004), organizando-se em torno da bacia hidrográfica da microrregião, ou seja, Engenheiro Paulo de Frontin, Paracambi e Japeri. Neste sentido, os problemas ambientais estariam sendo trabalhados de forma mais abrangente e, ao mesmo tempo, fortalecendo a autonomia dos atores sociais em âmbito regional.

### 4 Conclusão

O curso de biomonitoramento da qualidade das águas dos rios em Engenheiro Paulo de Frontin foi estruturado em quatro módulos (diagnóstico, ecologia de rios, entomologia e análises físico-químicas e coletas) e durante a análise das respostas, detectou-se que apesar de o módulo diagnóstico ter sido pensado previamente como um módulo isolado, ele extrapolou seus próprios limites. Isto aconteceu porque essas

atividades diagnósticas foram oportunas para o afloramento dos conhecimentos prévios dos educandos e muito importantes no processo de construção do conhecimento deles. Além disso, corrobora-se com um dos princípios metodológicos que é a valorização dos conhecimentos prévios e das experiências cotidianas dos envolvidos na pesquisa, fator contribuinte na construção de saberes. É importante destacar a importância da consciência metodológica permitindo a reflexão sobre a metodologia usada no curso e o favorecimento da constatação de que a transposição didática do método científico para a sala de aula requer cuidados, principalmente no momento da formulação da hipótese.

Verificou-se, com base nos resultados, que a MP contribuiu para a autoconsciência dos agentes ambientais sobre o seu processo de educação científica. Assim, entendendo que a educação se encontra no início - uma vez que não se educa ninguém em tempo determinado, no curso de biomonitoramento apenas se começou a problematizar, com um grupo de agentes comunitários voluntários, esse conhecimento comum e científico. Há a necessidade de um desdobramento dessa reflexão pautando-se na perspectiva da justiça socioambiental, uma vez que a problematização politiza o papel do Estado e da sociedade civil, quando a 'sustentabilidade' do desenvolvimento econômico torna-se uma exigência. Essa tarefa deve ser parte do novo e importante papel do professor como representante de instituição de ensino e pesquisa, apresentando-se como mediador na realização de técnicas e metodologias inovadoras.

Frente a problemas ambientais como os identificados na experiência do Curso de Biomonitoramento, bem como as dificuldades da participação política no nível local, recomenda-se a ampliação da comunidade de pesquisadores científicos na área abrangência da bacia hidrográfica que, neste caso, envolveu os municípios de Engenheiro Paulo de Frontin, Paracambi e Japeri. Uma alternativa viável em nossa época é a de envolver educadores e educandos na organização de redes de conhecimento no campo científico, almejando a melhora dos problemas hídricos locais.

Para que todas as pessoas conheçam e entendam a importância de manter um equilíbrio dentro da sociedade e uma reflexão pertinente acerca das questões abordadas, é de suma importância fomentar essas políticas e direcionar as pessoas a uma satisfação ecológica (com ações positivas e sustentáveis).

Com base no que foi dito pode-se afirmar que a MP, proposta por Juan Bordenave, favorece as reflexões e discussões do coletivo, se feita sob as etapas do Método do Arco proposto por Charles Magueréz.

## Referências

ALMEIDA, R.C. *et al.* Educação ambiental de base agroecológica: uma revisão das ações educacionais do Projeto São Francisco no Interior Cearense. *Rev. Ens. Educ. Ciênc. Hum.*, v. 24, n. 3, p. 381-388, 2023. doi: <https://doi.org/10.17921/2447-8733.2023v24n3p381-388>

[org/10.17921/2447-8733.2023v24n3p381-388](https://doi.org/10.17921/2447-8733.2023v24n3p381-388)

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2016.

BAPTISTA, D. F.; EGLER, M. Macroinvertebrados como bioindicadores de ecossistemas aquáticos contaminados por agrotóxicos. In: PERES, F.; MOREIRA, J. C. *É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2003. p.157-175.

BAPTISTA, D.F. *et al.* A multimetric index base on benthic macroinvertebrates for evaluation of Atlantic Forest streams at Rio de Janeiro state, Brazil. *Hydrobiologia (The Hague)*, v. 575, p. 83-94, 2007. doi: [10.1007/s10750-006-0286-x](https://doi.org/10.1007/s10750-006-0286-x)

BERBEL, N. A. N. *A metodologia da problematização com o Arco de Magueréz: uma reflexão teórico-epistemológica*. Londrina: EDUEL, 2012.

BERBEL, N. A. N. A Metodologia da Problematização no Ensino Superior e sua contribuição para o plano da práxis. *Cienc. Soc. Hum.*, v. 17, p. 7-17, 1996.

BRIGHENTE, M F.; MESQUIDA, P. Paulo Freire: da denúncia da educação bancária ao anúncio de uma pedagogia libertadora. *Pro-Posições*, v. 27, p. 155-177, 2016. doi: <https://doi.org/10.1590/0103-7307201607909>.

BORDENAVE, J. D. Alguns fatores pedagógicos. In: GRANDI, M. T. *Capacitação pedagógica do programa de formação de pessoal de nível médio em saúde (Projeto Larga Escala)*. Brasília: OPAS, 1983. p. 19-26.

BORDENAVE, J. D. Uma abordagem Problematizadora no Ensino-Aprendizagem da Agroecologia. In: Seminário Internacional sobre Agroecologia. Porto Alegre, 2006, p.21-23

BORDENAVE, J. D.; PEREIRA, A. M. *Estratégias de ensino-aprendizagem*. Rio de Janeiro: Vozes, 2014.

BUSS, D. F. *et al.* Bases conceituais para aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. *Cad. Saúde Pública*, v. 19, p. 465-473, 2003.

BUSS, D. F. *et al.* Influence of water chemistry and environmental degradation on macroinvertebrate assemblages in a river basin in south-east Brazil. *Hydrobiologia*, v. 481, p. 125-136, 2002.

CAMPOS, D. B.; CAVALARI, R. M. F. O professor de biologia enquanto educador ambiental: delineando o perfil de um caso particular de sujeito ecológico. *Pesq. Educ. Amb.*, v. 12, n. 1, p. 58-70, 2017.

DE PAUW, N; VANHOOREN, G. Method for biological quality assessment of watercourses in Belgium. *Hydrobiologia*, v. 100, p. 153-68, 1983.

DILL, M. A.; CARNIATTO, I. Concepções de Meio Ambiente e Educação Ambiental de Professores do Ensino Fundamental I. *REVBEA*, v. 15, n. 5, p. 152-172, 2020.

FONTEQUE, V.S.; NANTES, E.A.S. Sala de aula invertida no contexto dos anos finais do Ensino Fundamental: uma revisão sistemática de literatura. *Rev. Ens. Educ. Ciênc. Hum.*, v. 23, n. 5, p. 697-702, 2023. doi: <https://doi.org/10.17921/2447-8733.2023v23n5p697-702>

8733.2022v23n5p698-703

FRANÇA, J. S.; CALLISTO, M. Monitoramento ambiental participativo de qualidade de água: a comunidade escolar como parceira na conservação de biodiversidade. *Estudos Ambientais*. Rio de Janeiro, Brasil. *Interciência*, v. 3, p. 40-51, 2017.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. São Paulo: Paz e Terra, 2017.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 2016.

GUIMARÃES, M. *A formação de educadores ambientais*. Campinas: Papirus, 2004.

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. C. As macrotenências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. *Amb. Soc.*, v. 17, n. 1, p. 23-40, 2014.

KEBEDE, G. *et al.* Macroinvertebrate indices versus microbial fecal pollution characteristics for water quality monitoring reveals contrasting results for an Ethiopian river. *Ecol. Ind.*, v. 108, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolond.2019.105733>

LEDA, L. R. *Avaliação formativa e Metodologia da Problematização em um curso de Monitoramento Biológico da água de Rios no Município de Engenheiro de Frontin, RJ*. 2008. Dissertação (Mestrado Ensino em Biociências e Saúde) - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, 2008.

MACÊDO, L. C. A. *et al.* O ensino de ciências, a abordagem CTS e a complexidade: desafios e possibilidades. *Educ. Amb. Ação*, v. 21, n. 84, p.1-22, 2021.

METCALFE, J. L. Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrates communities: history and present status in Europe. *Environ. Pollution*, v. 60, p. 101-139, 1989.

MATTHEWS, R. A. *et al.* Biological monitoring. Part. IIa. Receiving system functional methods, relationships and indices. *Water Res.*, v. 16, p. 129-139, 1982.

MEDUPIN, C. Spatial and temporal variation of benthic macroinvertebrate communities along an urban river in Greater Manchester, UK. *Environ. Monit. Assess*, v. 192, n. 2,

p.1-20, 2020. doi: <https://doi.org/10.1007/s10661-019-8019-6>

OLIVEIRA, T. L. F.; VARGAS, I. A. Vivências integradas à natureza: por uma educação ambiental que estimule os sentidos. *Rev. Eletr. Mest. Educ. Amb.*, v. 22, 2009.

PEREIRA, J. C. *et al.* Metodologias ativas e aprendizagem significativa: processo educativo no ensino em saúde. *Rev. Ens. Educ. Ciênc. Hum.*, v. 22, n. 1, p. 11-19, 2021. doi: <https://doi.org/10.17921/2447-8733.2021v22n1p11-19>

PEREIRA, J. H. S. *et al.* Antropologia e meio ambiente: a relação homem x natureza frente às questões sociais e a sustentabilidade. In CONEDU. Campina Grande, PB, Brasil, 2020. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/67967>

PEREIRA, P. S. *Aplicação de ferramentas para biomonitoramento utilizando macroinvertebrados em riachos no estado do Rio de Janeiro, Brasil*. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Saúde) - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, 2020.

PRAIA, J. CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. *Ciência & Educação*, v. 8, n. 2, p. 253-262, 2002. doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132002000200009>

SILVA, A. D. V. *et al.* Percepção ambiental como ferramenta para processos de educação ambiental na Universidade. *Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambient.*, v. 27, p. 1-21, 2011. doi: <https://doi.org/10.14295/remea.v27i0.3188>

SOARES, J. R. *et al.* Metodologia da problematização com o arco de maguerez: conhecimento de professores de escolas municipais em Palmeira das Missões/RS. *Tear*, v. 11, n. 1, p. 1-14, 2022. doi: <https://doi.org/10.35819/tear.v11.n1.a5836>

SOARES, R. G. *Formação Profissional Docente e Metodologias Ativas: uma pesquisa-ação com base na problematização*. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal do Pampa, Rio Grande do Sul, 2021.

ZEYBEK, M. Macroinvertebrate-based biotic indices for evaluating the water quality of Kargı Stream (Antalya, Turkey). *Turkish J. Zool.*, v. 41, n. 3, p. 476-486, 2017. doi: <https://doi.org/10.3906/zoo-1602-10>