

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

Faculdade de Educação - FaE

Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais - CECIMIG

Especialização em Educação em Ciências

ELAINE MARIA GUIMARÃES ALVES

**Uso de espaços não formais para avaliação da  
aprendizagem por meio de uma atividade  
investigativa envolvendo o Rio Paraopeba e o  
rompimento da barragem de Brumadinho**

**Belo Horizonte  
Novembro 2019**

ELAINE MARIA GUIMARÃES ALVES

**Uso de espaços não formais para avaliação da  
aprendizagem por meio de uma atividade  
investigativa envolvendo o Rio Paraopeba e o  
rompimento da barragem de Brumadinho**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado no curso Especialização  
em Educação em Ciências, do Centro  
de Ensino de Ciências e Matemática  
da Universidade Federal de Minas  
Gerais, como requisito parcial para  
obtenção do título de especialista.

Área de concentração: Ensino de  
Ciências

Orientador: Márcio Antônio da Silva

**Belo Horizonte  
Novembro 2019**

A474u  
TCC

Alves, Elaine Maria Guimarães, 1970-

Uso de espaços não formais para avaliação da aprendizagem por meio de uma atividade investigativa envolvendo o rio Paraopeba e o rompimento da barragem de Brumadinho [manuscrito] / Elaine Maria Guimarães Alves. - Belo Horizonte, 2019. 39 f. : enc, il.

Monografia -- (Especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

Orientador: Márcio Antônio da Silva.

Bibliografia: f. 30-33.

Anexos: f. 34-39.

1. Educação. 2. Ciência -- Estudo e ensino. 3. Ciência -- Estudo e ensino -- Meios auxiliares. 4. Ciência -- Métodos de ensino. 5. Ciência -- Estudo e ensino -- Métodos experimentais. 6. Água -- Conservação -- Estudo e ensino. 7. Água -- Poluição -- Estudo e ensino. 8. Água -- Purificação -- Estudo e ensino. 9. Abastecimento de água -- Estudo e ensino. 10. Educação ambiental. 11. Barragens de rejeitos -- Aspectos ambientais -- Estudo e ensino. 12. Esgotos -- Estações de tratamento -- Aspectos educacionais. 13. Aprendizagem -- Avaliação. 14. Estudantes -- Avaliação. 15. Ensino -- Meios auxiliares -- Avaliação. 16. Aprendizagem por atividades -- Avaliação. 17. Paraopeba, Rio (MG) -- Aspectos ambientais -- Estudo e ensino. 18. Brumadinho (MG) -- Acidentes -- Estudo e ensino.

I. Título. II. Silva, Márcio Antônio da, 1975-. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 363.61

**Catálogo da Fonte : Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)**

Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O

**Dados de Identificação:**

ALUNO: ELAINE MARIA GUIMARAES ALVES

TÍTULO DO TRABALHO: *Uso de espaços não formais para avaliação da aprendizagem por meio de uma atividade investigativa*

**Banca Examinadora:**

Professor Orientador: Marcio Antonio Da Silva

Professor Examinador: Maria Luiza Silva Tupy Botelho

*envolvendo o rio Paraopeba e o Acidente de uma Empresa Mineira*  
*do*

**Parecer:**

Aos 30 dias do mês de novembro de 2019, reuniram-se na sala 4104 do

CECIMIG, o professor orientador e o examinador, acima descritos, para avaliação do trabalho final do(a) aluno(a) Elaine Maria Guimarães Alves

Após a apresentação, o(a) aluno(a) foi arguido e a banca fez considerações conforme formulário anexo:

Assim sendo, a banca considera o trabalho  aprovado  
 aprovado mediante modificações com entrega até 03/02/2020  
 reprovado. Agendamento de nova defesa até 27/02/2020

Belo Horizonte, 30 de novembro de 2019.

Assinatura da banca:

*Marcio*

*Maria Luiza Botelho*

NOTA: 73

Obs: no caso da banca indicar reformulações, o orientador deverá encaminhar ao colegiado, ao final do prazo estipulado, carta informando se as modificações foram feitas conforme recomendado pela banca examinadora. O colegiado, então, submeterá o parecer a aprovação.

## Resumo

Neste trabalho buscamos avaliar como o uso de visitas a espaços não formais pode ser útil no desenvolvimento de atividades investigativas. Levamos nossos alunos ao contato com os meios de captação, tratamento e destinação de água e esgoto e ao contato com o ambiente natural do rio Paraopeba, poluído recentemente pelo acidente ocorrido em uma empresa mineradora. A metodologia utilizada foi a análise qualitativa do tipo estudo de caso em virtude da grande quantidade de informações e variáveis envolvidas. As visitas permitiram ambientes favoráveis a debates e troca de informações que contribuíram para a construção conjunta do aprendizado, relacionando os conteúdos estudados e pesquisados à problemas reais vividos em sociedade. Os resultados foram considerados satisfatórios após análise dos relatórios e observações realizadas pelos participantes. Destacamos a importância do planejamento para assegurar o caráter investigativo nas diversas etapas da sequência didática e pontos que podem ser revistos e melhorados em trabalhos futuros.

**Palavras chave:** Educação, Abordagem investigativa, Espaço não formal, Rio Paraopeba, Acidente de Brumadinho

## Abstract

In this work we seek to evaluate how the use of visits to non-formal spaces can be useful in the development of investigative activities. We take our students into contact with the means of capturing, treating and disposing of water and sewage and in contact with the natural environment of the Paraopeba River, which was recently polluted by the accident at a mining company. The methodology used was the qualitative analysis of the case study type due to the large amount of information and variables involved. The visits allowed favorable environments for debates and exchange of information that contributed to the joint construction of learning, relating the contents studied and researched to real problems experienced in society. The results were considered satisfactory after analyzing the reports and observations made by the participants. We highlight the importance of planning to ensure the investigative character in the various stages of the didactic sequence and points that can be reviewed and improved in future works.

**Keywords:** Education. Investigative approach. Non-formal space. Paraopeba River. Brumadinho accident.

## **Lista de figuras**

Quadro 1 – Cronograma do trabalho	19
Foto 1: Recepção visita a Estação de tratamento de água	22
Foto 2: Visita aos tanques de tratamento de água	22
Foto 3 – Alunos observam o rio e a mata ciliar	25
Fotos 4 – Coleta de água do rio	26
Fotos 5 e 6 – Filtros construídos pelos alunos	27
Foto 7– Atividade de tratamento da água	28

## **Sumário**

Introdução .....	8
Referenciais Teóricos .....	10
Metodologia.....	17
Resultados e Discussão .....	20
O questionário e a discussão na sala .....	20
Visita à Estação de Tratamento de Água .....	21
Visita à Estação de Tratamento de esgoto .....	23
Visita ao Rio Paraopeba.....	25
Conclusões.....	30
Referências .....	32
Anexos .....	34
Anexo A – Questionário inicial.....	34
Anexo B – Roteiro de atividades para visita ao Rio Paraopeba .....	36

## Introdução

Neste trabalho, a utilização de espaços não formais foi investigada para o envolvimento dos alunos com questões relativas à captação de água, poluição dos mananciais e as medidas necessárias para garantia do fornecimento de água potável para os próximos anos na cidade de Pará de Minas (MG). A cidade está localizada no centro oeste mineiro e é banhada pelo rio Paraopeba que nasce no município de Cristiano Ottoni e deságua na represa de Três Marias, passando por diversas cidades, entre elas Brumadinho (MG).

A empresa responsável pelo abastecimento em Pará de Minas captava água do rio Paraopeba até o início do ano de 2019. No dia 25 de janeiro, ocorreu o rompimento da barragem de rejeitos B1 da mina de minério de ferro Córrego do Feijão da empresa Vale no município de Brumadinho. Esta barragem está localizada na bacia do ribeirão Ferro Carvão, que é afluente do rio Paraopeba, que por sua vez é afluente do rio São Francisco. A captação de água para Pará de Minas foi suspensa e redirecionada para o Rio Paciência e Ribeirão dos Paivas, cursos com menor volume de água e que podem não garantir o abastecimento na época de seca para a cidade.

O Serviço Geológico do Brasil tem realizado o monitoramento do rio Paraopeba, em parceria com a Agência Nacional de Águas (ANA), Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) e Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). Os boletins técnicos produzidos e as informações a respeito do desastre e suas providências podem ser acessadas por meio do site da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD). Entre as publicações, destacamos a recomendação para o não uso da água bruta do rio Paraopeba para qualquer finalidade entre os municípios de Brumadinho e Pompéu, incluindo a cidade de Pará de Minas, fato que impactou, de diversas formas, a vida da população ao longo do rio.

Apesar da ampla divulgação na televisão, em jornais e na internet, percebemos que nossos alunos possuíam um conhecimento limitado sobre o impacto causado em nossa região. Por meio da aplicação de um questionário e rodas de conversas buscamos apurar o conhecimento de nossos alunos sobre os processos de



tratamento de água e esgoto, verificamos que possuíam dúvidas, especialmente sobre o desastre e as fontes de captação. Diante do quadro verificou-se a possibilidade de desenvolver um estudo envolvendo visitas aos locais onde os problemas e soluções pudessem ser vivenciados e discutidos.

O objetivo foi analisar aspectos qualitativos relacionados ao uso do espaço não-formal no desenvolvimento da aprendizagem por meio de atividades investigativas. Estas atividades têm por referência o desenvolvimento de habilidades previstas na Base Nacional Curricular Comum (BNCC) para o Ensino Médio aprovada em 2018.

Para elaboração da sequência didática observamos o trabalho de Sá; Lima; Aguiar (2011) buscando garantir em cada etapa pelo menos uma das características apontadas pelas autoras para a classificação de uma atividade dentro da abordagem investigativa. São elas: 1. Construir um problema; 2. Aplicar e avaliar teorias científicas; 3. Propiciar a obtenção e a avaliação de evidências; 4. Valorizar o debate e argumentação; 5. Permitir múltiplas interpretações.

Os alunos foram convidados a fazer o levantamento dos problemas atuais, das previsões acerca da captação de água e das medidas necessárias para a manutenção da boa qualidade da água em nossa região.

As visitas foram realizadas durante o desenvolvimento do conteúdo de Ecologia com uma turma de 36 alunos do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual de Pará de Minas. Foram realizadas três visitas, a primeira à Estação de Tratamento de Água (ETA), a segunda à Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) e a terceira visita ao rio Paraopeba e comunidade de Córrego do Barro, distrito da cidade de Pará de Minas.

Para a construção, desenvolvimento e análise da sequência didática foram considerados aspectos da abordagem investigativa apoiados na teoria de Paulo Freire, bem como em pesquisas recentes na área de educação envolvendo a aplicação de atividades em espaços não formais. As discussões nos apontaram caminhos que podem ser explorados para reformulação de sequências didáticas semelhantes em trabalhos futuros.

## Referenciais Teóricos

Este trabalho foi desenvolvido por um dos autores em seu período de regência na escola em que leciona, como requisito de avaliação, durante o curso de pós-Graduação de Ensino de Ciências por Investigação desenvolvido pelo Centro de Ensino de Ciências e Matemática (CECIMIG), órgão complementar da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). O curso teve início em 2005 com periodicidade de dois anos. Fundamentado em discutir o ensino de Ciências por meio da abordagem investigativa como alternativa à abordagem tradicional de ensino, onde os conteúdos científicos são transmitidos de forma unidirecional quase sempre sem contexto com a realidade do aluno.

Para a construção deste trabalho buscamos refletir acerca das ideias de Paulo Freire discutidas em seu livro “A pedagogia da autonomia”. Onde o autor ressalta a impossibilidade e inutilidade da transferência de conhecimento. Ensinar envolve criar o ambiente propício para a construção conjunta da aprendizagem. Os saberes necessários não se limitam aos conteúdos impressos nos livros, que podem ser recitados e decorados, ditos como aprendidos desconectados da realidade que nos rodeia. Buscamos esta conexão com a abordagem de um problema real que afeta diretamente nossas vidas, educadores e educandos, onde a busca de informações e do conhecimento científico nos capacita a uma posição atuante para busca de soluções.

Segundo Paulo Freire a ação de ensinar não é unidirecional, *“Quem forma se forma e re-forma ao formar e quem é formado forma-se e forma ao ser formado ... Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender”*. Como sujeitos inacabados em constante formação, aprendemos pesquisando e planejando as ações de intervenção, bem como em cada etapa do processo, em aulas dialogadas, na vivência da experiência de troca com nossos alunos, conduzindo debates e discussões na direção da produção de saberes significativos e transformadores. Buscando também como orienta Paulo Freire, pensar criticamente a prática de ontem e de hoje, pois só assim podemos melhorar a próxima prática.

Inspirados nas ideias de Paulo Freire, buscamos o espaço não formal como ambiente para a construção e viabilização do conhecimento crítico.

É uma pena que o caráter socializante da escola, o que há de informal na experiência que se vive nela, de formação ou deformação, seja negligenciado. Fala-se quase exclusivamente do ensino dos conteúdos, ensino lamentavelmente quase sempre entendido como transferência do saber. Creio que uma das razões que explicam este descaso em torno do que ocorre no espaço-tempo da escola, que não seja a atividade ensinante, vem sendo uma compreensão estreita do que é educação e do que é aprender [...] Há uma natureza testemunhal nos espaços tão lamentavelmente relegados das escolas. (FREIRE, 1996, p. 62).

Cuidamos para haver ali um objetivo claro e planejado de aprendizagem, mas valorizando que o espaço não formal permite maior tempo para conversar e ouvir os alunos. Permite também o contato humano e afetivo que por vezes recebe pouca atenção e é limitado na sala de aula e na escola. Através da observação e da vivência de momentos descontraídos em ambiente não formal, há tempo e condições para o testemunho do envolvimento responsável e ético com o aluno, com a sociedade e com o ambiente. Estes momentos podem ser decisivos para a formação do aluno, que aprende com o exemplo. Sente-se capaz de compreender, pensar e agir sobre o problema.

As aulas de Ciência desenvolvidas em nossas escolas geralmente se mostram como produtos acabados, prontas para serem consumidas ou internalizadas e ocultam o caráter de construção, de inacabamento, de busca por respostas, o que é fundamental ao seu desenvolvimento. Como consequência deste modelo de ensino, o aluno tem dificuldades para internalizar os conceitos, utilizá-los para questionar o mundo a sua volta e compreender a Ciência como uma construção cultural e social. Muitas pesquisas apontam haver uma aprendizagem mais significativa a partir da abordagem investigativa. Neste tipo de abordagem o aluno é convidado a ser o protagonista de seu aprendizado, buscando respostas para explicar os fenômenos naturais, resolver problemas e propor soluções. Utilizando para isso a linguagem científica, considerando o progresso da Ciência nos diversos contextos históricos e culturais ao longo do tempo. (MUNFORD; LIMA, 2007; SÁ; LIMA; AGUIAR, 2011).

Munford; Lima (2007), destacam três concepções equivocadas sobre o ensino de Ciências por investigação. A primeira é a necessidade de atividades práticas ou experiências, muitas vezes estas atividades não são conduzidas de forma investigativa e por vezes iniciativas sem muitos recursos na sala de aula podem ser conduzidas de forma investigativa. A segunda é a ideia de que em atividades

investigativas os estudantes devem ter total autonomia para escolher questões e procedimentos, construir resultados e discussões. Estas atividades “abertas” podem não levar aos resultados desejados e dependem também do grau de maturidade dos alunos e dos objetivos da atividade. As autoras discutem com base em publicações norte americanas, os vários níveis de abertura que atividades investigativas podem ter. Estes níveis devem considerar inúmeras circunstâncias relacionadas ao perfil dos alunos e dos professores envolvidos. Como exemplo a idade, a experiência e autonomia dos alunos em atividades investigativas; a formação acadêmica do professor e as condições e recursos disponíveis. A terceira concepção traz a ideia de que todo conteúdo deve ser ensinado por meio de abordagem investigativa. Desta forma esta seria a única forma de ensino e não apenas uma dentre outras estratégias que podem ser empregadas.

Não se espera que o aluno aprenda a ser cientista na escola, ao invés disso devemos buscar a compreensão dos métodos utilizados, da motivação, dos contextos históricos, sociais e culturais onde o conhecimento foi e é produzido, bem como dos acertos e erros que embasam o desenvolvimento da Ciência. Esta postura pode desmistificar a visão ingênua da genialidade para a produção da Ciência. A escola tende a apresentar grandes cientistas como gênios descobridores, quase sempre oculta a grande comunidade científica envolvida antes e durante o processo construção do conhecimento científico, bem como suas falhas, acertos ou novos questionamentos assumidos após cada enunciação que levou cada descoberta. Cientistas geram suas próprias questões para pesquisa, trabalham com muitas variáveis, utilizam metodologia complexa, preocupam-se com vieses de observação e com a confiabilidade dos dados coletados, tratam a informação, coletam e analisam múltiplos dados, comparam seus resultados com outros trabalhos científicos similares, e baseiam suas conclusões em trabalhos anteriores (MUNFORD; LIMA, 2007; MARANDINO, 2014).

Nas atividades escolares geralmente as questões e procedimentos são definidos pelo professor, a confiabilidade dos dados e vieses de observação não são discutidos, a complexidade e o esforço empregados na pesquisa, reduzidos. Os dados coletados são simples e levam a confirmação de uma teoria previamente apresentada. Os resultados e conclusões são direcionados pelo material,

bibliografias ou métodos sugeridos. Diferem especialmente quanto ao propósito da pesquisa, a comunicação e construção social da pesquisa. Munford; Lima, 2007, discutem que uma consequência das investigações simples desenvolvidas no ensino básico pode ser a banalização do trabalho dos cientistas, ideia de que o trabalho científico é simples e superficial. Atividades investigativas mais autênticas poderiam ser conseguidas através de abordagens que deem ao aluno graus crescentes de autonomia para seu desenvolvimento. Atividades onde o aluno possa gerar as próprias questões, selecionar variáveis, construir controle, fazer múltiplas observações, observar e avaliar variáveis que possam interferir no trabalho, avaliar metodologias, realizar vários estudos e/ou estudar relatos de pesquisa de especialistas.

A experimentação não garante caráter investigativo. O aluno deve ser protagonista no levantamento de dúvidas e na busca por repostas. (MUNFORD; LIMA, 2007),

É difícil planejar cada passo e antecipar quais direções serão apontadas pelos alunos o que torna difícil a elaboração de roteiros, como “receitas de bolo”, a serem seguidos. O professor deve estar atento e disposto a não fornecer respostas prontas, mas sim estimular o protagonismo do aluno em sua própria busca. Desta forma, atividades simples e cotidianas podem adquirir caráter investigativo que muitas práticas experimentais não possuem.

Permitir que um problema seja assumido como próprio implica criar oportunidades para que os estudantes explorem as ideias que eles têm, confrontem suas ideias com outras novas, duvidem, questionem e se engajem na busca de repostas para a situação-problema. (SÁ; LIMA; AGUIAR, 2011, p.97)

Sá; Lima; Aguiar (2011), discutem não haver consenso na definição do que chamamos de ensino por investigação entre os pesquisadores mesmo em países aonde o tema começou a ser discutido e valorizado muito antes que aqui no Brasil. Neste trabalho apresentam a produção de consensos sobre o termo ensino por investigação que emergiram das discussões e troca experiências no ambiente de formação de professores do ENCI. O grupo chega à enunciação de cinco pontos que podem caracterizar uma atividade como investigativa: 1. Construir um problema; 2. Aplicar e avaliar teorias científicas; 3. Propiciar a obtenção e a avaliação de evidências; 4. Valorizar o debate e argumentação; 5. Permitir múltiplas

interpretações. Procurou-se nesta intervenção garantir que cada atividade proposta guardasse relação com pelo menos uma destas características.

A abordagem investigativa tem sido destacada em documentos oficiais no exterior e no Brasil. A Base Nacional Curricular (BNCC) para o ensino médio traz objetivos claros quanto ao desenvolvimento de habilidades investigativas.

[...] cabe às escolas de Ensino Médio contribuir para a formação de jovens críticos e autônomos, entendendo a crítica como a compreensão informada dos fenômenos naturais e culturais, e a autonomia como a capacidade de tomar decisões fundamentadas e responsáveis. Para acolher as juventudes, as escolas devem proporcionar experiências e processos intencionais que lhes garantam as aprendizagens necessárias e promover situações nas quais o respeito à pessoa humana e aos seus direitos sejam permanentes. (BRASIL, 2018)

As competências e habilidades propostas de forma geral orientam que o aluno se torne capaz de analisar, avaliar, realizar previsões, argumentar, reafirmando o protagonismo do estudante. Sugere o desenvolvimento de trabalhos que tornem o aluno capaz de discutir com base em argumentos científicos, propor intervenções no mundo real com propostas baseadas em princípios éticos e responsáveis.

A educação ambiental em documentos oficiais permeia diversos conteúdos sendo, portanto, um tema transversal. Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais (1998), a educação ambiental pertence à todas as disciplinas, sendo que as discussões devem ser retomadas em concomitância com os conteúdos trabalhados em sala de aula.

No Ensino Médio estudamos muitos problemas ambientais na sessão dedicada à Ecologia dos livros didáticos. Os conceitos e as definições elencadas nos livros não constroem com os nossos alunos a percepção da Ciência como sendo coletiva e para a solução de problemas reais. Apesar da tentativa constante de ligar alguns pontos a realidade, professores se veem limitados a conteúdos e programas a serem cumpridos sem atentarem a construção de sentidos que seus alunos desenvolvem a partir disto. Não é difícil perceber o quão distante estão os conceitos estudados nos livros da mudança de atitude necessária para uma postura ecológica correta e o envolvimento consciente nas ações políticas e sociais para o exercício da cidadania.

O uso de espaços não formais, incluindo as visitas a museus, lixões, indústrias, ambientes naturais e outros, tem sido usado como recurso didático por muitos professores. Porém pouco pode ser encontrado na literatura científica sobre a eficácia e a real contribuição destas atividades para o desenvolvimento de competências pelos alunos de Ensino Médio. Muitos professores utilizam desta metodologia por indicação de colegas ou mesmo para fugir da rotina da sala de aula, sem a preocupação de avaliar ou relatar os resultados de maneira formal. A pesquisa em Ensino de Ciências tem crescido nos últimos anos, apontando soluções e alternativas a partir do que ocorre nas salas de aula, adquirindo assim uma identidade própria (MORTIMER, 2002, 2015).

Marandino (2017) discute não haver consenso na distinção entre os termos educação formal, não formal e informal. As definições esbarram em muitas variações que dificultam a sistematização.

Faz sentido hoje ainda propor a separação entre formal, não formal e informal e dar continuidade a busca por uma definição para o termo não formal? A possível resposta a essa pergunta possui uma dimensão epistemológica e outra política. [...] há aspectos relevantes nas diversas tentativas de definição do termo, que envolvem a necessidade de aprofundar em diversos tópicos da área educacional relativos à história, política, filosofia e sociologia da educação, mas também a didática, currículo e as articulações desses com os campos específicos de conhecimento, como por exemplo as ciências naturais. (MARANDINO, 2017, p.814)

Neste trabalho buscamos o desenvolvimento da educação formal, aquela desenvolvida no espaço formal (dentro dos muros da escola com base no currículo definido e de responsabilidade do poder público), em espaços não formais (ambiente natural, comunidade e empresa). Não houve intenção de definir aqui os limites das definições formal, informal e não formal. Procuramos desenvolver atividades educativas mais significativas conectando os diversos espaços à escola.

Conforme Marandino (2014) o uso de espaços não formais contribui com a alfabetização científica. A implementação de programas de educação não formal são uma forma do jovem vivenciar experiências relevantes que conectem ciência, realidade social e cultural. O acesso a espaços como museus, zoológicos, exposições, geralmente localizados em grandes centros urbanos, é restrito, especialmente para alunos de escolas do interior. Para que as visitas ocorram são

necessários grandes esforços, tempo e custo financeiro, recursos muitas vezes indisponíveis na escola pública.

Nossa cidade, localizada no interior de Minas, não dispõe de muitos espaços culturais. Temos um teatro e um museu histórico, que geralmente são utilizados pelas escolas. Algumas empresas, quando procuradas, abrem as portas à visita e os relatos orais de professores e alunos envolvidos são sempre positivos. Fato que, por vezes, encoraja outros a seguirem este caminho.

Limitados ao espaço da sala de aula, professores e alunos vislumbram a realidade por meio de suas próprias experiências e de poucos relatos presentes nos livros didáticos. A visita a locais onde os problemas e possíveis soluções podem ser visualizados e lembrados, pode ser útil ao desenvolvimento de competências e habilidades. Os alunos podem ser convidados a reelaborar os problemas e levados a assumirem um posicionamento sobre as questões políticas e sociais utilizando para estas tarefas os conceitos e leis científicas estudados.

A orientação do trabalho de investigação sobre os motivos e consequências do desastre ocorrido em Brumadinho seria melhor conduzida por meio de um trabalho interdisciplinar. O debate poderia ser enriquecido com o encontro de saberes, especialmente das áreas de Química, Geografia e Física. Tal prática encontra na escola dificuldades que praticamente inviabilizam tais iniciativas. Silva (2015) em seu trabalho, discute as dificuldades encontradas no desenvolvimento da proposta interdisciplinar, bem como os esforços da comunidade escolar, necessários para superá-las. Muitas das dificuldades apontadas pelo autor, também podem ser destacadas como dificultadores para iniciativas que alterem a estrutura tradicional das aulas, em que os alunos estão perfilados na sala, o professor fala e os alunos ouvem. Alguns alunos, e até mesmo professores ou coordenadores, mostram resistência a padrões de aula que fujam a abordagem tradicional.

No entanto, temos de destacar que a realização deste trabalho só foi possível devida a colaboração e envolvimento da supervisão pedagógica e dos professores que cederam seus horários para as visitas. Houve também relatos da abordagem de professores sobre o tema atendendo a questionamentos dos alunos durante outras aulas. Estas aproximações enriqueceram muito nosso trabalho.



## Metodologia

O trabalho em questão foi realizado com 36 alunos do Ensino Médio de uma escola estadual da cidade de Pará de Minas. A sequência didática foi dividida em três momentos. No primeiro ocorreu com a problematização e realização de um questionário em sala de aula sobre captação e tratamento de água e esgoto na cidade, sobre as consequências do rompimento da barragem para nossa cidade, bem como sobre a confiança das famílias na água de abastecimento. Foi exibido o vídeo do canal Band Jornalismo, com imagens do rompimento da barragem de Brumadinho<sup>1</sup>. Após o questionário e o vídeo, seguimos com a aula dialogada sobre as consequências para o meio ambiente e para a vida das pessoas que de alguma forma utilizam a água do rio, orientações sobre fontes de pesquisa, órgãos de fiscalização e acesso aos boletins de monitoramento da qualidade da água do rio. No segundo momento, visitamos as estações de tratamento de água e esgoto da cidade acompanhados por profissionais da empresa prestadora de serviços que esclareceram as dúvidas dos alunos. No terceiro momento visitamos a comunidade de Córrego do Barro e as margens do rio Paraopeba, onde os alunos entrevistaram moradores, observaram e fotografaram o rio e a mata ciliar. Em grupos, os alunos realizaram atividades práticas de análise (cor, cheiro, turbidez e pH) e tratamento (aeração, filtração, coagulação e decantação) da água do rio.

Os dados foram produzidos a partir do questionário inicial, dos relatórios da prática às margens do rio, das observações relatadas pelos profissionais da ETE e da ETA assim como do grupo de professores que acompanharam as visitas.

A análise desenvolvida teve por base a metodologia qualitativa por se valer de um grande número de informações e variáveis que dificilmente poderiam ser mensuradas em uma análise quantitativa. Segundo Godoy 1995, p. 21 “...um fenômeno pode ser melhor compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte, devendo ser analisado numa perspectiva integrada”. As relações de ensino aprendizagem estabelecidas em ambiente de formação escolar, seja em sala de

---

<sup>1</sup> Vídeo da Band - Imagens mostram rompimento da barragem em Brumadinho (5'13") – Disponível no Canal Band jornalismo do Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=xyhaCbVtR9Q&t=6s>

aula ou em ambiente não formal, são complexas e devem ser avaliadas a partir de interações entre os alunos e entre alunos e professores feitas a partir das atividades propostas. Estas podem ter múltiplas interpretações, derivadas dos contextos escolares diversos, que sofrem influência direta dos valores sociais, culturais e formativos de todos os envolvidos.

Segundo classificação de Godoy 1995, o tipo de pesquisa é o estudo de caso com pesquisador/participante, visto que o professor além da tarefa de planejar e analisar a sequência didática, escolher o material, orientar as pesquisas e as visitas, participa diretamente interagindo com os alunos durante todo o processo de produção de dados.

O estudo de caso tem se tornado a estratégia preferida quando os pesquisadores procuram responder às questões "como" e "por quê" certos fenômenos ocorrem, quando há pouca possibilidade de controle sobre os eventos estudados e quando o foco de interesse é sobre fenômenos atuais, que só poderão ser analisados dentro de algum contexto de vida real. (GODOY,1995, p. 25)

Em nosso trabalho reconhecemos a diversidade de interesses e opiniões de nossos alunos, inseridos em contextos de vida diferente. Alguns muito urbanos outros da zona rural, com padrões socioeconômicos e culturais distintos. Toda essa diversidade leva a produção de dados de discussão variados, o que justificam nossa escolha pela análise qualitativa de estudo de caso. Todos socializaram informações que guiaram passos na discussão de temas diversos durante as visitas. Estas observações fazem parte de relatórios informais coletados durante o processo que guardam uma multiplicidade de informações.

**Quadro 1 – Cronograma do trabalho**

Etapa	Descrição
Problematização	Aplicação do questionário para levantamento do conhecimento dos alunos. (Anexo A)
	Discussão para socialização de informações trazidas pelo grupo.
	Exibição do vídeo <sup>2</sup> que mostra imagens do rompimento da barragem de Brumadinho
	Orientação para pesquisa e busca de informações sobre o acidente em Brumadinho <sup>3</sup> , consequências e providências relacionadas à nossa região <sup>4</sup> .
Visita as estações de tratamento de água e esgoto.	Visita guiada por profissionais das estações de tratamento de água e esgoto que se dispuseram a responder as dúvidas dos alunos.
Visita ao rio Paraopeba no distrito de Córrego do Barro.	Observação do rio e da mata ciliar com registro fotográfico.
	Entrevistas com moradores sobre a importância do rio e as consequências do desastre de Brumadinho.
	Atividades de análise da água: Observação de cor, cheiro, turbidez, pH. (Anexo B)
	Atividades de tratamento da água: Aeração, Coagulação, Filtração.
Avaliação do processo da investigação proposta.	Análise dos questionários, fotos, relatórios dos alunos e professores com vistas ao referencial bibliográfico.

Fonte: Dados da pesquisa 2019

<sup>2</sup> Vídeo da Band - Imagens mostram rompimento da barragem em Brumadinho– Disponível no Canal Band jornalismo do Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=xyhaCbVtR9Q&t=6s>

<sup>3</sup> SEMED - Secretário de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – Ações de recuperação da bacia do Rio Paraopeba

<http://www.meioambiente.mg.gov.br/>

<sup>4</sup> Fontes de informações locais: JC – NOTÍCIAS - Reunião para discutir o TAC – Termo de ajustamento de conduta para evitar uma crise hídrica na nossa região. Disponível em: <http://www.jcnoticias.com.br/jc-noticias/noticias/comite-de-crise-do-paraopeba-aprova-tac-para-solucao-do-abastecimento-de-agua-em-para-de-minas>

Obras feitas pela Vale do Rio Doce se destacam em mais uma reunião do comitê de crise de Pará de Minas. Disponível em: <http://www.jcnoticias.com.br/jc-noticias/noticias/obras-feitas-pela-vale-do-rio-doce-se-destacam-em-mais-uma-reuniao-do-comite-de-crise-de-para-de-minas>

Obras feitas pela Vale do Rio Doce se destacam em mais uma reunião do comitê de crise de Pará de Minas. Disponível em: <http://www.jcnoticias.com.br/jc-noticias/noticias/obras-feitas-pela-vale-do-rio-doce-se-destacam-em-mais-uma-reuniao-do-comite-de-crise-de-para-de-minas>

## Resultados e Discussão

### O questionário e a discussão na sala

O tema foi introduzido na sala de aula com a aplicação de um questionário buscando identificar o conhecimento e o envolvimento dos alunos com o problema de abastecimento e disponibilidade de água potável na cidade. Nos planos de cursos tradicionalmente elaborados pelos professores da escola com orientação do Currículo Básico Comum de Minas Gerais (CBC/MG), os conteúdos relativos à questão de tratamento de água e esgoto aparecem em diversos momentos: no 6º ano junto ao ciclo da água, no 9º ano quando tratamos de separação de misturas e no 1º ano de Ensino médio associados ao estudo de ecologia. A questão ambiental encontra-se entre os temas transversais que devem ser trabalhados nos diversos conteúdos, fato que nos leva a crer que o aluno do ensino médio certamente deve trazer consigo algum conhecimento sobre o assunto. O questionário e a discussão mediada que o seguiu buscou o alcance de vários objetivos que julgamos necessários para melhor planejamento das visitas e atividades a serem desenvolvidas. Buscamos caracterizar o conhecimento prévio dos alunos sobre as etapas do tratamento de água e esgoto, sobre as fontes de captação e a confiança das famílias na água de abastecimento.

Outro ponto observado foi o envolvimento com o problema real de contaminação do rio devido ao rompimento da barragem de Brumadinho. Após a primeira etapa de discussões, foi exibido o vídeo do canal Band Jornalismo no *Youtube*, que mostra imagens do rompimento da barragem. Apesar do uso do questionário formal/escrito, a discussão seguinte foi conduzida de forma a agregar e resignificar as respostas dos alunos, movimento realizado afim de garantir o caráter de abordagem investigativa na construção conjunta do problema valorizando o debate com a participação de todos (SÁ; LIMA; AGUIAR, 2011). Por se tratar de um tema complexo, como esperado, várias direções foram apontadas pelos comentários dos alunos quanto aos processos de tratamento, hábitos das famílias, a organização municipal, desdobramentos do incidente do rompimento da barragem com consequências legais sociais humanas e ecológicas.

Os padrões de interação se deram quase sempre no formato I-R-P-R-P... (Mortimer, 2002) em que o professor faz a intervenção (I), apresentando o problema, os alunos apresentam suas respostas (R), o professor a partir desta resposta questiona ou oferece uma informação para que o aluno prossiga com sua elaboração (P) seguindo uma sequência de diálogo em que estas ações se repetem.

Muitos alunos apenas acompanharam as discussões e não pediram a palavra. Quando questionados durante a aula diziam “não sei”, uma forma defensiva para não serem mais importunados. Esta postura reflete o formato tradicional de aula, pois nossos alunos foram treinados a ouvir o professor e permanecer em silêncio. O erro não é visto como parte do processo de aprendizagem. Os alunos têm medo de errar e serem repreendidos ou ridicularizados pelos colegas.

Nesta aula também foram apresentadas informações sobre o assunto, como o site da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) que disponibiliza os resultados das análises da água do Paraopeba e sobre os jornais locais que divulgaram ações dos nossos políticos para garantir a reparação do problema pela Vale.

Algumas respostas que os aluno não conseguiram obter com as discussões não foram totalmente respondidas pela professora. Estas questões serviram de motivação para as visitas à ETA, à ETE e ao rio Paraopeba, onde tiveram a oportunidade de buscar as repostas por meio da observação e nas conversas com os profissionais da ETA e ETE, com os moradores das margens do rio, com professores e colegas.

### **Visita à Estação de Tratamento de Água**



Foto 1: Recepção visita a Estação de tratamento de água.  
Fonte: Dados da pesquisa/2019

Uma engenheira ambiental apresentou um vídeo institucional e se dispôs a responder as dúvidas dos alunos. A primeira pergunta foi sobre a procedência da água. Foram informados que a captação no rio Paraopeba foi suspensa e a cidade está captando água do Ribeirão Paciência, Ribeirão dos Paivas e de diversos poços. Questionaram sobre ações da Vale quanto a manutenção do abastecimento e foram informados de que uma nova adutora foi construída no córrego dos Moreiras, afluente do rio Paraopeba e que outra maior deve ser construída no rio Pará, o que deve garantir a nossa segurança hídrica.



Foto 2: Visita aos tanques de tratamento de água  
Fonte: Dados da pesquisa 2019

Uma engenheira química e uma operadora conduziram a visita aos tanques de tratamento. Todos acompanharam atentos e admirados com o volume de água. Os alunos fizeram diversas perguntas que foram prontamente respondidas.

Alguns pediram para entrar no laboratório e pediram maiores informações sobre as análises feitas na água. Com o questionário havíamos apurado que 34% dos alunos (e suas famílias) não confiam na água distribuída à população. Utilizam de outras fontes, como cisternas e água mineral, para beberem e no preparo de alimentos. Entre os fatores para justificar a falta de confiança os alunos está o cheiro e o turvamento da água que sai na torneira, além da ideia de a captação ainda ser realizada no Rio Paraopeba que foi contaminado pelos rejeitos da mineração.

Todas estas dúvidas foram sendo apresentadas e esclarecidas pelos profissionais da estação de tratamento de água contemplando os processos físicos e químicos de cada etapa do tratamento.

### **Visita à Estação de Tratamento de esgoto**

Os alunos foram recebidos na Estação de tratamento de esgoto por uma engenheira química e por um operador. Inicialmente, os alunos foram conduzidos a uma sala onde um mapa da ETE foi apresentado. Os alunos responderam verbalmente a algumas perguntas e apresentaram algumas dúvidas. As dúvidas foram relativas ao mau cheiro e ao destino dos resíduos da ETE.

Os profissionais explicaram sobre a decomposição que ocorre nos tanques aeróbicos e anaeróbicos e perguntaram se os alunos já estudaram este conteúdo na escola. Logo após, os alunos foram conduzidos a um percurso ao longo dos tanques de tratamento e puderam estabelecer uma relação direta entre um conteúdo estudado e o momento vivido. Não foi permitido ao grupo fotografar.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), bem como a BNCC, orientam o desenvolvimento de habilidades que visam a alfabetização científica. O aluno deve se tornar capaz de utilizar do conhecimento científico para refletir sobre as situações-problema na busca de soluções. Durante as visitas, observando a aplicação de teorias e ideias desenvolvidas ao longo de sua

formação é inevitável que o aluno contraponha o que aprendeu e o que está vivenciando. Desta forma, os alunos assumem novas explicações, apresentam outras dúvidas e estruturam possíveis soluções e intervenções.

Como esperado, os nossos alunos do ensino Médio já trazem consigo uma bagagem de estudos referentes ao tema ecologia, e em alguns momentos, foi possível observá-los fazendo este tipo de associação entre o conhecimento teórico e aplicação prática para o questionamento e solução de problemas.

Alguns alunos questionaram a engenheira química sobre a queima do metano produzida no tanque de fermentação como uma saída para evitar o aquecimento global. Um dos alunos disse: “mas queimar não libera gás carbônico que também é um gás do efeito estufa?” Ela respondeu que aquela não era a conduta ideal e explicou a possibilidade da instalação de um reator para produção de energia elétrica e que outras unidades da empresa já possuem e que no futuro nossa cidade também poderá ter um.

Outro momento que causou inquietação foi a etapa de acomodação e destinação dos resíduos produzidos na ETE. Alguns alunos questionaram outras formas mais adequadas para este propósito. Neste momento foi clara a interação do conhecimento teórico e a aplicação prática, movimento que vai em acordo com a abordagem investigativa, em que o aluno busca e avalia evidências apoiados em princípios científicos. (SÁ; LIMA; AGUIAR, 2011).

Reconhecemos que esta postura não é muito comum entre nossos estudantes que tem dificuldade em utilizar os conteúdos desenvolvidos na sala de aula para questionar a realidade, ou de usar da simbologia da Ciência para expressar suas dúvidas quando ao emprego do conhecimento científico. Acreditamos que com criatividade e o desenvolvimento de atividades que levam o aluno a vivenciar situações problemas reais estas posturas podem ser incentivadas. Conforme Perez Carvalho (2012), é fundamental o planejamento e participação ativa do professor junto aos alunos no desenvolvimento de questões sócio científicas. Durante o desenvolvimento dos conteúdos de Ecologia em sala de aula e durante as discussões iniciais para esta intervenção, procuramos motivar nossos alunos a busca de respostas, relacionando os conhecimentos que já possuem e diversas



fontes confiáveis de informações.

O contato com diversos profissionais: engenheira química, engenheiro ambiental, jornalista especializada em marketing, operadores e laboratoristas nas estações de tratamento de água e esgoto, chamou a atenção dos alunos que pediram detalhes sobre algumas destas profissões. Esta observação destacada pelos anfitriões e professores acompanhantes não era um objetivo previsto para esta intervenção. Ficamos surpresos com o interesse e admiração de alguns alunos pelos profissionais e suas responsabilidades demonstradas por meio de perguntas como: *Qual faculdade eu faço para ser engenheiro ambiental? O que faz mesmo um engenheiro químico? Por que uma jornalista trabalha na empresa de água? Você faz isso todo dia, tem de ter muita atenção, né?*

### Visita ao Rio Paraopeba



Foto 3 – Alunos observam o rio e a mata ciliar  
Fonte: Dados da pesquisa 2019

Os alunos ficaram deslumbrados por estarem em ambiente natural: para alguns era a primeira vez às margens de um rio. Caminharam pelas margens entre a mata ciliar e muitos se preocuparam em registrar o momento fotografando com os seus celulares.

No ponto de acesso escolhido havia vários barcos e um ponto de coleta de água para análise e monitoramento instalado pela Vale despertando curiosidade dos alunos.



Fotos 4 – Coleta de água do rio  
Fonte: Dados da pesquisa 2019

A água foi coletada por dois alunos usando botas de PVC e luvas para evitar o contato direto com a água.

No desenvolvimento das atividades de floculação, decantação e filtração da água os alunos organizaram-se em grupos e tiveram o material necessário para o desenvolvimento da atividade.

A divisão em grupos foi realizada dias antes da visita. O roteiro semiestruturado foi disponibilizado para os grupos alguns dias antes da visita para que os alunos pudessem analisar e contribuir para a organização dos trabalhos.



Fotos 5 – Filtro construído pelos alunos  
Fonte: Dados da pesquisa 2019



Fotos 6 – Filtros construídos pelos alunos  
Fonte: Dados da pesquisa 2019

Alguns grupos tiveram a iniciativa de preparar materiais para facilitar o trabalho as margens do rio. Dois grupos construíram com antecedência os filtros que seriam utilizados. Outro grupo formulou perguntas para a entrevista com os moradores.

Estas iniciativas demonstram o nível de envolvimento de alguns alunos com a atividade.

A intenção foi conferir à atividade um certo grau de abertura para que os alunos pesquisassem sobre as etapas do tratamento de água e as possibilidades de replicar estas etapas rompendo com a ideia de roteiro totalmente definido, como já abordamos neste trabalho. Conforme Munford; Lima (2007), uma atividade investigativa pode ter vários graus de abertura de acordo com o preparo e experiências dos alunos e professores. O envolvimento foi variado entre os grupos e muitos buscaram ajuda com professores, pais e até mesmo limpadores de piscina. No entanto, apesar do interesse e do movimento dos alunos na preparação, fornecemos a eles um roteiro estruturado como apoio. Consideramos para isto que nossos alunos não estão habituados a atividades abertas e demonstraram dificuldade para organização do trabalho.



Foto 7 – Atividade de tratamento da água  
Fonte: Dados da pesquisa 2019

Foi fácil observar o interesse e empolgação dos alunos com as atividades, porém a estrutura para a realização do trabalho não foi adequada e os alunos precisaram adaptar os recursos disponíveis para os experimentos. Os alunos improvisaram mesas sobre os barcos encontrados as margens do rio e usaram de bastante criatividade para cumprir o objetivo. Os filtros construídos deveriam ser lavados antes do uso e não dispúnhamos de água suficiente para a lavagem de todos os

filtros. Alguns grupos não leram completamente o roteiro e filtraram a água antes da floculação. Quando perceberam o erro refizeram o trabalho. Dois grupos conseguiram organizar e cumprir as etapas previstas no roteiro. Todos os grupos tiveram autonomia para resolver os problemas e tranquilizados pelos professores de que os erros fazem parte do aprendizado.

Em conversas informais durante o passeio eles relataram sobre descobertas feitas através de pesquisas na internet e conversas em família quando contaram das visitas a ETE e ETA. O ambiente informal permitiu um espaço tranquilo e ideal para conversas que dificilmente ocorreriam em sala de aula.

Apesar da atividade prática de tratamento da água ter mobilizado muito os alunos, eles gostaram mais de andar no mato e observar a natureza. Um dos tópicos do roteiro da visita pedia a análise do ambiente, do rio e da mata ciliar. Os grupos caminharam por uma trilha ao longo da mata ciliar, fotografaram e fizeram anotações.

Os grupos também fizeram entrevistas com moradores da comunidade que relataram as dificuldades vividas após o acidente e contaminação do rio.

Nas rodas de conversa, observamos a diversidade de interesses dos alunos, alguns falavam da pesca, outros dos processos judiciais, outros do ponto de coleta de água observado e a importância das análises, outros contavam sobre as pessoas entrevistadas.

Dessa turma, 3 alunos são moradores da zona rural em comunidades próximas ao local visitado e foram ouvidos atentamente pelos colegas quando falavam do rio e do local onde moram.

## **Conclusões**

Procuramos com este trabalho avaliar as contribuições do uso de espaços não formais no desenvolvimento de atividades investigativas. Ainda temos muito a aprender sobre o assunto e os diversos graus de abertura que uma atividade pode ter para vencer a tradicional forma de transmissão de conhecimentos em nossas escolas.

Durante o desenvolvimento da sequência didática planejada percebemos que diversas questões foram levantadas e investigadas por nossos alunos que nos leva a crer que o objetivo foi cumprido. Questões como a captação e tratamento da água, o destino e tratamento do esgoto, a segurança hídrica da cidade e as consequências da poluição do rio Paraopeba em virtude do acidente ocorrido em Brumadinho. Consideramos que a importância do tema e a motivação realizada através da aula dialogada junto a apresentação de diversas fontes de pesquisa sobre o tema foram importantes para construir e definir os objetivos das visitas junto aos alunos.

O uso dos espaços não formais, onde os problemas foram visualizados, vivenciados e discutidos, permitiu a associação entre conhecimentos teóricos dos livros e demais fontes de pesquisa com a realidade, guiando os alunos na busca por respostas e soluções. Despertando sensações e observações que não poderiam ser reproduzidas em sala de aula. Permitindo espaço para conversas francas e trocas afetuosas de atenção e experiências.

Iniciativas como esta podem despertar nossos alunos para a importância da Ciência e do conhecimento na solução dos problemas. Observamos que a proposta não atingiu a todos da mesma forma. Acreditamos que isso se deve a diversidade de interesses e de formação social de cada um. No entanto o ponto comum foi a empolgação e mobilização para busca de respostas. Observamos grande diversidade de perguntas e temas discutidos durante a realização das visitas. Avaliamos os resultados como satisfatórios e observamos que outros trabalhos semelhantes podem ser melhorados com a observação dos erros e acertos descritos por todos os envolvidos. Os aspectos negativos ou falhos foram melhor analisados por todos dias após passada a euforia gerada pela realização das visitas. Estes aspectos foram relacionados e analisados reforçando a necessidade de

planejamento e de reflexão sobre nossa prática escolar.

Dentre eles destacamos: 1. Melhor preparo dos roteiros junto aos alunos, para atividades realizadas às margens do rio. Apesar de ter despertado grande interesse de muitos alunos, as práticas não foram tão significativas quanto a observação do ambiente natural e as conversas com moradores. Um tempo maior deveria ter sido dedicado as trilhas na mata ciliar e as entrevistas com moradores. As atividades de tratamento de água poderiam ter sido realizadas em outro momento na escola e a compreensão destes processos já havia sido consolidada com a visita `ETA. 2. O fechamento do trabalho poderia ter sido melhor planejado com ações onde os alunos divulgassem para a comunidade escolar suas observações, opiniões e propostas com uso de recursos midiáticos diversos. Esta é uma das habilidades descritas pela BNCC que deveria ter sido incluída em nosso trabalho. Quando nos atentamos a esta falha os alunos já estavam envolvidos com outro projeto na escola. 3. A proposta seria melhor discutida de forma interdisciplinar. Apesar do envolvimento de outros professores que enriqueceram muito nossa sequência didática, estas contribuições ocorreram com pouco planejamento. As dificuldades para o trabalho interdisciplinar são grandes, porém alguns professores chegaram a propor a realização da atividade conjunta em outro momento ou com outra turma. Acreditamos que vale a pena insistir e criar formas para que este tipo de interação ocorra na escola.

## Referências

BRASIL. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2002.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular:** Ensino Médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC\\_19dez2018\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_site.pdf)> Acesso em: 07 de fev. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. Parecer CNE/CEB no 15/98, de 02 de junho de 1998. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 02 jun. 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Par1598.pdf>> Acesso em 06 de fev. 2019.

FREIRE, P. R. N., Pedagogia do Oprimido. 57. Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2014.

GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa Quantitativa: Tipos fundamentais. **Revista de administração de empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, jun./1995. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rae/v35n3/a04v35n3.pdf>>. Acesso em: 17 mai. 2019

MARANDINO, Martha. Ciência, tecnologia e educação: promovendo a alfabetização científica de jovens cidadãos. **JUVENTUDE E ENSINO MÉDIO**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 269-307, 2014. Disponível em: <[https://educacaointegral.org.br/wp-content/uploads/2015/01/livro-completo\\_juventude-e-ensino-medio\\_2014.pdf](https://educacaointegral.org.br/wp-content/uploads/2015/01/livro-completo_juventude-e-ensino-medio_2014.pdf)>. Acesso em: 16 set. 2019.

MARANDINO, Martha. Faz sentido ainda propor a separação entre os termos educação formal, não formal e informal?. **Ciência & Educação**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 811-816, dez./2017. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v23n4/1516-7313-ciedu-23-04-0811.pdf>>. Acesso em: 1 jul. 2019.

MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma agenda para a pesquisa em educação em Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n.1, 2002. Disponível em: <<https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/2351/1751>> Acesso em: 04 de maio 2018.



MORTIMER, Eduardo Fleury. et al. A Pesquisa em ensino de Química na QNEsc: uma análise de 2005 a 2014. **Química Nova Escola**. São Paulo. v. 37, n. especial 2, dez, 2015. Disponível em: <[http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc37\\_especial\\_2/14-EQF-131-15.pdf](http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc37_especial_2/14-EQF-131-15.pdf)> Acesso em: 04 de maio 2018.

MUNFORD, Danusa; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 89-111, jun./2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v9n1/1983-2117-epec-9-01-00089.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2018.

PÉREZ, Leonardo Fabio Martínez; CARVALHO, Washington Luiz Pacheco de. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 38, n. 03, p. 727-741, jul./set. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/2012nahead/aop450.pdf>>; Acesso em: 03 dez 2018.

SÁ, Eliane Ferreira; LIMA, M. E. C. C; AGUIAR, Orlando. A construção de sentidos para o termo ensino de Ciências por investigação. **Investigações em ensino de Ciências**, Belo Horizonte, v. 16, n. 1, p. 79-102, mar./2011. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/247>>. Acesso em: 11 set. 2019.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, A. M. P. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: : UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. **Investigações em Ensino de Ciências**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 59-77, out./2011. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246>>. Acesso em: 16 set. 2019.

SILVA, Márcio Antônio da. A construção da interdisciplinaridade a partir da realidade local: o olhar dos professores do ensino médio. 2015. 143 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciência) - Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2015.

## Anexos

### Anexo A – Questionário inicial

<b>ATIVIDADE SOBRE RECURSOS HIDRÍCOS – CAPTAÇÃO E TRATAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO DA CIDADE DE PARÁ DE MINAS</b>	
<b>Nome:</b>	<b>Data: / /</b>
1. De onde vem a água que chega em sua casa?	
2. Quais rios e córregos são utilizados para captação de água de nossa cidade?	
3. Você e sua família confiam na água de abastecimento para beber e preparar os alimentos? Por quê?	
4. Quais são as etapas do tratamento de água na ETA – Estação de tratamento de água?	
5. Quanto sua família consome de água? Quanto paga de água? E de esgoto?	
6. Que processos são empregados no tratamento de esgoto?	

7. Para onde vai o esgoto? Em que curso d'água ele é despejado? Como?

8. Você deve ter ouvido falar do **rompimento da barragem da Vale** (mineradora multinacional brasileira) em Brumadinho, região metropolitana de Belo Horizonte, em Minas Gerais. O rompimento ocorreu no início da tarde do dia **25 de janeiro de 2019**, causou uma grande avalanche de rejeitos de minério de ferro. Quais as consequências deste acidente para a população de nossa região?

9. O que foi feito a esse respeito pelas autoridades e pelos responsáveis pelo acidente?

## Anexo B – Roteiro de atividades para visita ao Rio Paraopeba

### ATIVIDADE PRÁTICA – TRATAMENTO DE ÁGUA AVAÇÃO DAS VISITAS - ETA, ETE E RIO PARAOPEEBA

COMPONENTE CURRICULAR: **BIOLOGIA** VALOR: **3 pontos** NOTA: \_\_\_\_\_

PROFESSOR: Elaine Maria Guimarães Alves DATA: **05/07/2019**

NOME DOS ALUNOS: \_\_\_\_\_

Prepare os seguintes materiais:

1. 5 litros de água do rio Paraopeba, coletada sob supervisão com todos os cuidados necessários;
2. Uma garrafa PET de refrigerante limpa, com tampa denominado frasco A;
3. Um funil construído a partir do topo de uma garrafa PET, denominado frasco B;
4. A parte de baixo da garrafa PET utilizada no item 3, denominada de frasco C;
5. A parte inferior de uma garrafa PET cortada ao meio, denominada frasco D;
6. 20 gramas de sulfato de alumínio;
7. Hidróxido de cálcio comercial (soda cáustica);
8. Filtros de papel para coar café;
9. Uma tira elástica;
10. Um relógio ou cronômetro;
11. Cerca de 400mL (em volume) de areia fina;
12. Cerca de 400mL (em volume) de areia grossa;
13. Pedra brita ou pedras de aquário, lavadas.

Procedimento:

1. Adicionar cerca de 1000 mL da água "suja" no frasco A, com tampa.

Descrever a aparência e o cheiro da água.

2. AERAÇÃO: - consiste na adição de ar á água. Este processo permite que alguns gases voláteis presentes na água escapem e permite, igualmente, que ocorra a adição de oxigênio à água. Tampe cuidadosamente o frasco e o agite vigorosamente por cerca de 30 segundos. Despejar a água no frasco B e coloca-la novamente no frasco A.

Repetir este procedimento por 5 vezes.

Descrever quaisquer alterações que eventualmente possam ser observadas.

3. **COAGULAÇÃO:** - é o processo através do qual a sujeira e outras substâncias sólidas presentes na água se aglomeram em flocos para que possam ser removidas. Adicionar uma pequena quantidade de soda à mistura. Agitar lentamente por cerca de 5 minutos. Adicionar em seguida cerca de 5g do sulfato de alumínio à água.

4. **SEDIMENTAÇÃO:** - processo que ocorre quando os flocos formados no item 3 decantam pela ação da gravidade, para o fundo do frasco. Deixar que a água permaneça em repouso por cerca de 20 minutos. Observar o que ocorre com a água do frasco, de 5 em 5 minutos.

5. **FILTRAÇÃO:** - Construir um filtro com o frasco C conforme abaixo:

a) Com o auxílio de uma tira elástica ou de um pedaço de barbante, amarrar o filtro de papel do lado externo da boca do frasco C. Colocar o frasco de cabeça para baixo e adicionar uma camada de brita ou pedras de aquário ao interior do frasco. O filtro deve impedir que a brita caia fora do frasco.

b) Adicionar uma camada de areia grossa ao topo da camada existente de brita. Sobre esta camada de areia grossa, despejar uma camada de areia fina.

c) Finalmente, limpar o conteúdo da garrafa, passando pelo sistema cerca de dois litros de água de torneira. Esta lavagem deve ser realizada cuidadosamente para se evitar a mistura das areias fina e grossa.

6. **Filtração:** - etapa onde ocorre a remoção da maior parte das impurezas remanescentes na água, após terem ocorrido a coagulação e sedimentação. Depois que uma grande quantidade de materiais sólido (sedimentos) tenha se decantado no frasco B, despejar cuidadosamente cerca de três quartos do conteúdo deste frasco no sistema de filtração. Coletar a água filtrada num copo.

Comparar a água filtrada com aquela inicialmente utilizada no início do experimento, principalmente com relação a aparência e odor.

Esta água pode ser consumida? Qual etapa do tratamento está faltando e qual a sua importância?

Observe anote suas percepções em relação ao entorno do rio. (aparência da água, presença de mata ciliar, animais, do homem, de degradação, de ações de preservação, etc)

Converse com uma pessoa que reside as margens do rio, busque e anote informações sobre:

Qual a importância do rio em suas vidas?

Quais as percepções delas em relação a preservação do meio ambiente?

Como o rompimento da barragem de brumadinho afetou a vida destas pessoas?

Como você avalia as visitas realizadas? Na sua opinião, como elas contribuíram para sua aprendizagem? Qual parte você mais gostou? Qual você não gostou?