



PPGE_nFis
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física



MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**

NATIEL DA SILVA SANTOS

**A CONSTRUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM UMA
PERSPECTIVA FREIREANA PARA O ENSINO DE HIDROSTÁTICA**

VITÓRIA - ES

2021

NATIEL DA SILVA SANTOS

**A CONSTRUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM UMA
PERSPECTIVA FREIREANA PARA O ENSINO DE HIDROSTÁTICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEnFis) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) – campus Goiabeiras, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Geide Rosa Coelho

VITÓRIA - ES

2021

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

S237c Santos, Natiel da Silva, 1985-
A construção de uma sequência didática em uma
perspectiva freireana para o ensino de hidrostática / Natiel da
Silva Santos. - 2021.
195 f. : il.

Orientador: Geide Rosa Coelho.
Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) -
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências
Exatas.

1. Pressupostos Freireanos para Educação. 2. Três Momentos
Pedagógicos. 3. Ensino de Física. 4. Ensino de Hidrostática. I.
Coelho, Geide Rosa. II. Universidade Federal do Espírito Santo.
Centro de Ciências Exatas. III. Título.

CDU: 53



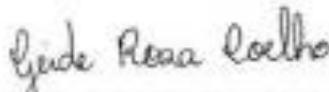
**" A CONSTRUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM UMA PERSPECTIVA
FREIREANA PARA O ENSINO DE HIDROSTÁTICA"**

Natiel da Silva Santos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 26 de fevereiro de 2021.

Banca Examinadora



Prof. Dr. Geide Rosa Coelho
(Orientador PPGEnFis/UFES)



Prof. Dr. Ernani Vassoler Rodrigues
(Membro Externo/USP)



Prof. Dra. Mirian do Amaral Jonis Silva
(Membro Interno PPGEnFis/UFES)

*A Francine, meu amor e tolerante durante longos períodos ao meu lado.
Aos meus pais, José e Tereza que apesar de suas evidentes limitações, de
alguma forma sempre cultivaram sensações de segurança em toda minha
trajetória que vai além do trajeto acadêmico em vigor.
E a todos que nunca deixaram de acreditar em mim, mesmo quando não tinha
forças para expressar com mais nitidez minhas potencialidades diante aos desafios*

AGRADECIMENTOS

Aqueles que por algum motivo estiveram ausentes de minha rotina acadêmica diária, no entanto enxergaram primeiro que a mim o alcance do meu foco em estudos em momentos relevantes de minha vida como a exemplo de Almir Cabral, dentre outros. Ao meu orientador Geide, que apesar de suas habilidades em equilibrar a vida pessoal e acadêmica, ativamente foi um fator determinante de forma quase que contínua em minha inserção na condição de professor-pesquisador, me orientando e auxiliando em cada passo da minha trajetória acadêmica, e muitas vezes em situações de desejo de desistir, ainda assim me impulsionava a seguir e entender que dificuldades são, elementos intrínsecos a vida. Obrigado por me ensinar tanto com seu exemplo, de forma atenciosa, e me proporcionar produtividade em minha proposta mesmo em momentos em que eu mesmo não estava me localizando na descrição do meu trabalho dissertativo.

A Francine, meu amor e companheira, que sempre me incentiva e apoia na sua forma única de ser, motivando-me a dar continuidade aos estudos, que me auxilia nos bastidores muitas vezes com suas deliciosas crepiocas e outras invenções culinárias típicas dela, além de ser meu aconchego e meu refúgio. Com você ao meu lado mesmo que não perceba às vezes, sinto mais seguro em prosseguir, e melhorar nossa situação realizando sonhos em harmonia com nossas diversidades. A minha família e especialmente aos meus pais, José e Tereza, pela educação que me deram, pelos ensinamentos, pelas conversas, pelo exemplo que são para mim, pela confiança estabelecida desde sempre, por compreenderem minha ausência em alguns baixos momentos existentes no dia a dia e por tentar sempre me ajudar apesar de não estarem na condição. Contudo agradeço a cada dez reais que minha mãe contribuía e que essencialmente pôde promover a compra de um lanche ou num pedágio na rodovia, já que sou residente aproximadamente 300 km da Universidade. Aos meus alunos e alunas que aceitaram a participar dessa pesquisa e tornando possível aquilo que eu acreditava. Aos colegas da escola em que a pesquisa foi realizada pelo apoio fornecido durante a realização do projeto de visita e transporte dos alunos.

Aos professores do Mestrado Profissional por todo ensinamento, e ter permitido que eu veja a clareza nas diversidades durante o curso.

Aos colegas de turma e aos demais envolvidos que conheci no decorrer do curso durante esses dois anos, pelo compartilhamento de experiências e angústias.

Aos colegas e amigos que me forneceram ajuda nos momentos, em que até mesmo um local para dormir ou para banho se disponibilizaram, a exemplo de Artur, “Dona”

Deti, Kleber, além das inesquecíveis contribuições do colega Sálvio, parceiro a todo tempo no curso apesar de suas limitações ocorridas ao decorrer. Agradeço aos amigos de presença no início do curso e aos presentes ativamente comigo, que se disponibilizaram a compartilhar dicas que também contribuíram para meu avanço, a exemplo de José Montes que contribui para que eu buscasse biografias específicas em vários conceitos de hidráulica e a Simone Alves, por me direcionar no início do curso a alguns documentos que abordam à conceitos ambientais.

A todos que contribuíram de alguma forma para o desenvolvimento desse trabalho ou que estavam simplesmente torcendo por mim.

Muito obrigado a todos!

“Faça as coisas o mais simples que você puder, porém não se restrinja às mais simples.” Albert Einstein (1879 – 1955)

RESUMO

Este trabalho consiste em um relato de uma pesquisa-intervenção referente à abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos desenvolvida em uma turma da 1ª série do Ensino Médio Integrada a Educação do campo na disciplina de Física no Centro Estadual Integrado de Educação Rural de Boa Esperança. O objetivo do estudo foi descrever o processo de construção de uma sequência didática na qual nos aproximamos da proposta didática dos Três Momentos Pedagógicos e identificar as possibilidades de construção de conceitos de Hidrostática. A análise deu-se pela interlocução com os argumentos dos estudantes (gravados em áudio e vídeo) construídos a partir da visita a uma Barragem de represamento de água, possibilitando identificar nos seus discursos indícios para a construção de conhecimento de Hidrostática e de criticidade e flexibilidade de suas próprias experiências. Os resultados indicam que o diálogo e a problematização proporcionaram aos estudantes uma reflexão crítica sobre as questões que relacionavam os conhecimentos de Hidrostática com aspectos ambientais, logo, essa visão oportuniza uma aula dialogada, na qual a troca de experiências e conhecimentos é de suma importância para o processo de ensino e aprendizagem. Ao final de todo processo, como produto educacional, apresentamos uma proposta de sequência didática fundamentada nos pressupostos freirianos para o ensino e aprendizagem de hidrostática.

Palavras-chave: Três Momentos Pedagógicos; Ensino de Física; Hidrostática, Recursos Hídricos.

ABSTRACT

This work consists of a report of an intervention research related to the methodological approach of the Three Pedagogical Moments developed in a class of the 1st grade of Integrated High School to Field Education in the discipline of Physics at the Integrated State Center of Rural Education of Boa Esperança. The aim of the study was to describe the process of constructing a didactic sequence in which we approached the didactic proposal of the Three Pedagogical Moments and identify the possibilities of constructing hydrostatic concepts. The analysis was given by the interlocution with the arguments of the students (recorded in audio and video) constructed from the visit to a water dam, making it possible to identify in their speeches evidence for the construction of hydrostatics knowledge and criticality and reflexivity of their own experiences. The results indicate that dialogue and problematization provided students with a critical reflection on the issues that related the knowledge of Hydrostatics with environmental aspects, therefore, this vision opportunities a dialogued class, in which the exchange of experiences and knowledge is of paramount importance for the teaching and learning process.

At the end of the whole process, as an educational product, we present a proposal of didactic sequence based on the freirean assumptions for teaching and for the teaching and learning of hydrostatics.

Keywords: Three Pedagogical Moments; Physics Teaching; hydrostatics; Water resources.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - A função do problema na perspectiva da Abordagem Temática Freireana | 31 |
| Figura 2- a) força aplicada em uma superfície plana. b) A distribuição de forças será por todos os pontos da superfície a exemplo da água na barragem ilustrada . | 35 |
| Figura 3 - bolinhas de chumbo pressionando o êmbolo no recipiente. | 35 |
| Figura 4 - Trena para medidas contendo informações em polegadas. | 36 |
| Figura 5 - Cilindro imaginário imerso no líquido | 39 |
| Figura 6 - Diagrama de corpo livre do volume de água. | 40 |
| Figura 7- Esquema de um manômetro de tubo aberto. | 41 |
| Figura 8 - (a) Barômetro de mercúrio. (b) Outro tipo de barômetro de mercúrio. | 42 |
| Figura 9 - Esquema de um macaco hidráulico | 43 |
| Figura 10- corpos sob ação de empuxo. | 44 |
| Figura 11- Um bloco de altura H flutuando em um fluido com uma parte h submersa. | 45 |
| Figura 12 - Fluxo laminar de escoamento. | 46 |
| Figura 13 - Esquema de um tubo com um fluido em escoamento. | 47 |
| Figura 14 - Fluxo de um fluido ideal. | 48 |
| Figura 15 - Um fluido de densidade ρ constante, em escoamento estacionário numa tubulação sem derivações. | 50 |
| Figura 16 - Vista frente prédio principal do CEIER-BE | 54 |
| Figura 17- a) Vista Panorâmica e b) Praça Angelina Espanhol Covre. | 59 |
| Figura 18 - Características das zonas climáticas do município. | 60 |
| Figura 19 - Registro das instalações de tratamento de água da Estação de Tratamento de água (ETA) Boa Esperança. | 62 |
| Figura 20 - Captação Rio do Norte (obras). | 63 |
| Figura 21 - Possíveis rotas de Boa esperança a Barragem. | 64 |
| Figura 22 - Reforma no gabinete da concessionária, ao lado da barragem. | 65 |
| Figura 23 - Hidrografia do Município é mostrada na figura abaixo | 66 |
| Figura 24 - Resíduos líquidos produzidos por indústrias são chamados de Efluentes. | 68 |
| Figura 25 - Momento de Recepção na Barragem. | 72 |
| Figura 26 - Barragem Eng. Valter José Matielo | 73 |

| | |
|---|----|
| Figura 27 - a) estiagem em Boa Esperança, b) seca norte do ES, c) seca em Pinheiros, d) Monte de ossos dos animais que morreram de complicações decorrentes do longo período de estiagem. | 77 |
| Figura 28 - Região de abrangência do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Itaúnas. | 79 |
| Figura 29 - Barragem Eng. Valter José Matielo..... | 80 |
| Figura 30 - Os círculos identificam a localização dos pivôs centrais em Pinheiros, Boa Esperança e arredores..... | 82 |
| Figura 31 - CEIER-BE em relação aos trajetos dos municípios de Pinheiros, Boa Esperança e a barragem visitada..... | 82 |
| Figura 32 - Imagem de satélite, entorno da barragem Eng. Valter José Matielo..... | 83 |
| Figura 33 - a) Interior do ônibus responsável pelo deslocamento da escola até a barragem em b) Os círculos maiores são pivôs centrais localizados na estrada que liga a Rodovia estadual ES-313 à barragem Eng. Valter José Matielo. | 87 |
| Figura 34 - Descida a casa de máquina ao lado, fotografia do dispositivo de controle da comporta reguladora do volume represado..... | 89 |
| Figura 35 - Parte dos Slides usados nas provocações dos diálogos durante as aulas na contextualização da ATF..... | 91 |
| Figura 36 - a) - Posicionamento dos coletores com angulação e b) Aspensor instalado num pivô. | 92 |
| Figura 37- Algumas Imagens utilizadas em Slides nas provocações dos diálogos em torno das regularidades de represamentos de água..... | 94 |
| Figura 38 - Represa descrita pelo aluno “Stenio”..... | 95 |
| Figura 39 - a) Lençol freático corresponde à superfície que limitada pelas camadas de rochas impermeáveis, como na ilustração e b) Vasos Comunicantes. | 95 |
| Figura 40 - Canos PVC, incluindo conexões roscáveis e coladas para o monitoramento do lençol d’água são medidores de nível d’água e b) Medidores de Nível d’água. | 97 |
| Figura 41 - É possível identificar um dos piezômetros (cor amarela), da barragem de visita, no chão registrado na fotografia acima. | 97 |
| Figura 42 - (a) Piezômetro simples e (b) Piezômetro multinível..... | 98 |
| Figura 43 – Podemos visualizar que mesmo em inclinação, a pressão que a água exerce sobre uma superfície, não depende do volume de água, mas sim da altura do nível da água..... | 98 |
| Figura 44 – a) Observando que a pressão no ponto A, é menor que a pressão no ponto C, pelo simples fato do ponto A estar mais próximo do nível da água do | |

| | |
|---|-----|
| reservatório a pressão no ponto C é maior, pois os pontos tem um desnível maior em relação ao nível da água do reservatório e b) temos a situação invertida..... | 99 |
| Figura 45 - (a) Descida do tubo e (b) Instalação finalizada..... | 100 |
| Figura 46 - Esquema do lençol freático e suas comunicações com rios além do lençol suspenso..... | 102 |
| Figura 47 - Ilustração da análise de nível de terreno .ira. | 102 |
| Figura 48 - Simples demonstração de comunicação de recipientes diferentes..... | 103 |
| Figura 49 - Esquema para a visualização da ocorrência e classificação dos aquíferos. | 104 |
| Figura 50 - Flagrantes de barragens ilegais e abertura de poços de forma descontrolada e irregular..... | 105 |
| Figura 51 – Divulgação de normalizações acerca da abertura de poços. | 106 |
| Figura 52 - a) lado montante da represa e b) barramento da represa..... | 108 |
| Figura 53 - Duto do vertedouro ligado a comporta, da barragem visitada..... | 109 |
| Figura 54 - a) Espaçamento de vertedouro da Barragem Eng. Valter. José. Matielo, ainda com comporta aberta; b) ao lado do carro é possível identificar o espaçamento de vertedouro mantendo o fluxo necessário do rio e c) momento de descida a casa de controle da comporta da barragem pelos alunos. | 111 |
| Figura 55 - Sólido em repouso. | 112 |
| Figura 56 - Ilustração das forças atuantes no barramento de um represamento de água. | 114 |
| Figura 57 - Comporta aberta da barragem “Eng. Valter José Matielo” e b) ANA determina abertura de comporta do Açude de Boqueirão para atender Barragem de Acauã e ribeirinhos..... | 114 |
| Figura 58 - Podemos identificar o espaçamento de vertedouro sobre a barragem para que essa mantenha constante o fluxo de água do rio em uma determinada altura, para demais regiões, como propõe as normas. | 115 |
| Figura 59 - Espaçamento necessário da barragem “Eng. Valter Matielo” mantendo o curso do rio..... | 118 |
| Figura 60 - Mapa de localização dos postos fluviométricos e da APA. | 121 |
| Figura 61 - Exemplo de manômetro metálico, para pivôs centrais..... | 123 |
| Figura 62 - Irrigações em horários proibidos..... | 125 |
| Figura 63 - Degradação do Solo, Mucurici, 2016. | 126 |
| Figura 64 - a) Pivôs de Irrigação Krebs Aspensor Convencional bicos spray, b) irrigação por gotejamento, c) Irrigação por aspersão e d) Carretel Krebs 125..... | 126 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| Tabela 1- Algumas substâncias e suas respectivas massa específica | 37 |
| Tabela 2- Pressão em superfícies distintas..... | 38 |
| Tabela 3 - Taxa média de crescimento anual (%) da população de Boa Esperança, no período de 1980 a 2016. | 62 |
| Tabela 4- Ocupação da população de 18 anos ou mais (%). | 69 |
| Tabela 5 - Cheias do projeto da barragem Eng. Valter José Matielo. | 119 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1- Conceitos subordinados ao tema..... | 84 |
| Quadro 2- Organização do conteúdo programático segundo pressupostos dos Três Momentos Pedagógicos..... | 85 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|---------------|--|
| ANA | AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS |
| AGERH..... | AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS AGROPECUÁRIA E FLORESTAL |
| ATF | ABORDAGEM TEMÁTICA FREIREANA |
| BIPM..... | BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES |
| CNPMS | CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE CBH/ITAÚNAS..... |
| | COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAÚNAS |
| CEE..... | CONSELHO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO |
| CEIER-BE..... | CENTRO ESTADUAL INTEGRADO DE EDUCACAO RURAL DE BOA ESPERANÇA |
| CESAN..... | COMPANHIA ESPÍRITO SANTENSE DE SANEAMENTO |
| CIR/BE..... | CENTRO INTEGRADO RURAL DE BOA ESPERANÇA |
| CIER/AB..... | CENTRO INTEGRADO DE EDUCAÇÃO RURAL DE ÁGUA BRANCA |
| CIER/VP..... | CENTRO INTEGRADO DE |
| CEUNES..... | CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO |
| CIMIT..... | CONSÓRCIO PÚBLICO INTERMUNICIPAL VALE DO ITAUNINHAS |
| CONSEMA..... | CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE |
| CONAMA..... | COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO |
| CNPMS..... | CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE MILHO E SORGO |

CPRM.....GEÓLOGOS DO SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

EAD.....ENSINO E APRENDIZAGEM A DISTÂNCIA GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA

EMBRAPA.....EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

ENEM..... EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO

IDAF.....INSTITUTO ESTADUAL DE DEFESA

IJSN..... INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES (IJSN)

INCAPER INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL

IEMA.....INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

GEF-UFSM.....GRUPO DE ENSINO DE FÍSICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA EDUCAÇÃO RURAL DE VILA PAVÃO

LDB..... LEI DE DIRETRIZES E BASES EDUCAÇÃO

UEP..... UNIVERSIDAD DE PIURA

IBGE.....INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS

MNPEF.....MESTRADO NACIONAL E PROFISSIONAL NO ENSINO DE FÍSICA

PNQA.....PROGRAMA NACIONAL DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS

PVC..... POLYVINYL CHLORIDE

SEDU.....SECRETARIA DE ESTADO DA

SEDURB.....SECRETARIA DE SANEAMENTO, HABITAÇÃO E DESENVOLVIMENTO URBANO

UFES.....UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

UFJF..... UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

TDFTTRIBUNAL DE JUSTIÇA DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS

PMSB/BE.....PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE BOA ESPERANÇA

PPP..... PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO
SNISBSISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES
SOBRE SEGURANÇA DE BARRAGENS – SNISB
MILHO E SORGO
3MPS..... TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| INTRODUÇÃO | 20 |
| SOBRE O PROFESSOR DE EDUCAÇÃO BÁSICA E ENTÃO PESQUISADOR QUE TENHO ME TORNADO | 20 |
| 1. DISCUSSÕES TEÓRICAS | 21 |
| 1.1 ABORDAGEM TEMÁTICA FREIREANA (ATF) | 21 |
| 1.2 A DINÂMICA DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS (3MPS) | 23 |
| 1.3 PAPEL DO PROFESSOR AO ADOTAR A PROPOSTA DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS | 24 |
| 1.4 ORGANIZAÇÃO DAS ATIVIDADES DIDÁTICO-PEDAGÓGICAS | 26 |
| 1.5 INVESTIGAÇÃO TEMÁTICA | 26 |
| 1.6 CONCEITUAÇÃO CIENTÍFICA NAS RELAÇÕES ENTRE A ABORDAGEM TEMÁTICA FREIREANA E SUA IMPLEMENTAÇÃO EM AULAS DE FÍSICA | 28 |
| 1.7 A REDUÇÃO TEMÁTICA | 28 |
| 2. CONCEITOS FUNDAMENTAIS DE HIDROSTÁTICA | 34 |
| 2.1 O QUE É UM FLUIDO? | 34 |
| 2.2 MASSA ESPECÍFICA E PRESSÃO | 34 |
| 2.3 FLUIDOS EM REPOUSO | 39 |
| 2.4 PRESSÃO BAROMÉTRICA E O BARÔMETRO DE MERCÚRIO | 41 |
| 2.5 O MANÔMETRO DE TUBO ABERTO | 41 |
| 2.6 O PRINCÍPIO DE PASCAL E O MACACO HIDRÁULICO | 42 |
| 2.7 O PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES | 44 |
| 2.8 O PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES – FLUTUAÇÃO E PESO APARENTE | 45 |
| 2.9 FLUIDOS IDEAIS EM MOVIMENTO | 46 |
| 2.10 A EQUAÇÃO DE CONTINUIDADE | 47 |
| 2.11 A EQUAÇÃO DE BERNOULLI | 48 |
| 3. SELEÇÃO DO TEMA “BARRAGEM ENGENHEIRO VALTER JOSÉ MATIELO” E A ORGANIZAÇÃO DAS ATIVIDADES DIDÁTICO-PEDAGÓGICAS | 52 |
| 3.1 OBJETO DE CONHECIMENTO | 52 |
| 3.2 CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA | 53 |

| | |
|---|------------|
| 3.3 O CEIER: HISTÓRICO, INSERÇÃO REGIONAL, ABRANGÊNCIA, ÁREA DE ATUAÇÃO E ARTICULAÇÕES COM OUTRAS INSTITUIÇÕES | 54 |
| 3.4 CONCEPÇÕES QUE EMBASAM A PRÁTICA EDUCATIVA, FILOSOFIA, VALORES PRECONIZADOS E PERFIL DO EGRESSO DA UNIDADE ESCOLAR | 56 |
| 3.5 DIRETRIZES PEDAGÓGICAS | 57 |
| 3.6 ORGANIZAÇÃO DO PLANO DE DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL | 58 |
| 3.7 TEMA GERADOR, E A ORGANIZAÇÃO DOS TRIMESTRES | 58 |
| 3.8 SOBRE O MUNICÍPIO DE BOA ESPERANÇA..... | 59 |
| 3.8.1 EDUCAÇÃO NO MUNICÍPIO DE BOA ESPERANÇA | 62 |
| 3.9 SOBRE O MUNICÍPIO DE PINHEIROS | 64 |
| 3.9.1 HIDROGRAFIA DE PINHEIROS | 65 |
| 3.9.2. OS CORPOS HÍDRICOS | 67 |
| 4. CAMINHOS METODOLÓGICOS DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA..... | 71 |
| 4.1 CARACTERÍSTICAS RELEVANTES PARA ESCOLHA DO TEMA NOS MUNICÍPIOS DE BOA ESPERANÇA E PINHEIROS- ES..... | 75 |
| 4.2 SOBRE O MONITOR DE SECAS..... | 76 |
| 4.3 O TEMA: CONFIRMANDO HIPÓTESES E A REDUÇÃO TEMÁTICA | 83 |
| 5. ELABORAÇÃO DAS ATIVIDADES DIDÁTICO-PEDAGÓGICAS..... | 84 |
| 5.1 AULA 1 – DIA DA VISITA..... | 86 |
| 5.1.1. Problematização Inicial..... | 86 |
| 5.1.3. Organização do Conhecimento | 90 |
| 5.1.4 Aplicação do Conhecimento..... | 91 |
| 5.1.4.1 Alguns Exercícios que Possam Aprofundar os Conceitos Estudados. | 93 |
| 5.2. AULA 2 – EM SALA..... | 94 |
| 5.2.1 Problematização Inicial..... | 94 |
| 5.2.2 Organização do Conhecimento | 95 |
| 5.2.3 Aplicação do conhecimento..... | 101 |
| 5.3. AULA 3 - CONTINUIDADE..... | 107 |
| 5.3.1 Problematização Inicial..... | 107 |
| 5.3.2 Organização do conhecimento..... | 108 |

| | |
|--|-----|
| 5.3.2.1 Comportas | 108 |
| 5.3.2.2 Vertedouros | 109 |
| 5.3.3 Aplicação do conhecimento..... | 116 |
| 5.3.3.1 Vazão ecológica (remanescente ou mínima) | 117 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 128 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 131 |
| APÊNDICE A – PERMISSÃO PARA TRANSPORTE E DESLOCAMENTO DOS ALUNOS PARA PESQUISA NA BARRAGEM. | 139 |
| APÊNDICE B – PERMISSÃO DE ACESSO A BARRAGEM. | 139 |
| APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO | 141 |
| APÊNDICE D - OS DIREITOS DA ÁGUA | 142 |
| APÊNDICE E - ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM ENG. VALTER JOSÉ MATIELO. | 143 |
| APÊNDICE F - PRODUTO EDUCACIONAL | 143 |

INTRODUÇÃO

SOBRE O PROFESSOR DE EDUCAÇÃO BÁSICA E ENTÃO PESQUISADOR QUE TENHO ME TORNADO

Nascido no dia 24/12/1985 na cidade de Boa Esperança, no estado do Espírito Santo. Tive formação na educação básica em escolas públicas, concluí meus estudos na educação básica em 2003 na Escola Estadual de Ensino Médio “Nossa Senhora de Lourdes” no município de Pinheiros-ES. No final do ano de 2003 tentei o vestibular na UFES para Licenciatura em Matemática no Polo Universitário no norte do estado, antigo Centro Universitário do Norte do Espírito Santo (CEUNES) pela qual consegui aprovação. Em 2009 com a chegada do Polo de Ensino e Aprendizagem a Distância (EAD) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) em Pinheiros surge nova oportunidade ingressar no curso de graduação, Licenciatura em Física em 2009 e paralelo a isso, já iniciava um vínculo como professor dessa componente curricular na Escola Estadual de Ensino Médio “Nossa Senhora de Lourdes”. Hoje (2021) estou como professor de física no Centro Estadual Integrado de Educação Rural de Boa Esperança (CEIER-BE). A partir de uma melhor adaptação, surge a análise da necessidade na ruptura e adequação às minhas práticas de ensino e a concepções de aprendizagem. O Mestrado Nacional e Profissional no Ensino de Física (MNPEF) veio como oportunidade de aprender e compartilhar experiências por meio de estudos e pesquisas. Além de analisar algumas metodologias de ensino e aprendizagem durante as disciplinas obrigatórias no decorrer do curso ao refletir as práticas em minhas aulas, percebi a importância de buscar novas formas de potencializar os meus métodos em busca de superar alguns desafios. Dentre as diversas propostas parece haver consenso entre alguns pesquisadores sobre a necessidade de propor problemas para auxiliar na aprendizagem dos estudantes. Este consenso pode ser evidenciado em diversos trabalhos como a exemplo de Muenchen e Delizoicov (2014), em “Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física” atentamos que não é intenção do trabalho destacar os 3 MPs como mais uma receita milagrosa de aula, mas, sim, explorá-lo como desafio e motivação para pensar e fazer o ensino de ciências mais interessante (Delizoicov, 2017).

1.DISSCUSSÕES TEÓRICAS

1.1 ABORDAGEM TEMÁTICA FREIREANA (ATF)

Neres e Gehlen (2018), apontam que pressupostos teórico-metodológicos da educação problematizadora e dialógica, concebidos por Paulo Freire, são empregados no ensino de Ciências, em propostas com foco na reconfiguração curricular, a exemplo da “Abordagem Temática Freireana” (ATF), e da “Práxis Curricular via Tema Gerador”. Ao adotar a Abordagem Temática Freireana (ATF), isso implica escolhas didáticas que sejam significativas ao aluno, no sentido de relacionar com situações-problema social e historicamente localizadas. Nesta perspectiva, espera-se que os conhecimentos apreendidos pelos alunos sejam mobilizados em outros contextos para além do espaço escolar, onde as necessidades de conhecimento irão se manifestar. Nessa reflexão crítica do distanciamento entre o conhecimento do aluno e o conhecimento científico, ocorre a exploração das contradições e dos limites que aquele conhecimento carrega e fazem com que o educando perceba a importância de conhecer mais a partir de problemas que devem ter o potencial de gerar no aluno a necessidade de apropriação de um conhecimento que ele ainda não tem e que ainda não foi apresentado pelo professor. É preciso que o problema formulado tenha uma significação para o estudante, de modo a conscientizá-lo de que a sua solução exige um conhecimento que, para ele, é inédito (DELIZOICOV, 2001). A problematização possibilita o diálogo, não só com a realidade do sujeito, mas também entre professor e alunos, o que caracteriza fundamentalmente a epistemologia freireana, pois nesta encontramos elementos que contemplam a formação integral do discente no que diz respeito a utilização do que é aprendido no processo de ensino.

Ferreira, Muenchen e Auler (2019) propõem que o ensino médio seja reconhecido como etapa da educação básica, na qual o indivíduo deverá ser preparado para o trabalho e para sua inserção social cidadã. Nesse sentido, podemos entender que o indivíduo precisa estar em constante transformação e atento às mudanças em seu entorno e que a construção de conhecimento para compreensão destas mudanças seja realizada de forma a contribuir para que haja competências que permitam o indivíduo agir sobre essa realidade, transformando-a se conscientizando das suas implicações tanto no espectro de progresso quanto no sentido de conhecer e conseguir intervir em um eventual problema.

Nessa perspectiva, o ensino de física não deve ser articulado de forma que os conceitos científicos sobressaiam a compreensão de um tema como um todo, e sim partindo de inserções de práticas pedagógicas que contribuam para a formação

integral do sujeito de forma que possibilite a compreensão do seu contexto sociocultural.

Estimular a pergunta, a reflexão crítica sobre a própria pergunta, o que se pretende com esta ou com aquela pergunta em lugar da passividade, face às explicações discursivas do professor, permitir a circulação coletiva de ideias. Isso não significa realmente que devemos reduzir a atividade docente em nome da curiosidade necessária ao puro vai-e-vem de perguntas e respostas que burocraticamente se esterilizam podendo impedir o avanço e aplicação do conhecimento em outras questões de mesma natureza.

A dialogicidade não nega a validade de momentos explicativos, narrativos em que o professor expõe ou fala do objeto. O fundamental é que professor e alunos saibam que a postura deles, do professor e dos alunos, é dialógica, aberta, curiosa, indagadora e não apassivada, enquanto falam ou enquanto ouvem. O que importa é que professor e aluno se assumam epistemologicamente curiosos (FREIRE, 2019).

Assim o ensinar se torna o aprender, e de forma dialógica o conhecimento vai se tornando algo indagador ao ambiente buscando estimular ocorrências de questionamentos permitindo que ocorra opiniões individuais vivenciadas que tornem possíveis a produção de conhecimento sem passividade dos envolvidos, mas de forma curiosa durante o processo.

Uma proposta ancorada numa perspectiva de Abordagem Temática, que de acordo com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), pode ser entendida como uma perspectiva curricular cuja lógica de organização é estruturada com base em temas, com os quais são selecionados os conteúdos de ensino das disciplinas.

Nesta abordagem a conceituação científica da programação é subordinada ao tema ou seja, as aulas devem ser planejadas de forma a inserir o estudante a uma consciência crítica, tomando em um determinado momento os conceitos necessários para cumprir o objetivo e apontar as possibilidades de uso de conceitos expostos pelos alunos que possam, contribuir uma base dialógica para a construção de conhecimento que promova a compreensão do objeto em estudo, que nesta proposta, centraliza-se um tema onde a interação promova a circulação de ideias, que possibilitem a apropriação dos conhecimentos mediados.

1.2 A DINÂMICA DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS (3MPS)

A dinâmica denominada de Três Momentos Pedagógicos foi proposta por Delizoicov e Angotti (1990) e ampliada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002). Foi originada da transposição da concepção de Paulo Freire (1987), para um contexto de educação formal, que enfatiza uma educação dialógica, na qual o professor deve mediar uma conexão entre o que aluno estuda cientificamente em sala de aula, com a realidade social. Os autores caracterizam a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos em três etapas, como propõem Muenchen e Delizoicov (2017), caracterizando os momentos dispostos em uma estrutura de planejamento mantendo uma interlocução organizada na seguinte disposição;

Problematização Inicial: apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidos permitindo o surgimento de temas. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, permitindo que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam. Para Muenchen e Delizoicov (2017), a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão, e fazer com que ele sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém. Em outras palavras, “[...] é na problematização que se deseja aguçar explicações contraditórias e localizar as possíveis limitações do conhecimento que vem sendo expressado, quando este é cotejado com o conhecimento científico que já foi selecionado para ser abordado” (NASCIMENTO; COSTA; BONFIM, 2018, p. 189).

Logo o primeiro momento é caracterizado pela compreensão e apreensão da posição dos alunos frente ao tema. Para Nascimento, Costa e Bonfim (2018), a postura do professor, deve ser voltada mais para questionar e lançar dúvidas sobre o assunto que para responder e fornecer explicações.

Organização do Conhecimento: momento em que, sob a orientação do professor, os conhecimentos de física necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados. Nessa perspectiva, Delizoicov e Angotti (1990), vêm ressaltar a importância de diversificadas atividades, com as quais se poderá trabalhar para organizar a aprendizagem. Nascimento, Costa e Bonfim (2018), explicam que neste momento os Professores sugerem exposições, definições e propriedades, além de formulações de questões (exercícios de fixação como dos livros didáticos), textos e experiências. Neste sentido, atualmente poderíamos acrescentar as mídias tecnológicas, como televisão, vídeos, filmes, programas tecnológicos, aplicativos de celulares, simulações, entre outros, de modo

a auxiliar no processo da sistematização do conhecimento (Nascimento, Costa e Bonfim, 2018).

Aplicação do Conhecimento: reconhecendo que a proposta dos 3 MPs sofreu adequações relativas a sua proposição inicial, entendemos que essa é uma proposta que ainda encontra-se em intenso movimento, no sentido de conformações a versão original, essa última etapa aborda sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990).

Nascimento (2018), sinaliza que este momento seja importante para que os alunos encontrem relações entre os temas abordados, não apenas através dos conceitos, mas também de fenômenos que possam ter alguma conexão com as informações apresentadas, o professor precisa manter uma postura problematizadora, podendo trazer questionamentos que não foram levantados pelos alunos, como informações e problemas que surgiram no decorrer dos momentos. Além disso, esta é uma boa ocasião para o professor formalizar alguns conceitos que não foram aprofundados pelos alunos. (BONFIM, 2018).

1.3 PAPEL DO PROFESSOR AO ADOTAR A PROPOSTA DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Partindo do princípio em que educar é na verdade, transformar a vida em processos permanentes de aprendizagem, pode-se assim dizer que é necessária uma construção de conhecimento na qual haja interação entre “Ensino e Vida”. Compreende-se que esta pesquisa é interventiva, e como foi proposto por Barcellos et al. (2019), busca estimular e investigar e reflexão da própria prática a partir de ações concretas planejadas e desenvolvidas realizando práticas de intervenções que possibilitem que o sujeito pesquisador vivencie as propostas.

Dessa forma, as aulas devem ser conduzidas de tal maneira a promover o ato de pensar em que se suscita discussões em torno de uma resposta obtida e, em seguida, questionar sua veracidade, indicar caminhos que possam levar à resolução e orientar-se a reformulação de hipóteses para obtenção de conclusões.

Freire (2020), adverte para a necessidade de assumir uma postura vigilante contra todas as práticas de desumanização. Para tal, o saber-fazer da autorreflexão

crítica e o saber-se da sabedoria exercitados, permanentemente, pode ajudar a fazer a necessária leitura crítica das verdadeiras causas da degradação humana e da razão de ser do discurso fatalista da globalização. Este fatalismo, às vezes, dá a impressão, em análises superficiais, de docilidade, como caráter nacional, o que é um engano. Este fatalismo, alongado em docilidade, é fruto de uma situação histórica e sociológica e não um traço essencial da forma de ser do povo. (FREIRE, 2020).

Sinalizando assim, para uma educação conscientizadora e reflexiva diante aos fenômenos trazendo responsabilidade frente as implicações ocorridas ao meio ambiente, decorrentes do processo de sustentabilidade regional.

A postura do educador deve ser tomada de forma a promover um ambiente de produção de conhecimento onde todos envolvidos sejam provocados a examinar diversas fontes de saberes necessárias para a compreensão de algo que incorpora a sua dimensão sociocultural e transformar o ambiente de diálogo em um momento fomentado de ideias, fornecendo subsídios para que os alunos percebam e tenham uma reflexão do que sabe e acredita e que possivelmente possa estar limitado a um conhecimento impermeável a mudanças onde a justificativa de muitas transformações são atribuídas a fatalidades, e muitas vezes não são capazes de entender a situação de forma que a sua existência é fruto da ação humana .

1.4 ORGANIZAÇÃO DAS ATIVIDADES DIDÁTICO-PEDAGÓGICAS

Freire (2020), adverte para alguns aspectos, que devem ser considerados para a elaboração de uma proposta-didático pedagógica, tendo como fundamentos alguns elementos da Investigação Temática para identificar as possíveis contradições sociais vivenciadas pelos sujeitos envolvidos no processo de análise e interpretação das informações obtidas, possibilitando a definição de um tema para o desenvolvimento das atividades didático-pedagógicas de Física.

1.5 INVESTIGAÇÃO TEMÁTICA

Delizoicov (2017), afirma que, apesar dos 3 MPs, preferencialmente, focarem na abordagem temática, atenta-se para o fato de que a construção de conteúdos não pode ser banalizada, visto que a ausência deles descaracteriza o próprio ato de ensinar, sendo assim, a necessidade da conceituação científica é justificada para que a proposta tenha aproximações nesta pesquisa, afinal os fenômenos que consequentes das produções humanas precisam serem analisadas.

São conteúdos que devem ser trabalhados de forma a cumprir um estudo mais investigativo, contextualizado e significativo, em que os alunos o executem de forma a compreender o conteúdo. Em outras palavras, “[...] sem se restringir apenas à execução de atividades, mas procedendo também a uma reflexão de como realizá-las” (DELIZOICOV, 2017, p.5)

Neres e Gelehn (2019), chamam a atenção para a diversidade de elementos que são utilizados durante a realização da Investigação Temática e que não pertencem à proposta inicial descrita por Paulo Freire, mas às releituras que o trabalho desse autor foi sofrendo ao longo do tempo, por meio da sua transposição, assim entende-se a necessidade de compreender os elementos utilizados para que não fujam da proposta inicial, ao realizar a Investigação Temática.

Este trabalho descreve o processo de construção de uma sequência didática na qual nos aproximamos da proposta didática dos Três Momentos Pedagógicos (3 MPs) e busca identificar as possibilidades de construção de conceitos de Hidrostática. Reconhece nessa abordagem a possibilidade de integrar e articular conhecimentos científicos na construção de suas ideias, contribuindo para uma postura crítica do aluno e, então, inserir-se em uma concepção inovadora de ensino, necessários na compreensão de temas geradores.

Os Temas Geradores a que Freire se refere, são objetos de estudos a serem compreendidos no processo educativo e o aspecto mais significativo desta proposta é o rompimento com o tradicional modelo curricular (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2011). Tratando da Abordagem Temática Freireana, a organização do currículo ocorre a partir de um tema que represente uma contradição social, e cuja obtenção ocorre mediante o processo de Investigação Temática (FREIRE, 2020).

Sendo assim, a questão de investigação dessa pesquisa foi: Como uma proposta de Abordagem Temática Freireana (materializada na aproximação com os 3MPs) pode contribuir para a construção de conhecimento científico e o desenvolvimento de uma leitura crítica da realidade?

Esta pesquisa descreve a importância do diálogo e da reflexão, a partir de provocações diante a um tema em que foi possível identificar possibilidades para a produção de conceitos científicos, em que os alunos foram provocados a expor suas compreensões de certos fenômenos constituintes do ambiente de contexto sociocultural, mediante a sequência de aulas, planejadas a partir da Abordagem dos Três Momentos Pedagógicos.

Freire (2019), sinaliza para a necessidade de o docente estar sempre estudando, desenvolvendo-se profissionalmente buscando implicações e tenha fundamentos na sua competência profissional. “[...] não significa, que a opção e a prática democrática do professor ou da professora sejam determinadas por sua competência cientificamente preparados, mas autoritários a toda prova [...]” (FREIRE, 2019, p.90).

Sendo assim precisa-se ir além do nosso conhecimento específico ou de um funcionário numa instituição de ensino e ser competente em criar um ambiente que proporcione a construção de conhecimentos a partir do diálogo entre os sujeitos envolvido no processo, esperando que todos envolvidos na busca de conhecimento percebam o seu papel na construção de conhecimento no fato de sermos competentes em criar ambientes de produção de conhecimento para fomentar a distribuição, a todos os envolvidos, um papel nessa construção.

Vale destacar que a ideia central da Investigação Temática não é compreendermos indivíduos como objetos ou coisas, mas sim o seu pensamento diante à sua visão de mundo, constituindo como um processo de diálogo e problematização constante da realidade (FREIRE, 2020).

1.6 CONCEITUAÇÃO CIENTÍFICA NAS RELAÇÕES ENTRE A ABORDAGEM TEMÁTICA FREIREANA E SUA IMPLEMENTAÇÃO EM AULAS DE FÍSICA

Por meio desta perspectiva, vimos a necessidade de propor uma forma de ensino de física que visem englobar uma compreensão de fenômenos que façam parte do contexto dos sujeitos envolvidos: partindo de temas e buscando de configurá-lo em distintas áreas de conhecimento, identificando possíveis conceitos físicos que contribuam para a compreensão do tema.

Além de sinalizar a possibilidades de construção de conhecimento a partir de conceitos que emergiram em uma determinada situação na qual o procedimento mais próximo considerado neste caso, a proposta de Abordagem Temática Freireana (Delizoicov *et al.*, 2011), que aponta para o uso de temas, como suporte para se trabalhar nas aulas de Ciências, e ainda orienta a necessidade de que o estudo emergja de um problema que representam contradição social vivenciada pelos estudantes e/ou comunidade escolar, esperando que possam superá-los por meio dos conhecimentos científicos.

1.7 A REDUÇÃO TEMÁTICA

Gehlen (2009) salienta que a Redução Temática inclui tanto os conceitos científicos quanto o problema embutido no Tema Gerador, sendo este condicionado à conceituação científica, sendo assim entendemos a existência de uma postura didática-pedagógica, em que os conceitos físicos possam ser construídos a partir da análise.

Assim entendemos que os conceitos científicos sejam expostos como apenas um dos variados conhecimentos necessários para o conhecimento integral do tema que emergiram numa sequência de aulas analisadas a partir da visita à barragem de represamento de água, conceitos esses que possibilitem a compreensão de alguns fenômenos físicos e sociais.

Os fenômenos que envolvem a estrutura da barragem de represamento de água, suas implicações/impactos sociais, a captação predatória de água e a busca da conscientização no racionamento de água pela população que habitam regiões banhadas pela bacia hidrográfica de “Itaúnas”, norte do Espírito Santo, que permitem a apropriação de elementos que contribuem na formação do discente de forma a possibilitá-lo a compreensão no contexto na qual está inserido.

Freire (2020), afirma que a investigação dos temas significativos envolve o pensar do povo sobre o seu contexto e ela não deve ser uma atividade mecânica, mas sim, um exercício de busca e de análise crítica da realidade na sua totalidade. Esta investigação se dá a partir do diálogo com os sujeitos, o seu contexto e isso implica dizer que tanto os educadores quanto a comunidade escolar envolvida fazem parte do mesmo processo.

A escolha do tema objeto de estudo nessa proposta de trabalho necessariamente emergiu de situações significativas relacionadas a cada indivíduo envolvido na busca de conhecimentos.

[...] um objeto de estudo que compreende o fazer e o pensar, o agir e o refletir, a teoria e a prática, pressupondo um estudo da realidade em que emerge uma rede de relações entre situações significativas individual, social e histórica, assim como uma rede de relações que orienta a discussão, interpretação e representação dessa realidade (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2011, p. 165).

Utilizar os temas como aspectos centrais do currículo escolar requer desconstruir a visão padronizada de ensino, enfraquecendo as estruturas prontas e acabadas dos programas curriculares impostos, os quais não privilegiam vínculos com a realidade dos alunos e/ou da comunidade escolar (SOLINO, 2013).

É importante lembrar que não é qualquer tema que pode ser chamado de Tema Gerador, mas sim, aqueles que partem de situações significativas oriundas das contradições sociais dos sujeitos que estão inseridos em um determinado contexto (espaço e tempo) e que são identificados por meio do diálogo e da problematização, garantidos no processo da Investigação Temática (FREIRE, 2020). Delizoicov (1991), chama atenção para o fato de que esta etapa é essencial no processo da educação libertadora e afirma que:

[...] a não consideração do processo de redução temática parte integrante da investigação temática e da educação problematizadora na atuação prática tem como uma das consequências a suposição de não haver estruturação prévia de conhecimentos universais que, no entanto, não representa a proposta do educador (DELIZOICOV, 1991, p. 150).

Nesta perspectiva entendemos que os diversos conhecimentos devem ser articulados para proporcionar a compreensão do objeto em estudo apropriando de conhecimentos científicos que proporcione o entendimento.

Freire (2020), acrescenta que durante a etapa de redução temática, os conteúdos programáticos que irão compor o programa curricular não devem ser escolhidos de forma isolada, privilegiando conteúdos em detrimento de outros, daí a

importância da participação dos grupos de especialistas de cada área nesse processo.

Tendo em vista os Conceitos unificadores que permitam a compreensão do tema, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), propõem a dinâmica dos Momentos Pedagógicos como estratégia de ação das atividades em sala de aula. Esses momentos estão pautados no tripé codificação-problematização-decodificação Freire (2020), sendo compostos pelos três momentos pedagógicos já definidos no corpo do texto.

Ressalta-se que estes não se constituem como momentos estanques, separados. Servem apenas como “lembrete permanente para a nossa postura de diálogo não cair em confusão ‘semântica’ ou na fala de só um dos lados, quer seja o do aluno ou o do professor, como em geral acontece” (PERNAMBUCO, 2001).

Assim entende-se que os conceitos que unificam e permitem a compreensão do tema, partem de diversos conhecimentos além da própria física a exemplo desta proposta que exigiu a apropriação de conhecimentos de hidráulica, aspectos ambientais entre outros.

Com base nos trabalhos citados, compreende-se a importância da Redução Temática na reconstrução dos programas curriculares.

“O problema ao se constituir enquanto um Tema Gerador cumpre a função de gênese do conhecimento, uma vez que todo o processo pedagógico é estruturado com base nele. Deste modo, ao mesmo tempo em que o problema é o objeto de conhecimento, é também o objeto de estudo a ser compreendido no decorrer do processo de ensino aprendizagem. Durante a implementação das atividades em sala de aula, o problema tem a função de ser o mediador entre os saberes dos alunos e os saberes formalizados do professor”. (Gehlen,2009, p.148).

Na Figura 1 é representado o problema de 1ª ordem que caracteriza a perspectiva da Abordagem Temática Freireana.

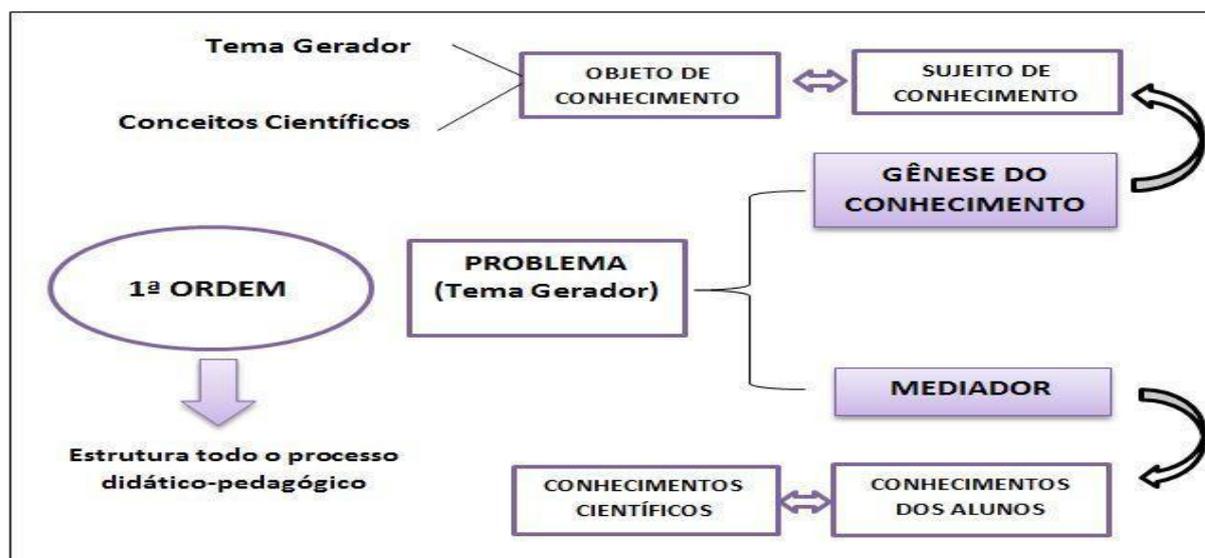


Figura 1 - A função do problema na perspectiva da Abordagem Temática Freireana.

Fonte: Gehlen (2014).

Para a autora, a mediação de 1ª ordem compreende o problema enquanto gênese do conhecimento. Ou seja, o problema é ao mesmo tempo o objeto do conhecimento e estruturador de toda a atividade didático-pedagógica em sala de aula, sendo que o seu critério de seleção necessita ser uma situação problemática que representa manifestações de contradições existenciais vivenciadas pelos alunos.

Conforme é possível verificar na Figura 1, o problema ao se constituir enquanto um Tema Gerador cumpre a função de gênese do conhecimento, uma vez que todo o processo pedagógico é estruturado com base nele. Deste modo, o problema ao mesmo tempo em que é o objeto de conhecimento é também o objeto de estudo a ser compreendido no decorrer do processo de ensino e aprendizagem. Além disso, durante a implementação das atividades em sala de aula, o problema tem a função de ser o mediador entre os saberes dos alunos e os saberes formalizados (SOLINO, 2013).

Quanto à perspectiva da Abordagem Temática Freireana, a tomada de consciência remete a uma questão mais ampla, esta resulta da defrontação do sujeito com o mundo, ou seja, com a sua realidade concreta (FREIRE, 2002). Quando se estuda o objeto de conhecimento, do qual emergiu o Tema Gerador, a intenção é problematizar para os alunos os problemas locais que representam contradições sociais vivenciados por ele, fornecendo condições que permitam sentir a necessidade de querer conhecer mais a respeito, tomando consciência de que é preciso superá-los. Neste caso, o professor necessita apreender os entendimentos

trazidos pelos alunos e sistematizá-los mediante os conceitos científicos (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2011).

Salienta-se que os conceitos científicos necessitam ser selecionados mediante a etapa da Redução Temática Freire (1987), pois, eles obedecem a uma organização curricular em que são subordinados aos Temas Geradores (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2011).

Nesse sentido, os conceitos científicos assumem um papel fundamental na perspectiva da Abordagem Temática Freireana, pois é por meio deles que os alunos poderão alcançar uma consciência crítica e reflexiva sobre os problemas da sua realidade, superando as situações-limite pois a partir dessa dinâmica, dos conhecimentos apropriados é esperado uma compreensão mais aproximada do conhecimento integral do tema gerador. Para compreender um pouco melhor o processo de conscientização na perspectiva freireana, o educador destaca:

A conscientização é, neste sentido, um teste de realidade. Quanto mais conscientização, mais se “desvela” a realidade, mais se penetra na essência fenomênica do objeto, frente ao qual nos encontramos para analisá-lo. Por esta mesma razão, a conscientização não consiste em “estar frente à realidade” assumindo uma posição falsamente intelectual. A conscientização não pode existir fora das “práxis”, ou melhor, sem o ato ação – reflexão. Esta unidade dialética constitui, de maneira permanente, o modo de ser ou de transformar o mundo que caracteriza os homens. Por isso mesmo, a conscientização é um compromisso histórico. É também consciência histórica: é inserção crítica na história, implica que os homens assumam o papel de sujeitos que fazem e refazem o mundo. (FREIRE, 1979, p. 15).

Nesse sentido, durante o processo educativo é preciso que os alunos ultrapassem a postura ingênua para alcançar uma postura crítica da realidade a qual está sendo estudada. Frente a isto, Freire (2019), acrescenta que este esforço de tomada de consciência em superar-se e alcançar o nível da consciência, que exige sempre a inserção crítica de alguém na realidade que começa a desvelar, não pode ser, que repitamos, em caráter individual, mas sim social (FREIRE, 2002).

Vale ressaltar que ao analisar o movimento descrito por meio da figura 1, percebe-se que até mesmo o educador, passa por uma dinâmica de transformação em busca do conhecimento mediador, não para centralizar o diálogo, mas sim para ter a competência necessária para identificação de elementos estruturantes que permitam a construção de conhecimento a partir do tema proposto.

[..]destaca-se que esses conteúdos necessitam ser previamente organizados e delimitados pelo professor e pela equipe de especialistas, durante a etapa da Redução Temática. Gehlen (2009) chama atenção para o fato de que não são apenas os conceitos científicos que precisam ser destacados nesse momento, mas também a forma metodológica com a qual o professor conduz seus alunos à compreensão desses conhecimentos (GEHLEN e SOLINO ,2014, p.157)

Assim, entendemos que tais problemas são situações-limite que contribuem com à realidade dos estudantes e que representam problemáticas que necessitam ser superadas pelos sujeitos envolvidos no processo de ensino aprendizagem.

2. CONCEITOS FUNDAMENTAIS DE HIDROSTÁTICA

Diversos trabalhos acadêmicos investigaram ensino e aprendizagem de conceitos de Hidrostática. A exemplo de Gama (2015), que apresenta uma proposta de ensino de Hidrostática a partir de uma proposta com foco na utilização de atividades experimentais demonstrativas e Rodes (2017), que apresenta a proposta de uma sequência de ensino investigativa com estudantes do ensino médio. Esta pesquisa trata dos conceitos científicos num contexto de alunos da 1ª Série do Ensino Médio de educação integrada ao campo. A partir de então, cabe ressaltar que as atividades didático-pedagógicas de Física propostas, no contexto desse estudo, também foram planejadas e realizadas uma aproximação das etapas de Investigação temática de Freire (1987), as quais foram detalhadas neste documento.

2.1 O QUE É UM FLUIDO?

Um fluido, ao contrário de um sólido, é uma substância que pode se amoldar aos contornos de qualquer recipiente. Os fluidos se comportam dessa forma porque não resistem a forças paralelas à superfície. Em outras palavras, os fluidos não resistem a tensões de cisalhamento. Por outro lado, muitos fluidos, como é o caso dos líquidos quando submetidos a tensões de cisalhamento, sofrem deformações constantes” (HALLIDAY e RESNICK, 2012).

2.2 MASSA ESPECÍFICA E PRESSÃO

Halliday e Resnick (2012), definem a massa específica ρ de um fluido em um ponto do espaço, isolando um pequeno elemento de volume ΔV em torno do ponto e medindo a massa Δm do fluido contido nesse elemento de volume. No caso de um fluido homogêneo,

$$(\text{massa específica}) \rho = \Delta m / \Delta V = m / V$$

A massa específica é uma grandeza escalar; a unidade no SI é o quilograma por metro cúbico (kg/m^3). Se a força perpendicular exercida sobre uma área plana A é uniforme, a pressão é definida através da equação:

(Pressão de uma força uniforme em numa superfície plana) $P = F/A$

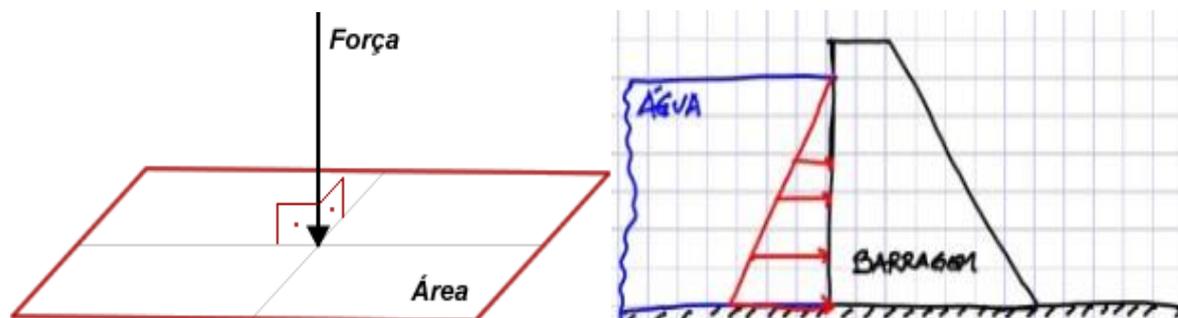


Figura 2- a) força aplicada em uma superfície plana. b) A distribuição de forças será por todos os pontos da superfície a exemplo da água na barragem ilustrada.

Fonte: adaptação de Halliday e Resnick (2012).

Para Halliday e Resnick (2012), uma variação de pressão aplicada a um fluido incompressível é transmitida integralmente a todas as partes do fluido e às paredes do recipiente.

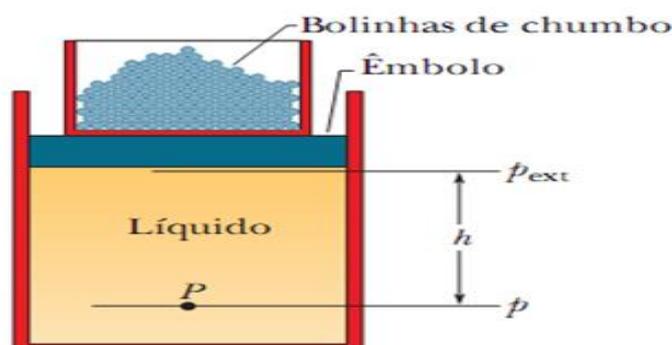


Figura 3 - bolinhas de chumbo pressionando o êmbolo no recipiente.

Fonte: Halliday e Resnick (2012).

A figura 3 temos a ilustração, onde mostra que bolinhas de chumbo colocadas sobre o êmbolo criam uma pressão p_{ext} no alto de um líquido confinado (incompressível). Se mais bolinhas de chumbo são colocadas sobre o êmbolo, aumenta a pressão por todos os pontos do líquido confinado (incompressível). Se mais bolinhas de chumbo são colocadas sobre o êmbolo, faz aumentar p_{ext} , todos os pontos do líquido.

A unidade de pressão do SI é o newton por metro quadrado, que recebe o nome de pascal (Pa). 1 atmosfera (atm.) = $1,01 \times 10^5$ Pa = 760 Torr = 14,7 libras/polegada¹ (HALLIDAY E RESNICK, 2012).

Na figura abaixo, é possível identificar numa “Fita”, onde polegadas é abordada como unidade de medida. O uso da polegada não é recomendado pelo SI, conforme definido no capítulo 4.2 da sua 8ª edição publicada pelo BIPM (Bureau International des Poids et mesures).



Figura 4 - Trena para medidas contendo informações em polegadas.

Fonte: Wikipédia.

Na tabela 1 é possível identificar massas específicas de algumas substâncias, cujo valor é em função da temperatura e da pressão bem definidas.

¹ Uma polegada é igual a 2,54 centímetros ou 25,4 milímetros.

Tabela 1- Algumas substâncias e suas respectivas massa específica

| Substância ou Objeto | Massa específica(kg/m³) |
|-----------------------------|---|
| Melhor vácuo em laboratório | 10^{-17} |
| Ar: 20C° e 1 atm de pressão | 1,21 |
| 20C° e 50 atm | 60,5 |
| Isopor | 1×10^2 |
| Gelo | $0,917 \times 10^3$ |
| Água: 20C° e 1 atm | $0,998 \times 10^3$ |
| 20C° e 1 atm | $1,000 \times 10^3$ |
| Sangue | $1,060 \times 10^3$ |
| Ferro | $7,9 \times 10^3$ |

Fonte: adaptado de Halliday e Resnick (2012).

Observa-se que os valores correspondentes possuem certa relação com determinado valor de temperatura, isso fica também evidenciado no exemplo da água, caracterizada na tabela 1.

Na tabela 2 temos a disposição alguns valores de pressão em determinadas regiões.

Tabela 2- Pressão em superfícies distintas.

| Região ou superfície | Pressão (Pa) |
|---------------------------------------|---------------------|
| Centro do sol | 2×10^{16} |
| Centro da terra | 4×10^{11} |
| Maior pressão contínua em laboratório | 1×10^2 |
| Pneu de automóvel | 2×10^5 |
| Atmosfera nível do mar | 1×10^5 |
| Pressão arterial sistólica normal | $1,6 \times 10^4$ |
| Melhor vácuo em laboratório | 10^{-12} |

Fonte: adaptado de Halliday e Resnick (2012).

Nos próximos capítulo iremos abordar diferentes tipos de pressão, em pontos submersos, onde o ponto está sujeito a diferentes intensidades que relaciona se a profundidade no líquido.

2.3 FLUIDOS EM REPOUSO

A pressão em um ponto do fluido em equilíbrio estático depende da profundidade do ponto, mas não da dimensão horizontal do fluido ou do recipiente.

Abaixo uma representação de um tanque no qual um certo volume de água está contido em um cilindro imaginário com base horizontal de área A . Na figura 5 é possível visualizar quatro diferentes forças que interagem na superfície do cilindro imaginário imerso no líquido.

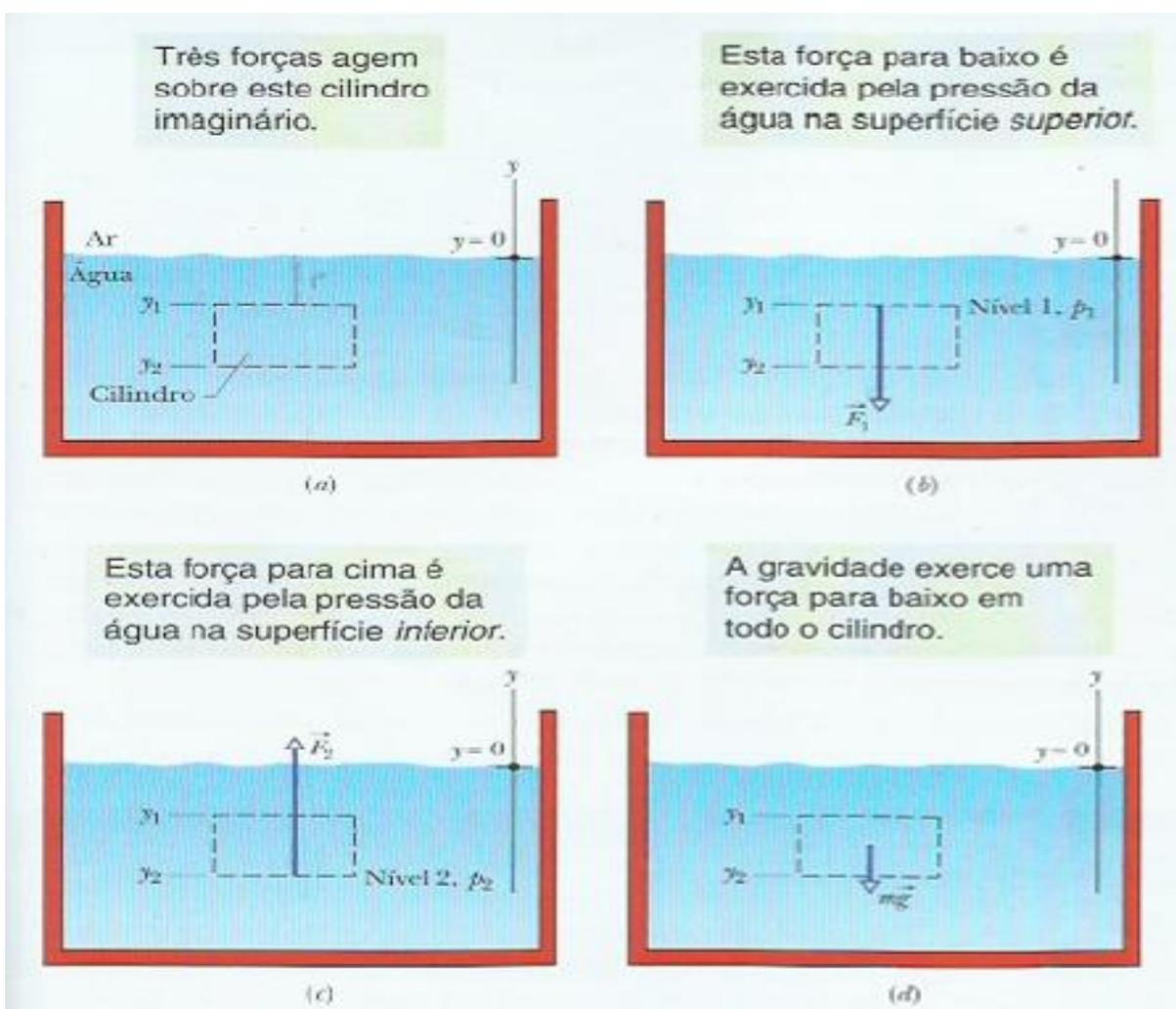


Figura 5- Cilindro imaginário imerso no líquido

Fonte: Halliday e Resnick (2012).

No diagrama abaixo é possível identificar que a resultante das forças, causa equilíbrio por se anularem (HALLIDAY e RESNICK,2012).

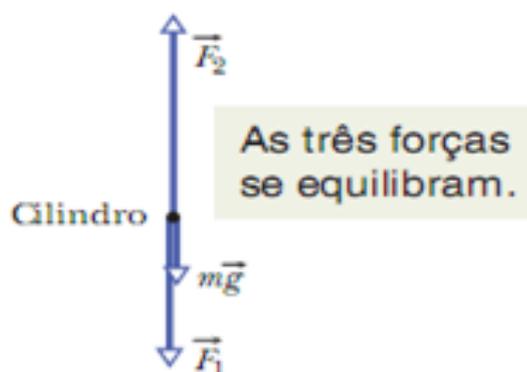


Figura 6- Diagrama de corpo livre do volume de água.

Fonte: Halliday e Resnick (2012).

Se y_1 é um ponto da superfície do recipiente e y_2 está a uma profundidade h , onde p_0 é a pressão da superfície e p é a pressão à profundidade h .

O equilíbrio das três forças pode ser escrito na forma $F_2 = F_1 + mg$, Halliday e Resnick (2012), destaca; se p_1 e p_2 são as pressões da superfície superior e da superfície inferior do volume, $F_1 = p_1A$ e $F_2 = p_2A$. Como a massa m da água contida no cilindro é $m = \rho V$, onde o volume V é o produto da área da base A pela altura ($y_1 - y_2$), temos $m = \rho A (y_1 - y_2)$. Assim,

$$p_2A = p_1A + \rho Ag (y_1 - y_2)$$

$$p_2 = p_1 + \rho g (y_1 - y_2)$$

Caso o cilindro tivesse uma das faces rente à superfície, p_1 seria a pressão atmosférica e as diferenças entre os " y_1 " e " y_2 " seria a profundidade na qual o fundo do cilindro se encontra.

$$p = p_0 + \rho gh \text{ (pressão na profundidade } h\text{)}$$

2.4 PRESSÃO BAROMÉTRICA E O BARÔMETRO DE MERCÚRIO

De acordo com Halliday e Resnick (2012), o barômetro de mercúrio é um instrumento usado para medir a pressão da atmosfera. O tubo de vidro está cheio de mercúrio e o espaço acima da coluna de mercúrio contém apenas vapor de mercúrio, cuja pressão pode ser desprezada. Se a pressão atmosférica é p_0 , e ρ é a massa específica, a pressão do líquido acima do nível 2 é dado por,

$$p_0 = \rho gh$$

2.5 O MANÔMETRO DE TUBO ABERTO

O manômetro de tubo aberto, usado para medir a pressão manométrica p_m de um gás, é formado por um tubo em forma de U contendo um líquido, com uma das extremidades ligada a um recipiente, cuja pressão manométrica se deseja medir, e a outra aberta para a atmosfera (HALLIDAY e RESNICK, 2012).

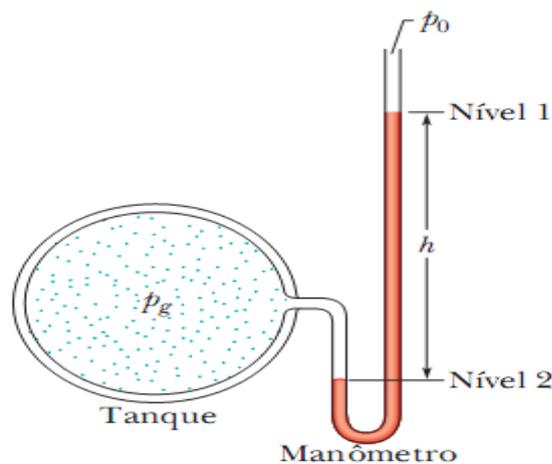


Figura 7- Esquema de um manômetro de tubo aberto.

Fonte: Halliday e Resnick (2012).

Na figura 7 entende-se que p_0 é a pressão atmosférica, p a pressão no nível 2 mostrado na figura acima e ρ é a massa específica do líquido do tubo, temos $p_m = 0$, $p_1 = p_0$ e $y_2 = -h$, $p_2 = p$ onde conclui-se que a pressão na profundidade h é dada por,

$$P_m = p - p_0 = \rho gh$$

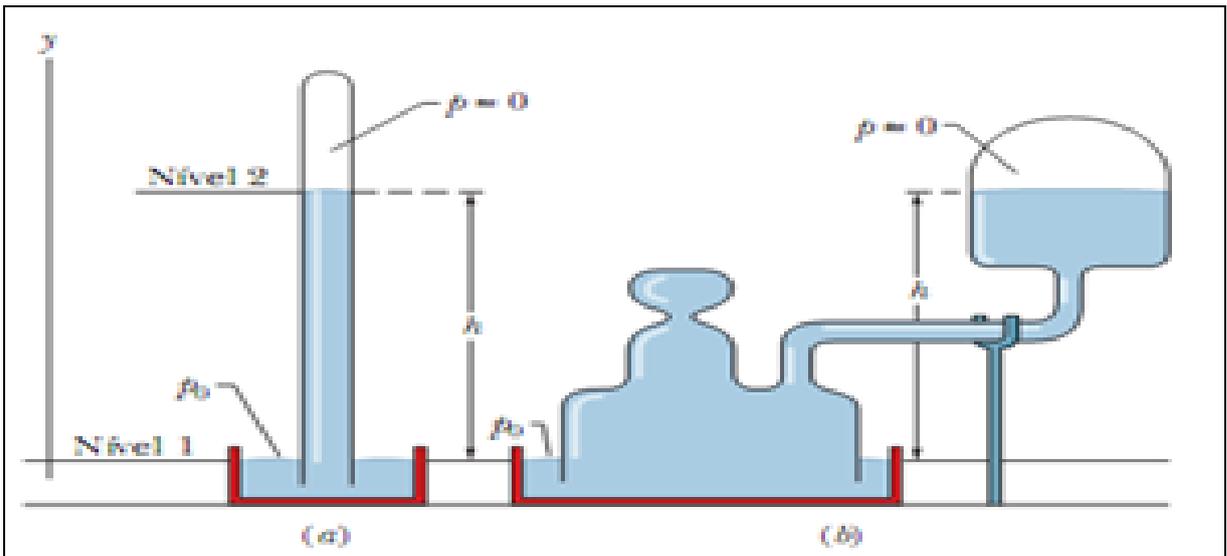


Figura 8- (a) Barômetro de mercúrio. (b) Outro tipo de barômetro de mercúrio. A distância h é a mesma.

Fonte: Halliday e Resnick (2012).

Verificamos assim que a pressão não depende da dimensão horizontal e sim da profundidade no líquido, como proposto por Halliday e Resnick (2012).

2.6 O PRINCÍPIO DE PASCAL E O MACACO HIDRÁULICO

O conceito de macaco hidráulico e o Princípio de Pascal podem ser definidos como, a força aplicada ao êmbolo da esquerda e a força aplicada pela carga ao êmbolo da direita produzem uma variação Δp da pressão do líquido que é dada por,

$$\Delta p = F_e / A_e = F_s / A_s,$$

E, portanto,

$$F_s = F_e \cdot A_s / A_e.$$

Quando se desloca o êmbolo de entrada para baixo de uma distância d_e o êmbolo da saída é deslocado para cima de uma distância d_s tal que o mesmo volume V de líquido incompressível é deslocado pelos dois êmbolos e o trabalho realizado é descrito por;

$$W = F_s \cdot d_s = (F_e \cdot A_s / A_e) \cdot (d_e \cdot A_e / A_s) = F_e \cdot d_s, \text{ a partir de}$$

$$V = A_e \cdot d_e = A_s \cdot d_s \quad \text{e} \quad \text{a distância do embolo de saída dada por,}$$

$$d_s = d_e \cdot A_e / A_s$$

Um macaco hidráulico pode ser usado para simplificar a força F_e , mas não o trabalho, é o mesmo para as forças de entrada e saída.

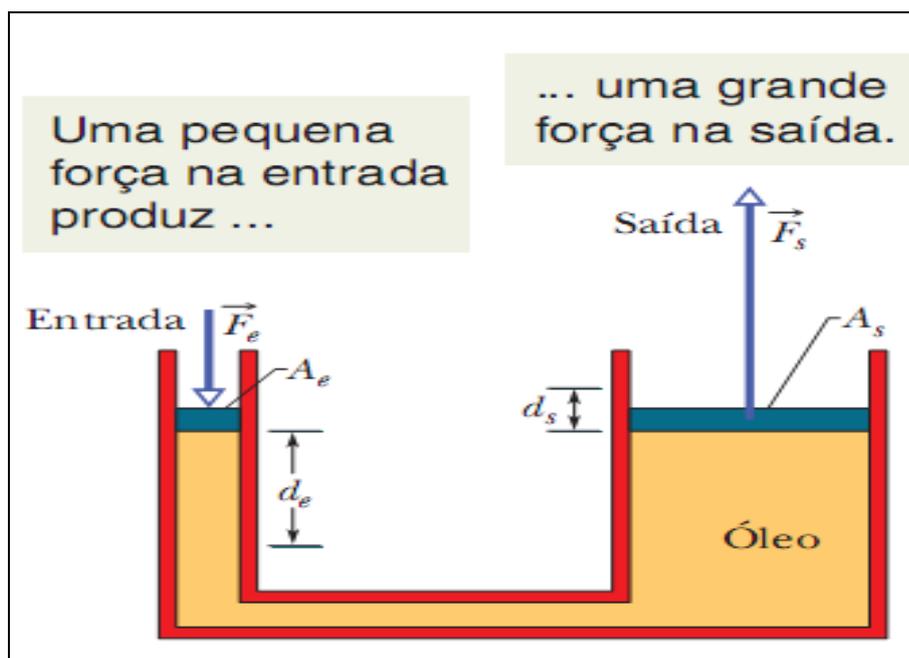


Figura 9- Esquema de um macaco hidráulico

Fonte: Halliday e Resnick (2012).

Sendo assim, apropria-se do uso de um macaco hidráulico para transformar uma força aplicada ao longo de uma distância em uma maior aplicada ao longo de uma distância menor.

2.7 O PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES

Quando um corpo está total ou parcialmente submerso em um fluido, uma força de empuxo exercida pelo fluido age sobre o corpo. A força é dirigida para cima e tem um módulo igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo.

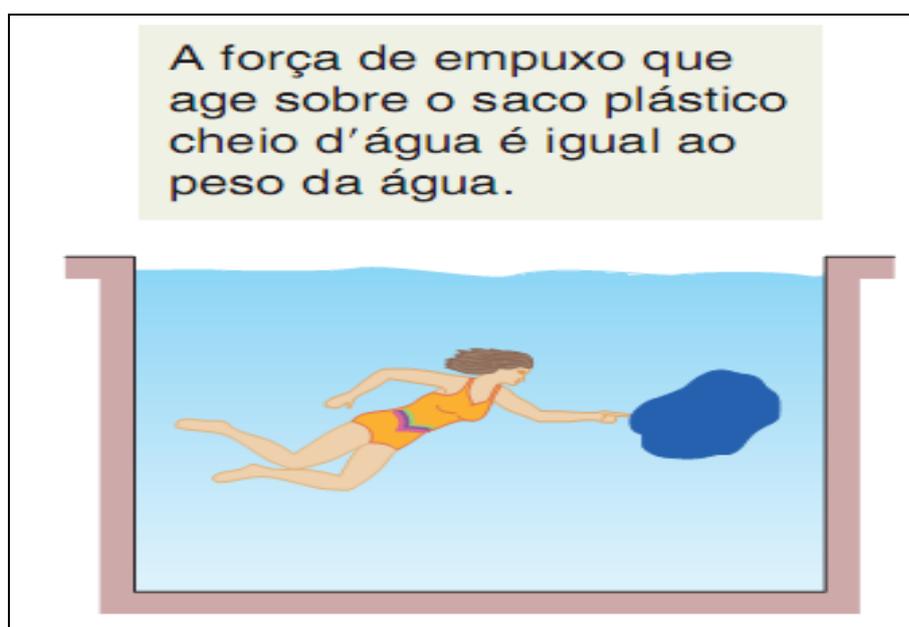


Figura 10- corpos sob ação de empuxo.

Fonte: Halliday e Resnick (2012).

Na figura 10 observa-se como um saco plástico de massa desprezível, cheio d'água, em equilíbrio estático em uma piscina.

A força gravitacional experimentada pelo saco e equilibrada por uma força resultante para cima exercida pela água que se anulam e mantem o saco plástico em equilíbrio. A força que age sobre o objeto é a força de empuxo. O módulo da força de empuxo é dado pela equação

$$F_E = m_f \cdot g \text{ (força de empuxo)}$$

onde m_f é a massa do fluido deslocado pelo corpo.

2.8 O PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES – FLUTUAÇÃO E PESO APARENTE

O módulo da força quando um corpo flutua em um fluido F_E , da força de empuxo que age sobre o corpo é igual ao módulo F_g da força gravitacional a que o corpo está sujeito, podemos descrevê-la como,

$$F_E = F_g$$

Assim quando um corpo flutua em um fluido, o módulo F_g da força gravitacional que age sobre o corpo é igual ao peso $m_f g$ do fluido deslocado pelo corpo, onde m_f é a massa do fluido deslocado. Em outros termos, um corpo que flutua desloca um volume de fluido igual ao seu peso Halliday e Resnick (2012). Conclui-se que, assim que o peso aparente de um objeto em um fluido é menor que o peso real do corpo e é igual à diferença entre o peso real e a força de empuxo que o fluido exerce sobre o corpo. É possível dizer que:

$$(\text{Peso aparente}) = (\text{peso real}) - (\text{módulo da força de empuxo})$$

Na figura abaixo visualiza-se o fenômeno de flutuabilidade resultante da força de empuxo que equilibra a força gravitacional de um objeto que flutua.

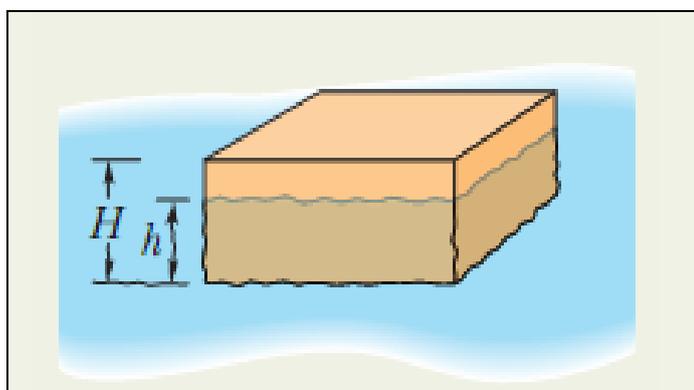


Figura 11- Um bloco de altura H flutuando em um fluido com uma parte h submersa.

Fonte: Halliday e Resnick (2012).

Como o bloco está em repouso, a aplicação da lei de Newton às componentes das forças em relação a um eixo vertical y ($F_{res, y} = m \cdot a_y$) que nos dá

$$F_E - F_g = m (0)$$

Em termos da densidade e das dimensões C , para comprimento, L para largura e H (altura total) do bloco e do conhecimento que

$$F_g = mg,$$

em termos da massa específica do fluido

$$p = \rho_f \cdot V \cdot g \text{ e Volume } V = CLH$$

$$p = \rho_f CLHg$$

$$\rho_f CLhg - \rho_f CLHg = 0$$

Caso o bloco se encontre submerso ao fluido, e volume da água é $V = CLH$, em outros termos o bloco estará totalmente submerso, significando que $F_E > F_g$ e o bloco é acelerado para cima. De acordo com Halliday e Resnick (2012),

$$F_E - F_g = m \cdot a$$

ou

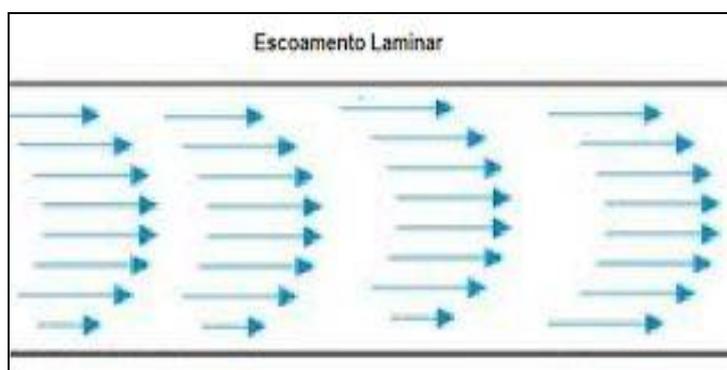
$$\rho_f CLHg - \rho CLHg = \rho CLHa$$

substituindo a massa m do bloco por ρCLH e sendo a altura submersa no bloco igual a H .

2.9 FLUIDOS IDEAIS EM MOVIMENTO

Para Halliday e Resnick (2012), existem pelo menos quatro tipos de escoamentos, sendo descritos com: **Escoamento laminar**, a velocidade do fluido em um ponto qualquer não varia com o tempo, como sinaliza a figura 12.

Figura 12 - Fluxo laminar de escoamento.



Fonte: Pinterest².

² Disponível em: <https://br.pinterest.com/>. Acesso 09 de Dezembro de 2020.

Escoamento incompressível são aqueles que sofrem desprezivelmente a ação da compressão dos fluidos no escoamento. **Escoamento não viscoso** em que a viscosidade de um fluido é uma medida da resistência que o fluido oferece ao escoamento. Um objeto imerso em um fluido não viscoso não experimenta uma força de arrasto viscoso e, se não está sujeito a uma força, se move com velocidade constante no interior do fluido. Escoamento irrotacional aqui um corpo de prova em suspensão no fluido não gira em torno de um eixo que passa pelo centro de massa.

Os fluidos, designado por **escoamento turbulento**, se comporta em fluxo turbulento ou simplesmente turbulência o escoamento de um fluido em que as partículas se misturam de forma não linear, isto é, de forma caótica com turbulência e redemoinhos, em oposição ao fluxo laminar (HALLIDAY; RESNICK, 2012).

2.10 A EQUAÇÃO DE CONTINUIDADE

O conceito de vazão de um fluido, dar-se pelo escoamento constante através de um comprimento L de um tubo, da extremidade de entrada, à esquerda, até a extremidade de saída, à direita.

Se a velocidade de um fluido aumenta enquanto o fluido se move horizontalmente ao longo de uma linha de fluxo, a pressão do fluido diminui, e vice-versa (HALLIDAY; RESNICK, 2012).

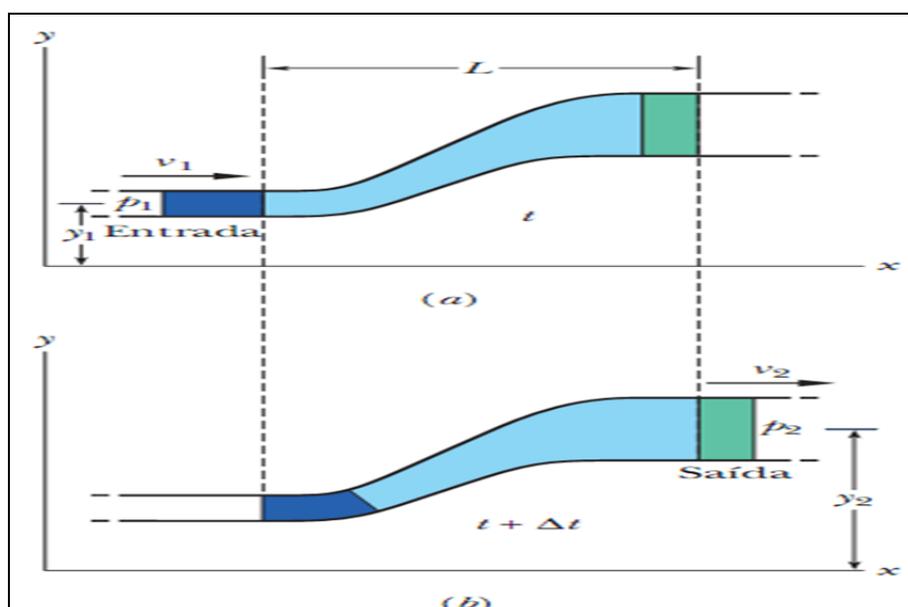


Figura 13 - Esquema de um tubo com um fluido em escoamento.

Adotando ΔV comum às duas extremidades para relacionar as velocidades e áreas. Para isso, considera-se primeiramente a vista lateral esquerda no tubo representado na Figura 13, com seção reta *uniforme* de área A , com um fluido escoando ao longo do tubo de velocidade v durante um intervalo de tempo Δt percorrendo uma distância $\Delta x = v\Delta t$, temos:

$$\Delta V = A \Delta x = Av\Delta t \text{ e}$$

$$\Delta x = v\Delta t,$$

a equação da continuidade será dada por $\Delta V = Av_1\Delta t = A_2v_2\Delta t$.

$$Av_1 = A_2v_2. \text{ (equação da continuidade)}$$

2.11 A EQUAÇÃO DE BERNOULLI

Para compreender o fenômeno imagina-se a situação: um fluido ideal (cor azul da figura 14), entra com vazão constante em um comprimento L de um tubo, da extremidade de entrada, à esquerda, até a extremidade de saída, à direita de volume ΔV , no instante t em (a) ao instante $t + \Delta t$ em (b), uma quantidade de fluido, representada na cor azul-escuro, entra pela extremidade esquerda e uma quantidade igual, representada na cor verde, sai pela extremidade direita.

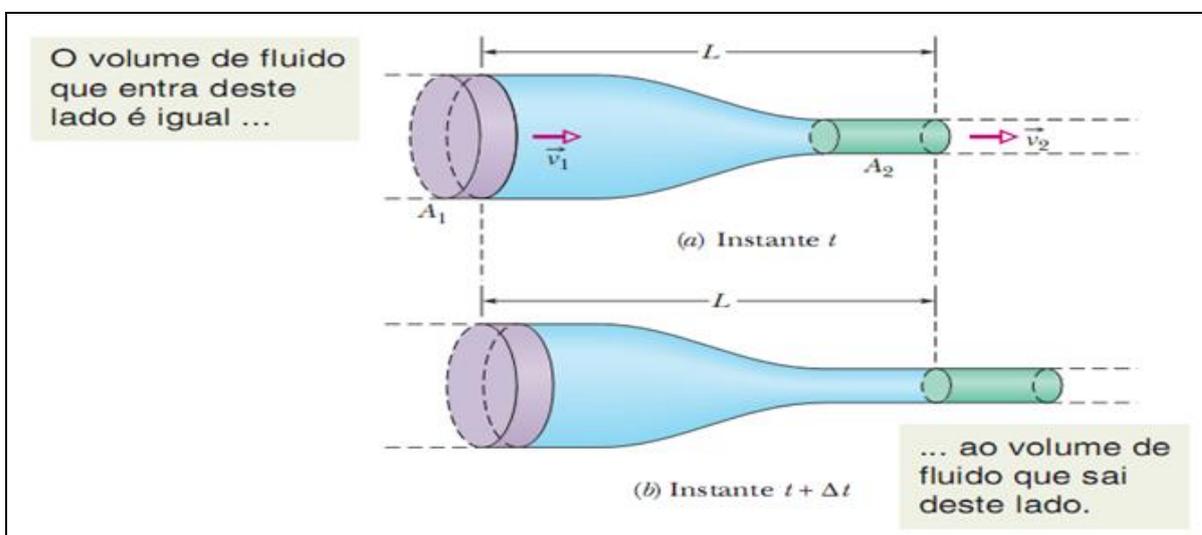


Figura 14– Fluxo de um fluido ideal.

Fonte: Halliday e Resnick (2012).

Halliday e Resnick (2012), reforça a possibilidade do fluido ser incompressível, com uma massa específica constante ρ , o volume que sai é igual ao volume que entra, sejam y_1 , v_1 , p_1 a altura, a velocidade e a pressão do fluido que entra do lado esquerdo e y_2 , v_2 e p_2 os valores correspondentes do fluido que sai do

lado direito, quando se aplica ao fluido a lei de conservação da energia os valores citados acima, se relacionam através da equação

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g y_1 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g y_2$$

Onde o termo $\frac{1}{2} \rho v^2$ é chamado de energia cinética específica do fluido, Halliday e Resnick (2012), teremos a equação descrita por

$$p + \rho v^2 + \rho g y = \text{constante (equação de Bernoulli)}$$

Para um fluido em repouso a equação de Bernoulli a um fluido se faz $v_1 = v_2 = 0$ o resultado é

$$P_2 = p_1 = \rho g (y_1 - y_2).$$

Quando a altura do fluido não varia, nesse caso a equação que se toma é

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

Em outras palavras, Halliday e Resnick (2012), apontam que se a velocidade de um fluido aumenta enquanto ele se move horizontalmente ao longo de uma linha de fluxo, a pressão do fluido diminui, e vice-versa. No entanto, a equação de Bernoulli é estritamente válida apenas para fluidos ideais. Caso o fluido seja submetido interações com forças viscosas, parte da energia é convertida em energia térmica, e aplicando a lei da conservação de energia na forma do teorema do trabalho e energia,

$$W = \Delta K \text{ (variação da energia cinética)}$$

Como temos a variação na energia cinética, implica-se que a variação da velocidade do fluido entre as extremidades do tubo é dada por

$$\begin{aligned} \Delta K &= \frac{1}{2} \Delta m v_2^2 - \frac{1}{2} \Delta m v_1^2 \\ &= \frac{1}{2} \rho \Delta V (v_2^2 - v_1^2) \end{aligned}$$

Onde $\Delta m = \rho \Delta V$.

Em algumas situações como neste fenômeno, a variação da energia cinética do sistema é igual ao trabalho realizado sobre o sistema, conclui-se que o trabalho realizado pela força gravitacional é

$$\begin{aligned} W_g &= - \Delta m g (y_2 - y_1) \\ &= - \rho \Delta V (y_2 - y_1) \end{aligned}$$

Do lado direito da equação observa-se que o trabalho é negativo devido ao deslocamento para cima e a força gravitacional para baixo terem sentidos opostos. Para empurrar o fluido para dentro do tubo e pelo sistema o trabalho total realizado por uma força F agindo sobre o fluido contido em um tubo de área A para fazer que o fluido percorra uma distância Δx é

$$F \Delta x = (pA)(\Delta x) = p (A \Delta x) = p \Delta V.$$

O trabalho realizado sobre o sistema é, portanto, $p_1 \Delta V$, e o trabalho realizado pelo sistema é $- p_2 \Delta V$. A soma dos dois trabalhos, W_p , é

$$W_p = -p_2\Delta V + p_1\Delta V$$

$$= - (p_2 - p_1) \Delta V.$$

Assim, o trabalho total realizado se torna

$$W = W_g + W_p = \Delta K.$$

Combinando as equações, cancelando ΔV e reagrupando obtemos,

$$- \rho \Delta V (y_2 - y_1) - \Delta V (p_2 - p_1) = \frac{1}{2} \rho \Delta V (V_2^2 - v_1^2),$$

Em uma interlocução com o estudo da Barragem desse trabalho, informações apontam para o baixo nível de água no rio devido a captação de forma predatória e inconsequente da produção e sustentabilidade para a base econômica da região onde está localizada a obra. Esclarecimentos quanto suas implicações nas dimensões a qual ocupa e até mesmo em locais, onde possivelmente já é comum nem imaginar que esteja sendo afetado, como é o caso dos manguezais com a redução dos nutrientes, bloqueados pelas contenções das barragens no leito do rio, essas questões serão abordadas mais adiante.

As massas das quantidades de fluido que escoam através da seção 1, de área A_1 , com velocidade v_1 , e da seção 2, de área A_2 , com velocidade v_2 , durante o intervalo de tempo Δt são:

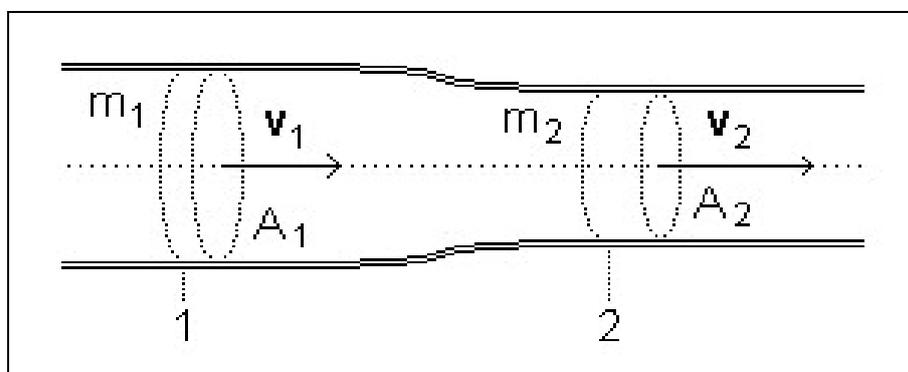


Figura 15- Um fluido de densidade ρ constante, em escoamento estacionário numa tubulação sem derivações.

Fonte: GEF-UFSM³.

$$m_1 = \rho A_1 v_1 \Delta t$$

$$m_2 = \rho A_2 v_2 \Delta t$$

Como não existem derivações e o fluido é incompressível, $m_1 = m_2$, e as expressões acima fornecem:

³ Grupo de Ensino de Física da Universidade Federal de Santa Maria

$A_1v_1 = A_2v_2$ (equação da continuidade, para um fluido com densidade constante)

e como as seções 1 e 2 da tubulação são genéricas, podemos escrever:

$$Av = \text{constante}$$

Chama-se de vazão o quociente do volume de fluido que escoar através de uma seção reta do tubo pelo intervalo de tempo correspondente: $Q=V/\Delta t=Av$

3. SELEÇÃO DO TEMA “BARRAGEM ENGENHEIRO VALTER JOSÉ MATIELO” E A ORGANIZAÇÃO DAS ATIVIDADES DIDÁTICO-PEDAGÓGICAS

Este capítulo apresenta alguns aspectos que foram considerados para a elaboração de uma proposta didático-pedagógica, tendo como aporte alguns elementos da Investigação Temática de Freire (1987), para identificar as possíveis contradições sociais vivenciadas pelos estudantes. No decorrer deste capítulo, também, explicita-se dimensões metodológicas: contexto sociocultural, os sujeitos da pesquisa, instrumentos e a ferramenta de análise adotada. Neste momento é importante declarar o objetivo da pesquisa que é **descrever o processo de construção de uma sequência didática na qual nos aproximamos da proposta didática dos Três Momentos Pedagógicos (3 MPs) e identificar as possibilidades de construção de conceitos de hidrostática.**

3.1 OBJETO DE CONHECIMENTO

A partir de um tema, organizar conhecimentos científicos com ênfase na contextualização e direcionamento social, dando relevância a problematizações que permitam a inserção de conhecimentos de Hidrostática e de outras áreas de estudo. A construção desta proposta de pesquisa e intervenção tem como parte a apropriação de documentos oficiais, como planos de saneamento básico e controle de resíduos despejados nas reservas de recursos hídricos, o estudo histórico social e econômico que enfatizam a existência de normas que assegurem aos direitos humanos, a exemplo os recursos hídricos e as implicações ocorridas, decorrentes da construção das barragens e modelos de irrigação e abertura de poços freáticos.

Visitar à Barragem de represamento de água, permitiu a realização de interlocução com conceitos científicos como: Densidade, Pressão, Teorema de Stevin, Vazão de Fluidos e Empuxo sistematizados em consonância à aspectos ambientais, sociais e econômicos.

3.2 CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA

Essa pesquisa é de caráter interventiva. Neste estudo a intervenção no processo de construção de conhecimento, ou seja, como a mediação poderia ser útil na construção de conhecimento de um tema subsidiados por conceitos científicos (DAMIANI *et al.* 2013).

O uso do termo intervenção, é definido por Damiani e colaboradores (2013), como investigações que envolvem o planejamento e a implementação de interferências (mudanças, inovações), destinadas a produzir avanços, melhorias, nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam, e a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências.

O termo intervenção é utilizado na educação, no entanto, esse uso tem sido problemático, fato também apontado por Damiani *et al.* (2013, p.59).

[...] esse termo, relacionado à interferência, pode fazer com que seja, também, associado a autoritarismo, cerceamento, que essa associação talvez seja decorrente de “padrões de valor de uma determinada época, marcada pela falta de liberdade e pela imposição”, possivelmente, referindo-se ao período da ditadura militar brasileira.

[...] Apesar de compreendermos os motivos da reação negativa à palavra intervenção, este trabalho propõe que seu uso seja mantido para designar o tipo de pesquisas aqui discutido, já que o termo é empregado, sem restrições ou polêmicas, em outras áreas do conhecimento, como se pode verificar nas referências acima citadas.

Assim, entende-se que as pesquisas do tipo intervenção pedagógica são aplicadas, e têm como finalidade contribuir para a solução de problemas práticos.

Essas discussões também apresentam implicações no que concernem às organizações curriculares de forma a abordar conceitos de Hidrostática levando em consideração a participação dos envolvidos, de forma que eles realizem uma leitura crítica diante as mudanças do cenário vivenciado como uma construção humana, e como tal, sujeitos a erros com implicações transformadoras além de seus benefícios gerados, como percebe-se no trecho de Solino e Gehlen:

Não há como definir se a seca para um agricultor é um problema científico ou do cotidiano. Isso porque o problema compreende as duas dimensões. O que acontece é que a formulação do problema para o entendimento da seca é distinta numa situação de cotidiano e numa situação científica (SOLINO; GEHLEN, 2014, p.159).

Em outros termos, Gehlen e Solino (2014, p. 156), explicam que é por meio da problematização que o meio social poderá ser analisado de forma crítica, sendo que “a contextualização se dará no momento em que se retorna à realidade, com um novo olhar, com possibilidades de compreensão e ação”. Observa-se que a

problematização na perspectiva freireana está relacionada a uma dimensão mais ampla que envolve não só os muros da escola, não somente os temas de Ciências, mas, principalmente a realidade concreta dos estudantes e professores.

3.3 O CEIER: HISTÓRICO, INSERÇÃO REGIONAL, ABRANGÊNCIA, ÁREA DE ATUAÇÃO E ARTICULAÇÕES COM OUTRAS INSTITUIÇÕES

A partir deste momento indica-se elementos de um estudo bibliográfico e documental sobre a modalidade Educação do Campo e as especificidades do Centro Estadual Integrado de Educação Rural de Boa Esperança (CEIER-BE).



Figura 16 – Vista frente prédio principal do CEIER-BE

Fonte: Horta mandala pedagógica⁴

Soares (2017), sugere que identificar apontamentos acerca dessa modalidade descritas na qual a Educação do Campo, desde os tempos mais remotos, foi vítima de um sistema econômico que considerava desnecessário homens e mulheres da zona rural aprendessem e se desenvolvessem, pois bastava aos camponeses saber trabalhar na terra. Assim, um modelo econômico excludente e que sinaliza que o campo sempre foi visto como lugar de atraso, uma realidade a ser superada e, por esse motivo, as políticas sociais e educacionais não foram vistas como prioritárias para esses povos. Somente a partir da constituição de 1988 que a sociedade passa a discutir os interesses adequados ao campo.

⁴ Disponível em: <http://hortamandalapedagogica.blogspot.com/2013/04/blog-post.htm> . Acesso 09 de Dezembro de 2020.

De fato, somente com a Constituição de 1988 é que a educação se torna um direito público subjetivo, pois deveria atender todos os sujeitos, independentemente de onde vive. No entanto, esse direito está muito longe de ser alcançado, porque a igualdade está apenas na esfera do estado de direito (SOARES, 2017).

Objetivando complementar o ensino de 1º grau no meio rural, em contexto de formação de um novo modelo educacional, a escola agrícola foi criada e denominada Centro Integrado Rural de Boa Esperança (CIR/BE), registrado pela Portaria nº 1744 de 22/04/1982, publicada no Diário Oficial de 23/04/1982 e aprovada pelo Conselho Estadual de Educação por meio da Resolução nº 98/85 e publicada no Diário Oficial de 13/01/1986. O modelo de escola implantado pelo CIR/BE foi considerado um projeto piloto na região noroeste capixaba. Tanto que no ano seguinte, em 1983, outras duas escolas foram criadas no distrito de Águia Branca em São Gabriel da Palha e no distrito de Vila Pavão em Nova Venécia. Anos mais tarde, os referidos distritos foram emancipados e os CIERs passaram a se chamar Centro Integrado de Educação Rural de Águia Branca (CIER/AB) e Centro Integrado de Educação Rural de Vila Pavão (CIER/VP).

Na tentativa de minimizar os problemas do sistema educacional rural da época, bem como suas consequências socioeconômicas na região noroeste, a SEDU se propôs a modificar o sistema de ensino do CIR/BE através da implantação de um novo modelo de escola que já era prevista na LDB 5.692/1971, vigente até 1996.

As nomenclaturas utilizadas pelos CIR/BE, CIER/AB e CIER/VP foram modificadas a partir de 12/06/2002 através da Portaria 055-R, publicada no Diário Oficial de 14/06/2002. A portaria indicava que todas as escolas estaduais no Espírito Santo, passariam a ter em seu nome oficial a palavra “Estadual”. Como os nomes dos Centros eram diferentes, a SEDU optou por igualar os três, alegando que os objetivos e metodologia utilizada eram as mesmas, passando a se chamarem Centro Estadual Integrado de Educação Rural (CEIER) de Águia Branca, Boa Esperança e Vila Pavão.

O CEIER de Boa Esperança até dezembro de 2019, ano de realização desta pesquisa, já que hoje está sendo estruturada num contexto de Escola de tempo integral do governo Estadual ofertava 140 vagas para o Ensino Fundamental do 6º ao 9º ano e 105 vagas para o Ensino Médio Integrado ao Curso Técnico em Meio Ambiente, criado pela Resolução CEE Nº 2.970/2011 e publicada no Diário Oficial de 27/12/2011. A sua organização curricular está estruturada para o tempo integral e é constituída pelas disciplinas da Base Nacional Comum, Base Técnica para o Meio Ambiente e Parte Diversificada para o Ensino Fundamental, com as disciplinas de

Agricultura I (horticultura), Agricultura II (fruticultura), Agricultura III (culturas anuais e perenes), Zootecnia e Economia Doméstica.

A instituição está situada na zona rural do município e possui uma área total de propriedade de 90.800 m², onde 88.829 m² são destinadas às UDEPs e 1.971 m² de área construída na propriedade que incluem 7 salas de aula, laboratório de informática educativa, laboratório de solos, laboratório de ciências, mini auditório, quadra poliesportiva, sala dos professores, sala de atendimento educacional especializado, biblioteca, avicultura, suinocultura, cunicultura, apicultura e outros.

Os criadores da proposta pedagógica do CEIER de Boa Esperança tinham poucas referências institucionais do modelo de escola em tempo integral para o campo, pois na década de 1980, os modelos existentes eram os idealizados pelas EFAs que adotavam a pedagogia da alternância e Escolas Agrotécnicas Federais que mantinham o modelo escola-fazenda. A sua proposta inicialmente não foi elaborada baseada nas tendências pedagógicas predominantes na época, mas pela invenção, baseada nos modelos existentes e pela efetivação de uma proposta que traduzia as necessidades do município. Mas apesar das dificuldades encontradas, a criação desse modelo de escola, sempre teve como objetivo o desenvolvimento da agroecologia e de tecnologias ajustadas à agricultura familiar.

3.4 CONCEPÇÕES QUE EMBASAM A PRÁTICA EDUCATIVA, FILOSOFIA, VALORES PRECONIZADOS E PERFIL DO EGRESSO DA UNIDADE ESCOLAR

Promover uma educação para transformação social, valorizando o trabalho como princípio educativo em todas as dimensões humanas, educar indivíduos capazes de fazer escolhas dentro dos princípios da ética moral, formar cidadãos conscientes da visão agroecológica além de desenvolver a gênese da cooperação humana e profissional (CEIER, 2014).

Também agenciam ações que promovam a busca em preparar o indivíduo que vive em áreas rurais e/ou urbanas a participar ativamente das oportunidades que surgem e que demandam conhecimentos pedagógico-acadêmicos. Para que isso ocorra é necessária uma organização educacional que promova uma formação contínua e abrangente, com profissionais atualizados, flexíveis às constantes mudanças que ocorrem tanto no campo como na cidade. Desta forma as competências exigidas passam pela capacidade de iniciativa, liderança,

comunicação, atualização permanente, considerando as especificidades e diversidades das modalidades/ níveis e etapas de ensino ofertado, apresentando-se o perfil de egressos por nível de ensino.

Os alunos egressos aos anos finais do ensino fundamental, ofertado pelo CEIER, além de demonstrar o domínio das competências específicas da educação básica preconizados pela legislação, devem estar aptos a: desenvolver o pensamento crítico, comunicar-se adequadamente, utilizando a linguagem falada e a escrita; mostrar-se dinâmico e interessado, posicionando-se frente às questões sociais.

O egresso do Ensino Médio e da Educação Profissional Técnica de Nível Médio, ofertado pelo CEIER, além de demonstrar o domínio das competências específicas da educação básica preconizados pela legislação vigente também devem apresentar as competências relacionadas a educação profissional.

Sua atuação dar-se-á nos mais variados campos de trabalho: empresas, autônomos, secretarias municipal e Estadual, órgãos governamentais e não governamentais ligados à área profissional.

3.5 DIRETRIZES PEDAGÓGICAS

Entendemos que nenhuma tendência é totalmente pura e que a gênese escolar é tradicional e o Centro teve sua criação em um momento em que a legislação educacional preconizava uma escola com tendências tecnicistas. No entanto o conhecimento não é imutável e a instituição escolar amadureceu e buscou um fazer pedagógico contextualizado e crítico.

Contudo, o CEIER considera que a ação educativa ocorre nos contextos político, econômico, social e cultural, ou seja, toda atividade educacional é construída a partir de uma visão de mundo e sociedade. A busca pela formação de um sujeito que consiga compreender e refletir sobre seu lugar no mundo é um constante desafio, bem como o exercício das relações que mediam a aprendizagem devem propiciar um espaço democrático, igualitário e que incentive a criticidade conforme preconiza a abordagem pedagógica progressista Crítico Social dos Conteúdos que também está conectada a tendência Libertadora. Essa tendência apresenta grande influência na prática do Centro e traz os Temas Geradores como veículo para a problematização e aprofundamento dos conteúdos a partir da realidade do estudante.

Ainda respeitando os preceitos pedagógicos da Secretaria Estadual de Educação o CEIER obedece às diretrizes emanadas pela Secretaria de Estado da Educação/ Superintendência Regional de Educação.

3.6 ORGANIZAÇÃO DO PLANO DE DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL

No Projeto Político Pedagógico do CEIER de Boa Esperança a concepção de currículo expressa uma identidade comprometida com uma formação integral, sendo explicitada a concepção de currículo:

O currículo, enquanto instrumentação da cidadania democrática deve contemplar conteúdos e estratégias de aprendizagem que capacitem o ser humano para a realização de atividades nos três domínios da ação humana: a vida em sociedade, a atividade produtiva e a experiência subjetiva, visando à integração de homens e mulheres no tríplice universo das *relações políticas, do trabalho* e da *simbolização subjetiva*. Mesmo que o aluno não siga a profissão de Técnico em meio ambiente, ele ainda é inserido num horizonte de conhecimento mais explanado evidenciando assim uma visão crítica resultante de uma formação unilateral (CEIER, 2014).

A instituição escolar que articula como já dito, a ciência, a cultura e o trabalho. No Projeto Político Pedagógico do CEIER-BE a concepção de currículo expressa uma identidade comprometida com uma formação integral do sujeito.

3.7 TEMA GERADOR, E A ORGANIZAÇÃO DOS TRIMESTRES

O Planejamento do Tema Gerador no Ensino Médio Integrado Educação do Campo inicialmente, importa dizer que “tema” se refere à proposição que será demonstrada, um assunto, um motivo a ser explorado ou investigado. Gerador é aquilo que cria que dá existência, que faz aparecer, que desencadeia um processo.

Os temas geradores e os temas transversais, bem como as demais atividades são planejadas de forma interdisciplinar e os alunos são envolvidos nas seguintes atividades: visitas de estudo, oficinas, palestras, coreografias, atividades recreativas, teatros, poesias, pesquisas bibliográficas, maquetes, entrevistas, relatórios, produção de textos, entre outras.

Ao final de cada trimestre realiza-se uma apresentação baseada nas atividades desenvolvidas. Além disso, todas as atividades servem de subsídio para avaliação e autoavaliação. Vale ressaltar que essa perspectiva pedagógica da escola se articula ao referencial deste estudo, já que propor-se um tema que seja baseado em contradições sociais da vida do aluno, baseada na Investigação Temática de Freire (1987).

3.8 SOBRE O MUNICÍPIO DE BOA ESPERANÇA

O Plano Municipal de Saneamento Básico de Boa Esperança (PMSB⁵, 2018), descreve o município de Boa Esperança com início de uma pequena sesmaria de 72 alqueires de terras, adquiridos do Estado, por Antônio dos Santos Neves com a finalidade de explorar a madeira da região, rica em jacarandá e peroba. De 1919 a 1920 foi instalada a primeira serraria de madeira em Boa Esperança e no ano de 1921, chegou a Boa Esperança, João Antônio do Livramento, vindo da cidade de Palmares, Estado do Sergipe passando a gerenciar a serraria que anos depois fechou devido à desvalorização da madeira (PMSB,2018).

A partir de 1950 começam a chegar na região os imigrantes italianos. No entanto um ano antes da chegada dos imigrantes italianos ao Município de Boa Esperança, foi elevado à categoria de Distrito em 1949, pela Lei Estadual nº 65.265, de 22-10-1949, subordinado ao município de São Mateus.

Elevado à categoria de município com a denominação de Boa Esperança, pela Lei Estadual no 1.912, de 28 de dezembro de 1963, que foi publicada no Diário Oficial em 04 de janeiro de 1964. Desmembrando de São Mateus e instalado em 03-05-1964. Em divisão territorial datada de 01/06/1995, o município é constituído de 3 distritos: Boa Esperança, Santo Antônio do Pousalegre e São José do Sobradinho. Assim permanecendo em 2017. A Figura 19 apresenta fotos históricas do município de Boa Esperança, disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), (PMSB, p.35, 2018).



Figura 17-a) Vista Panorâmica e b) Praça Angelina Espanhol Covre.

Fonte: PMSB,2018.

⁵Plano Municipal de diagnóstico técnico participativo. Disponível em: <https://sedurb.es.gov.br/planos-de-saneamento> . Acesso em 28 de novembro de 2020.

O documento de Diagnóstico técnico participativo de saneamento básico de Boa Esperança também descreve que atualmente, além da Sede, o município de Boa Esperança é composto pelos distritos de Santo Antônio do Pousalegre e São José do Sobradinho.

Em Relação aos aspectos climatológicos⁶ o PMSB (2018), define o clima da região, como tropical de savana com chuvas no verão por temperaturas médias constantemente altas (>18°C), permitindo, no entanto, a distinção entre uma estação mais amena e uma mais quente. Alta precipitação anual (750mm a 1800mm), com estação seca no inverno quando as chuvas chegam a menos de 60mm mensais, conforme pode ser observado a seguir.

| ZONAS | | Temperatura | | Relevo | Água | | | | | | | | | | | | |
|----------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Média min. Mês mais frio °C | Média max. Mês mais quente °C | Declividade | Meses secos | Meses secos, chuvosos/secos e secos | | | | | | | | | | | |
| | | J | F | | | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | |
| Zona 6 → | Terras quentes, acidentadas e secas | 11,8-18 | 30,7-34 | >8% | 6 | P | P | P | P | P | P | P | S | S | P | S | S |
| | | | | | 6,5 | S | P | P | P | S | S | P | S | S | P | S | S |
| Zona 9 → | Terras quentes, planas e secas | 11,8-18 | 30,7-34 | <8% | 6 | P | P | P | P | P | P | P | S | S | P | S | S |
| | | | | | 6,5 | S | P | P | P | S | S | P | S | S | P | S | S |

Figura 18 - Características das zonas climáticas do município.

Fonte: PMSB,2018.

No mesmo documento identifica-se os aspectos fisionômicos do município inserido no Bioma Mata Atlântica, com vegetação floresta ombrófila, floresta estacional semidecidual, formações pioneiras (brejos, restingas, mangues) e refúgio vegetal da Serra (PMSB,2018).

Em relação ao manancial os dados do Diagnóstico Técnico Participativo de Boa Esperança, afirma que o abastecimento é:

[...] o município de Boa Esperança é o Córrego Perlete (Sub bacia do Baixo São Mateus), por meio do sistema Isolado, cuja vazão de referência (Q95%) é de 28 l/s. Com relação à vazão, as informações apontam que através do tipo de captação superficial no manancial Córrego Perlete (28 l/s), atende à demanda prevista para o ano de 2015 (25 l/s), sendo o sistema considerado satisfatório no município. O manancial Córrego Perlete que abastece o município de Boa Esperança encontra-se enquadrado como Classe 2. (PMSB,2018, p.51).

⁶Plano Municipal de diagnóstico técnico participativo. Disponível em: <https://sedurb.es.gov.br/planos-de-saneamento> . Acesso em 28 de novembro de 2020.

Em relação a classe de enquadramento das águas, veremos mais adiante quando caracterizarmos o município de Pinheiros, porém acima o apontamento para a demanda do Córrego Perlete atingi seu ponto crítico em 2015, sendo assim a construção da Barragem surge como uma forma de suprir essa demanda, que no caso seria o recurso hídrico para a sustentabilidade do município.

A principal causa da degradação da Bacia Hidrográfica do São Mateus que é responsável pelo abastecimento de água do município até o momento que a Barragem de Represamento estiver na condição de suprir a necessidade provocada pelo desmatamento como destaca o Diagnóstico Técnico Participativo de Boa Esperança de 2018:

O desmatamento indiscriminado, tanto nas cabeceiras e como na região dos tabuleiros costeiros. Verifica-se, também problemas de eutrofização de represas e lagos e poluição por pesticidas organo-sintéticos usados nas lavouras intensivas. Além disso, verifica-se a construção de estradas mal projetadas e não conservadas; o uso indevido do fogo; e a ausência quase absoluta de práticas conservacionistas na implantação e manutenção das áreas de cultivo. (PMSB, 2018, p.58).

A Caracterização socioeconômica também pode ser encontrada no plano Municipal de Saneamento Básico de Boa Esperança de 2018, ele aponta que o Censo 2010 estima que 72% da população do município encontra-se estabelecida nas áreas urbanas e os 28% restante nas áreas rurais. A densidade demográfica em Boa Esperança no ano de 2010 foi de 33,14 hab./km². Verifica-se que a população urbana apresenta maior percentual em relação à população rural (PMSB,2018).

Tabela 3 - Taxa média de crescimento anual (%) da população de Boa Esperança, no período de 1980 a 2016.

| Município | 1980/1991 | 1991/2000 | 2000/2010 | 2010/2016 |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Boa Esperança | 1,12 | 0,95 | 0,38 | 0,92 |

Fonte :adaptado de PMSB,2018.

3.8.1 EDUCAÇÃO NO MUNICÍPIO DE BOA ESPERANÇA

Quanto à educação no município de Boa Esperança, o documento do plano municipal de saneamento básico sinaliza para o crescimento do indicador expectativa de anos de estudo, ou seja, do número de anos de estudo que uma criança que inicia a vida escolar no ano de referência deverá completar ao atingir a idade de 18 anos, entre 1991 e 2010.

O documento também sinaliza que o sistema educacional presente no município de Boa Esperança é em sua maioria número de estudantes matriculados, no universo do total de escolas presentes no município, é de 3.683.

Além dessas características os serviços de saneamento básico são de responsabilidade dos municípios, conforme previsto na Constituição do Brasil e na Lei Orgânica do município. Todavia, os serviços de água e esgoto ainda são realizados por companhias de água e saneamento nos estados (PMBE,2018).



Figura 19- Registro das instalações de tratamento de água da Estação de Tratamento de água (ETA) Boa Esperança.

Fonte :PMSB de Boa Esperança

A população considerada pela Cesan para estimar a cobertura dos serviços é aquela que contribui para o faturamento da companhia, que pode envolver as localidades abastecidas pelo Pro-Rural (PMBE,2018). Para o abastecimento de água potável em Boa Esperança, o sistema público operado pela Cesan é composto por unidades de captação, adução, estação de tratamento de água, estação elevatória, preservação e distribuição. Nas demais localidades o abastecimento é garantido pelos moradores por meio de poços individuais ou coletivos.

Em relação a Captação e adução da água bruta, o diagnóstico participativo de Boa Esperança, ressalta que o manancial explorado para o abastecimento é o Córrego Perlete, onde capta-se aproximadamente 29,0 até 36,0 l/s. A captação para a Estação de Tratamento é por bombeamento, com 02 conjuntos moto bombas de 75 cv. Foi implantada uma alternativa de captação emergencial, a partir do Rio Itauninhas, que se encontra a, aproximadamente, 200 m do ponto de captação atual, no Córrego Perlete. Esse rio também é responsável por abastecer a cidade de Pinheiros. Para atender a demanda, foi instalado um novo sistema de captação no Rio do Norte, mais precisamente abaixo da ponte do Patrimônio do Bis como mostra a figura 20:



Figura 20 - Captação Rio do Norte (obras).

Fonte: PMSB, 2018.

De acordo com informações disponibilizadas, o volume de água tratada provinda do manancial superficial é de 32 l/s, sendo que a média de funcionamento do conjunto motobomba que alimenta o sistema é de 9 horas. No Plano de Saneamento de 2018, também é possível identificar evidências de deslocamentos de sedimentos provenientes de parte da geomorfologia municipal, onde ocorre diversos processos naturais.

O deslocamento da água nos vales, parte do ciclo hidrológico, atua como agente geológico, devido a sua capacidade de erosão, transporte e sedimentação,

conformando diferentes estágios fluviais, sedimentos deslocados que ficam interrompidos no leito do rio por construção de barragens, tema que também será elencado nesta pesquisa por se tratar de uma questão de dimensão social e que necessariamente precisa ser destacado nesta pesquisa, para fins de reflexão nas alterações ocorridas, mas desconhecidas por influência humana. Na figura 21 é possível identificar a geolocalização da barragem e o município de Boa Esperança, a partir de imagens de satélite da google.

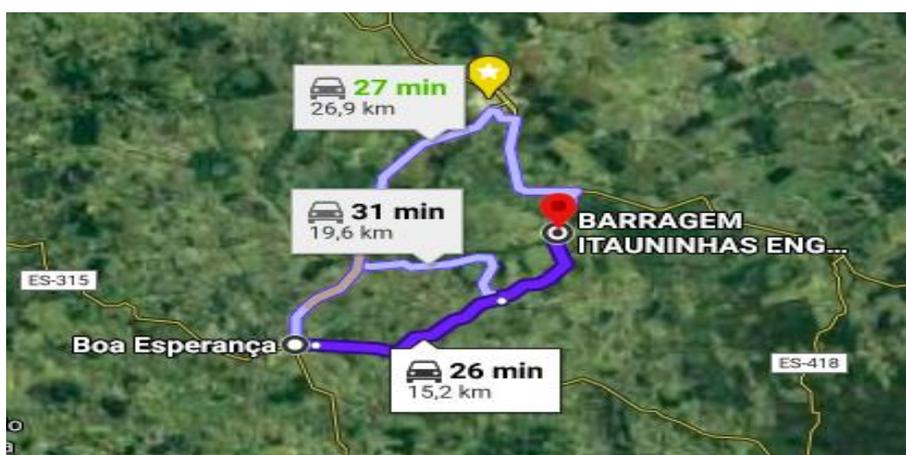


Figura 21 - Possíveis rotas de Boa esperança a Barragem.

Fonte: google maps.

3.9 SOBRE O MUNICÍPIO DE PINHEIROS

A construção da barragem surgiu para beneficiar dois municípios ao menos diretamente, e como a barragem de represamento de água está imersa também nas limitações geográficas emancipada do município de Pinheiros, destaca-se aqui algumas de suas características, visando relacionar a contextualização sociocultural.

O município alterna a gestão da barragem que é feita num consorcio bienal mediado pelo Consórcio Público Vale do Itauninhas, além de implicações existentes ligadas ao uso da barragem e que pode ser alterado com essa modificação realizada no vale do Itauninhas se localiza uma afluente do rio alterada pela barragem. Sendo assim a gestão e manutenção da barragem; 2 anos gestão consorciada pelo município de *Boa Esperança* seguido mesmo período o município de *Pinheiros* de forma alternada, no momento da visita, estava sendo consorciada pelo município de Pinheiros.



Figura 22 - Reforma no gabinete da concessionária, ao lado da barragem.

Fonte: CIMIT⁷.

A partir de agora seguem algumas referências do município de Pinheiros, para maior aprofundamento das informações, características do município do Diagnóstico técnico participativo (PMSB⁸, 2016).

3.9.1 HIDROGRAFIA DE PINHEIROS

O Município compõe a paisagem hidrográfica do rio Itaúnas, destacando-se como rios principais os rios Itauninhas e do Sul e do rio Palmeirinha. A hidrografia do Município também compreende córregos interiores, como, Jundiá, São Domingos, Palmeirinha, Sobrado, Sulzinho, Santo Antônio, Santa Rita, do Oito, Palmeiras, Jundiaizinho.

⁷ Disponível em: <http://cimitauninhas.com.br/historico/>. Acesso em 10 de dezembro de 2020.

⁸ Disponível em : <https://sedurb.es.gov.br/Media/sedurb/PDF/Etapa%206%20-%20Plano%20Municipal%20de%20Saneamento%20B%C3%A1sico%20de%20Pinheiros.pdf>. Acesso em 10 de Dezembro de 2020 .

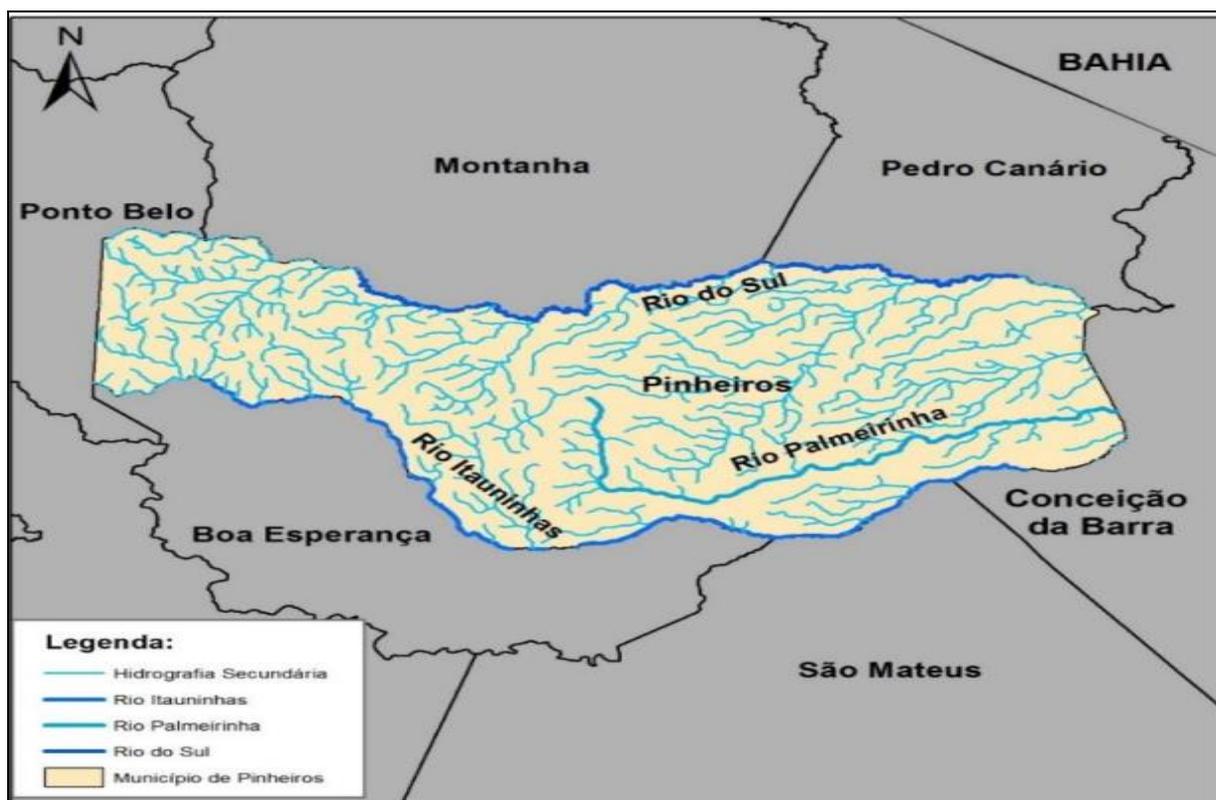


Figura 23 - Hidrografia do Município é mostrada na figura abaixo

Fonte: PMSB,2016.

De acordo com o documento de diagnóstico técnico (PMSB,2016) a região Hidrográfica do Rio Itaúnas possui uma área total de drenagem com valores próximos a 4500 km², sendo de Domínio Federal, de modo a abranger os estados da Bahia, Espírito Santo e Minas Gerais (PINHEIROS, 2016).

3.9.2. OS CORPOS HÍDRICOS

Os corpos hídricos nacionais são categorizados em nove classes, sendo as cinco primeiras classes de água doce (baixa quantidade de sais minerais), as duas seguintes de água salinas (média quantidade de sais minerais) e as duas últimas de águas salobras (alta quantidade de sais minerais). A Região Hidrográfica do rio Itaúnas possui uma área total de drenagem aproximadamente de 4.480 Km², sendo de Domínio Federal, de modo a abranger os estados da Bahia, Espírito Santo e Minas Gerais (ANA⁹, 2016).

Os rios principais do município não possuem enquadramento. De acordo com a resolução CONAMA 357 de 2005, enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2. Para mais informações a respeito do enquadramento das águas, temos o documento disponível no site da Agencia Nacional das águas (ANA, 2020).

Em relação aos enquadramentos nas classes dos corpos de águas, entende-se como formas de controle de níveis de qualidade da água de acordo com seus distintos usos desde (indústrias, abastecimentos, irrigação, etc.). Foi se necessário a criação de uma lei para produzir uma melhor gestão de forma a controlar o uso da água. Em 8 de janeiro de 1997 foi criada a Lei Nº 9.433, fundamentada na instituição política desta norma; Da Política Nacional De Recursos Hídricos. O PMSB de Pinheiros destaca que, efluentes são despejos líquidos provenientes de atividades humanas e industriais.

Embora alguns autores tratem também as emissões atmosféricas como efluentes, classificando-as como efluentes gasosos) aqui seguiremos a primeira abordagem classificando-as como efluentes gasosos.

⁹ Podemos obter acesso ao documento em: <http://pnqa.ana.gov.br> . Acesso em 24/07/2020.



Figura 24- Resíduos líquidos produzidos por indústrias são chamados de Efluentes.

Fonte: (PMSB,2016).

Quando são despejados sem tratamento nos corpos d'água, os efluentes provenientes de qualquer fonte poluidora (doméstica, industrial, agropecuária, de agricultura, entre outras) podem causar sérios danos ao meio ambiente como a mortalidade de peixes, proliferação excessiva de algas, desequilíbrio do ecossistema aquático) e à saúde humana (podendo provocar diversas doenças, bem como a contaminação por metais pesados). Para evitar estes problemas, no Brasil, os efluentes só devem ser lançados nos corpos receptores após receberem tratamento adequado e desde que obedeçam aos padrões, condições e exigências estipulados pela Resolução CONAMA Nº 430/2011.

Águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; irrigação de hortaliças e frutíferas; à criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana.

Para tanto vê-se necessário a existência de um órgão com foco na gestão de águas e efluentes para o mercado corporativo e o consumo doméstico, que incluem desde a elaboração de projetos, construção e operação de sistemas de tratamento de águas e efluentes nas unidades, onde são analisados, armazenados e tratados, conforme as leis e exigências ambientais. Para cada classe citada acima existem restrições de uso e lançamento de efluentes, sendo que a classe que mais possui restrições de uso é a Classe Especial, Aquelas destinadas ao abastecimento doméstico prévia ou com simples desinfecção; e à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas, PMSB (2016).

Tabela 4- Ocupação da população de 18 anos ou mais (%).

| Anos | 2000 | 2010 |
|---|-------------|-------------|
| Taxa de atividade- 18 anos ou mais | 61,23 | 70,44 |
| Taxa de desocupação- 18 anos ou mais | 10,23 | 5,99 |
| Grau de formalização dos ocupados – 18 anos ou mais | 38,67 | 46,10 |

Fonte: PMSB ,2016.

O licenciamento ambiental é um instrumento da Política Municipal de Meio Ambiente e pode ser definido, em linhas gerais, como um procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental autoriza, sob determinadas condições, a instalação e operação de empreendimentos e atividades que utilizam recursos naturais e tem significativo potencial de causar impactos (PMSB,2016).

A partir de janeiro de 2019, as atividades de impacto local definidas pelo Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONSEMA¹⁰), passaram a ser licenciadas pela Secretaria Municipal de Agricultura, Meio Ambiente, Obras e Transporte de Pinheiros, juntamente com o Consórcio Público Prod Norte.

Destacamos alguns pontos característicos das cidades de Boa Esperança e Pinheiros, para que, em sintonia, desta forma compreender o processo, de forma a incorporar o máximo de elementos essenciais e de grande relevância social, histórica, culturais e econômicas na construção do conhecimento como propôs Solino (2013).

Freire (2020), aponta para uma elaboração de uma proposta didático-pedagógica, tendo como aporte alguns elementos da Investigação Temática de Freire (2020), para identificar as possíveis contradições sociais vivenciadas pelos sujeitos da pesquisa”. Contudo, observou-se a de caracterizar os municípios inseridos na mudança provocada pelo empreendimento de forma direta no sentido de nos limitar aos municípios onde estão inseridos os sujeitos envolvidos, afinal muitos deles provem da zona rural que por muitas vezes já fazem parte de regiões cuja gestão é de outro município como as fronteiras que possuem proximidades e acesso aos locais. A questão da identidade cultural, de que fazem parte a dimensão individual e a classe dos educandos cujo respeito é absolutamente fundamental na

¹⁰ Disponível em: <https://seama.es.gov.br/cadastro-de-organizacao-de-recursos-hidricos> .Acesso em 10 de dezembro de 2020.

prática educativa progressista, é problema que não pode ser desprezado (FREIRE, 2019).

Além do mais necessita-se de aproximar da forma de compreensão individual do sujeito envolvido, pois certamente cada um tem seu próprio entendimento de realidade afetada em sua imersão familiar.

A experiência histórica, política, cultural e social dos homens e das mulheres jamais pode se dar ausente do conflito entre forças que obstaculizam a busca da assunção de si por parte dos indivíduos e dos grupos e das forças que trabalham em favor daquela função. A Formação docente que se julgue superior a essas “intrigas não faz outra coisa senão trabalhar em favor dos obstáculos (FREIRE, 2020, p.42).

Seguindo nessa direção, podemos abaixo acessar algumas informações acerca das características da Instituição de ensino local onde estão inseridos os sujeitos de pesquisa além do pesquisador e professor de física da educação básica.

4. CAMINHOS METODOLÓGICOS DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

O encaminhamento metodológico da intervenção desenvolvida neste estudo leva em consideração a dinâmica da transformação que ocorre e que torna esse estudo um processo analisado num determinado momento histórico-epistemológico. Isso é evidenciado quando se pensa, numa realidade que está em constante mudança, muitas decorrentes do processo que defini a base econômica da região.

Dentro dessa perspectiva, a pesquisa foi realizada com estudantes do Centro Estadual Integrado de Educação Rural, do município de Boa Esperança, localizado na região noroeste do estado do Espírito Santo. Na primeira etapa, levantamento preliminar ou momento de problematização inicial na realidade dos envolvidos, foi realizada uma visita à barragem de represamento de água para consumo doméstico e para captação de sustento do agronegócio dentre outras atividades, *Engenheiro Valter José Matielo*, entrevistas com o responsável pelo empreendimento, aplicação de questionários e conversas informais com o objetivo extrair falas e evidências conceituais de situações significativas dos estudantes 1ª Série do Ensino Médio Integrado a Educação do Campo, sujeitos envolvidos durante as aulas sequenciadas após a visita à “barragem”.

Como mencionado no parágrafo anterior, a intervenção ocorreu em uma turma de 1ª Série do Ensino Médio Integrado a Educação do Campo (CEIER-BE¹¹), com o objetivo de identificar por meio de diálogos estabelecidos entre professor e alunos, após uma visita à barragem de represamento de água (que corresponde ao momento de problematização inicial da proposta), onde foi possível identificar informações através registradas em áudio, vídeo, juntamente uma outra docente envolvida na organização dos estudantes e para auxiliar na segurança aos alunos, exigência também para o deslocamento dos mesmos seguindo as recomendações da gestão pedagógica do CEIER-BE, dos responsáveis pela gestão da barragem, fornecendo dados que também contribuiriam para a análise da pesquisa, além de anotações que possibilitaram a construção de conhecimentos de hidrostática.

Com duas aulas semanais de Física, a turma era constituída por 28 estudantes, sendo 13 meninas e 15 meninos. Com idades que variam entre 15 e 17 anos.

¹¹ Disponível em: <https://www.escol.as/170151-ceier-de-boa-esperanca>. Acesso em 10 de dezembro de 2020.



Figura 25 - Momento de Recepção na Barragem.

Fonte: do autor

Posteriormente, com a apresentação dos conceitos relacionados e atividades propostas, realizou-se a organização do conhecimento, organizada na segunda etapa da dinâmica dos 3 momentos pedagógicos e, por fim, apresentamos alguns argumentos construídos pelos estudantes ao longo dos três momentos pedagógicos.

Na segunda aula, a exposição de pequenos vídeos e imagens relacionadas que tinham como objetivo registrar os conceitos que poderiam ser aprofundados em torno do tema, com intuito de buscar evidências que permitissem a construção de conhecimento na abordagem proposta nesta pesquisa.

Para obter outras informações correspondentes ao Levantamento Preliminar - primeira etapa dos 3 MPs - foi utilizada uma série de documentos. Nesse caso, para obter informações a respeito da realidade local investigada, foram analisados os seguintes documentos: a) Projeto Político Pedagógico da escola; b) Dados estatísticos da cidade, extraídos do PMSB (2016); PMSB (2018) e Estudo da Declaração de Impacto Ambiental da Barragem Rio Itauninhas Pinheiros (2002); c) Manchetes de alguns jornais com informações a respeito da escassez de água nos municípios de Pinheiros e Boa Esperança ; d) Fotografias das características físicas do entorno da Barragem e do Vale do Itaúnas. Além disso, foram buscadas algumas informações no setor de saneamento básico das cidades envolvidas, bem como de conhecimentos compartilhados por especialistas em irrigação.

Para obtenção dos dados relativos ao desenvolvimento das atividades em sala de aula e a visita, foram utilizados os seguintes instrumentos: a) Diário de campo: proposto por Porlán e Martins (1997), com o intuito de registrar os acontecimentos em torno de todas as atividades realizadas na escola. Esses diários são importantes para subsidiar a prática reflexiva do professor enquanto pesquisador;

[...] . O diário também é utilizado para retratar os procedimentos de análise do material empírico, as reflexões dos pesquisadores e as decisões na condução da pesquisa; portanto ele evidencia os acontecimentos em pesquisa do delineamento inicial de cada estudo ao seu término (ARAUJO et al.,2013 p.54).

b) Gravações em áudios: todas as aulas foram gravadas, quanto a este recurso, foi solicitado que os pais ou responsáveis pelos alunos assinassem um termo de autorização com a permissão da divulgação das gravações.



Figura 26 - Barragem Eng. Valter José Matielo.

Fonte: do autor

Os registros em áudio e vídeo, proporcionaram transcrições fiéis das interações discursivas, que permitiram evidenciar, discussões relativas a aproximações com os conceitos de hidrostática e a reflexão quanto ao consumo de água doméstico e para irrigação, além de reflexões acerca da escassez do recurso hídrico em consonância com a compreensão de normas de construção de barragens de represamentos de água para consumo no agronegócio, base de sustentabilidade econômica da região, além das implicações resultantes da construção desses barramentos.

Nesta primeira etapa da Investigação Temática, buscou-se conhecer o contexto e investigar *in loco* algumas problemáticas vivenciadas pelos sujeitos da pesquisa. Esse estudo foi necessário para compreender os problemas locais no primeiro momento, por isso realizou-se um estudo da realidade local e do perfil dos alunos. Nesse contexto, foram tomados como referência alguns dos aspectos das etapas de ação pedagógica de Estudo da Realidade, organizado no Projeto de Reorientação Curricular via Tema Gerador (SOLINO, 2013).

O que se tornou um referencial para elaboração e implementação de propostas baseadas na Investigação Temática de Freire (2020). Tomando-o como modelo o projeto de reorientação curricular. iniciou-se o Levantamento Preliminar contextualizando a cidade e posteriormente foi feito a análise documental do Projeto Político Pedagógico (PPP), buscando conhecer mais a respeito da escola e do perfil das famílias dos alunos. Em seguida, foi feito um registro fotográfico do entorno da comunidade escolar, buscando identificar situações significativas que permitam ampliar a leitura crítica da realidade pelo aluno.

Principais notícias de manchetes de jornais online da cidade que destacavam situações significativas foram lidas e selecionadas, bem como foram fotografadas algumas imagens que representavam contradições sociais.

É importante ressaltar que o processo da Investigação Temática permite ao pesquisador construir um olhar sobre a realidade. Deste modo, ao iniciar a investigação dos problemas da comunidade, partiu-se de uma hipótese referente ao problema da captação de água do Rio Itauninhas.

Justifica-se que levantar essa hipótese, se torna facilitada, devido ao fato de ser um professor imerso neste contexto. Isto é, residente próximo à comunidade escolar há mais de 20 anos além de ter nascido no município que abriga a comunidade escolar e conhecendo as angústias dos moradores e agricultores e convivendo com os problemas da escassez de água.

Portanto, restava verificar, junto aos documentos oficiais, notícias de jornais, imagens, entre outros, se, de fato, o problema da seca era uma contradição social vivenciada pelos sujeitos da pesquisa ou se havia outros indicativos. Ou seja, necessitava-se da legitimação do tema em torno da comunidade, possibilitando perceber as situações de injustiças.

Conforme já foi mencionado, no contexto desse estudo foi realizada uma adaptação da Investigação Temática de Freire (2020), visto que este educador ao

propor as etapas para obter os Temas Geradores dedicou-se aos espaços de educação não formal de ensino. Desta maneira, entende-se que colocar em prática todos os processos de obtenção do tema no contexto escolar requer um envolvimento e atuação não só dos pesquisadores, mas de toda comunidade imersa no contexto do tema.

Entretanto, esta primeira fase da pesquisa, foi realizada apenas pelo pesquisador. Saliencia-se que outros trabalhos também realizaram essa primeira etapa, como por exemplo, a pesquisa de Bonfim (2018) e Solino (2013), articulando a ATF ao EnCi. Ambos os pesquisadores tiveram como inspiração o processo da Investigação Temática proposto por Freire (2020) sem, contudo, descaracterizarem os fundamentos que norteiam as ideias desse educador, como, por exemplo, o diálogo, a problematização, seleção de temas que representam contradições sociais, entre outros.

4.1 CARACTERÍSTICAS RELEVANTES PARA ESCOLHA DO TEMA NOS MUNICÍPIOS DE BOA ESPERANÇA E PINHEIROS- ES.

De acordo com as informações explicitadas no PMSB (2018), de Boa esperança PMSB (2016) de Pinheiros, o setor de Agronegócio na região tem crescido significativamente nos últimos anos, tornando a região uma das grandes economias no cultivo de mamão e café, principal do interior do Estado. Um dos motivos para este crescimento se deve à sua localização estratégica, ou seja, situa-se próxima a rodovia federal BR-101, e uma constituição de solo e bacia hidrográfica que permitem a inclusão dessa cultura econômica.

Em 2011, segundo o Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN), entre os maiores municípios produtores da fruta estão Pinheiros (35,39% da produção capixaba), Montanha (13,91%), São Mateus (11,61%), Linhares (10,70%) e Sooretama (8,38%). Em seguida, por ordem de produção, estão Jaguaré, Boa Esperança, Pedro Canário, Itaguaçu, Aracruz e Conceição da Barra.

4.2 SOBRE O MONITOR DE SECAS

O Monitor de Secas é um processo de acompanhamento regular e periódico da situação da seca no Nordeste do Brasil e em mais cinco Estados: Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Goiás, Tocantins, além do Distrito Federal. O Monitor da INCAPER realiza o acompanhamento contínuo do grau de severidade das secas no Brasil com base em indicadores de seca e nos impactos causados pelo fenômeno em curto e/ou longo prazos, os dados que apontam para os impactos de curto prazo são para déficits de precipitações recentes para até seis meses acima desse período, os impactos são de longo prazo.

Embora, os municípios tenham crescido de forma significativa, já houve longos períodos e ainda grandes problemas vivenciados pela população dos municípios de Boa Esperança e Pinheiros que precisam ser resolvidos. Esta pesquisa, apresenta alguns recortes de manchetes veiculadas em jornais online ou impresso da região noroeste do Espírito Santo, os quais retratam situações problemáticas vivenciadas pela população em períodos descritos abaixo. Dentre os principais problemas os mais encontrados nestas cidades e que podemos identificar em manchetes noticiadas dos jornais em diferentes períodos de 2012 conforme sinalizam a figura 27, que se aplica ao contexto desta pesquisa:



Figura 27 a) estiagem em Boa Esperança, b) seca norte do ES, c) seca em Pinheiros, d) Monte de ossos dos animais que morreram de complicações decorrentes do longo período de estiagem.

Fonte: Reprodução/ A Gazeta e A Tribuna.

As manchetes que refletem situações problemáticas significativas nos municípios¹² de Boa Esperança e Pinheiros, região norte do Espírito Santo.

Destacamos o uso predatório na captação da água por parte dos agricultores por meio de pivôs assim como o consumo doméstico, além de outros setores dependentes do recurso hídrico fornecido pela bacia Hidrográfica do Itaúnas e conflitos por controle da água em diversas manifestações como aberturas de poços artesanais, construções de barragens irregulares, ou até mesmo em simples tarefas pertinentes a sobrevivência os problemas ambientais em torno da captação das águas do Rio Itauninhas.

Uma pesquisa realizada em 2016 e 2018 respectivamente nos municípios de Pinheiros e Boa Esperança sobre a elaboração dos planos de Saneamento Básico e Gestão Integrada de resíduos sólidos, apresenta alguns problemas destes

¹² Disponível em: <http://www.ijsn.es.gov.br/bibliotecaonline/Record/317219> .Acesso em 10 de dezembro de 2020.

municípios que impactam as condições naturais do meio ambiente, e conseqüentemente, a qualidade de vida da população, tais como: número elevado de ocupações em áreas inadequadas e em situações de risco; falta ou restrição de abastecimento de água e esgotamento sanitário em algumas localidades; problemas relacionados à coleta de lixo; varrição e drenagem das águas pluviais; precariedade da construção de grande parte das moradias; dentre outros apontados em seus estudos (PMSB, 2013;PMSB, 2018).

Agência Estadual de Recursos Hídricos (Agerh) é o órgão responsável pela fiscalização de segurança de barragens construídas no Espírito Santo. Vale destacar no que concerne à coisa de uso de todos, para o qual a *res commune omnium*¹³ é a que, apesar de ser de uso de todos, como a luz, o ar, o calor do sol, a água dos rios e mares, é insuscetível de ocupação na sua totalidade ou conjunto natural de sua massa. Todavia, pode ser parcialmente captada e aproveitada como energia (ar liquefeito, calor solar como força motriz etc.).

Tendo visto que a captação de recursos naturais que possa invadir tais recursos implicar de forma negativa à propriedade de alguém se torna objeto de furto. A título de exemplo, as águas das cisternas ou as colhidas e depositadas para uso exclusivo de alguém podem ser perfeitamente subtraídas.

Convém lembrar, entretanto, que o desvio ou represamento de águas correntes alheias em proveito próprio ou de outrem configura o delito de usurpação (art. 161, § 1º, I, do Cód. Penal), e não furto. O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Itaúnas (CBH Itaúnas¹⁴) foi instituído por meio do Decreto nº 909-R, de 31 de outubro de 2001, e regulamentado pelo Decreto 3168-R de 10 de dezembro de 2012.

¹³ Consiste em subtrair, para si ou para outrem, coisa alheia móvel. Veja-se: a) *Subtrair* significa tirar, tomar, apoderar-se, apropriar-se de algo; b) *para si ou para outrem*, isto é, o tipo legal exige que o apossamento seja para o agente que praticou o delito ou para terceira pessoa; c) *coisa alheia móvel*, ou seja, o objeto subtraído deve ser suscetível de apreensão e transporte. Disponível em : <https://www.jusbrasil.com.br/artigos/busca?q=Res+communis+omnium+agua>. Acesso em 13/03/2021.

¹⁴ CBH, Comitê de Bacia Hidrográfica do Itaúnas Disponível em: <https://agerh.es.gov.br/cbh-itaunas> . Acesso em 28/11/2020.

O Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens - SNISB constitui-se como um cadastro consolidado de informações sobre barragens, cuja inserção dos dados está sob a responsabilidade de cada entidade ou órgão fiscalizador de segurança de barragens no Brasil Lei. nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.

Proprietários de barragens, barramentos ou reservatórios localizados nas bacias hidrográficas do Espírito Santo devem cadastrar todos os empreendimentos que estejam sob sua responsabilidade, independentemente do porte e da situação em que se encontram (projeto, construção, operação ou desativados).

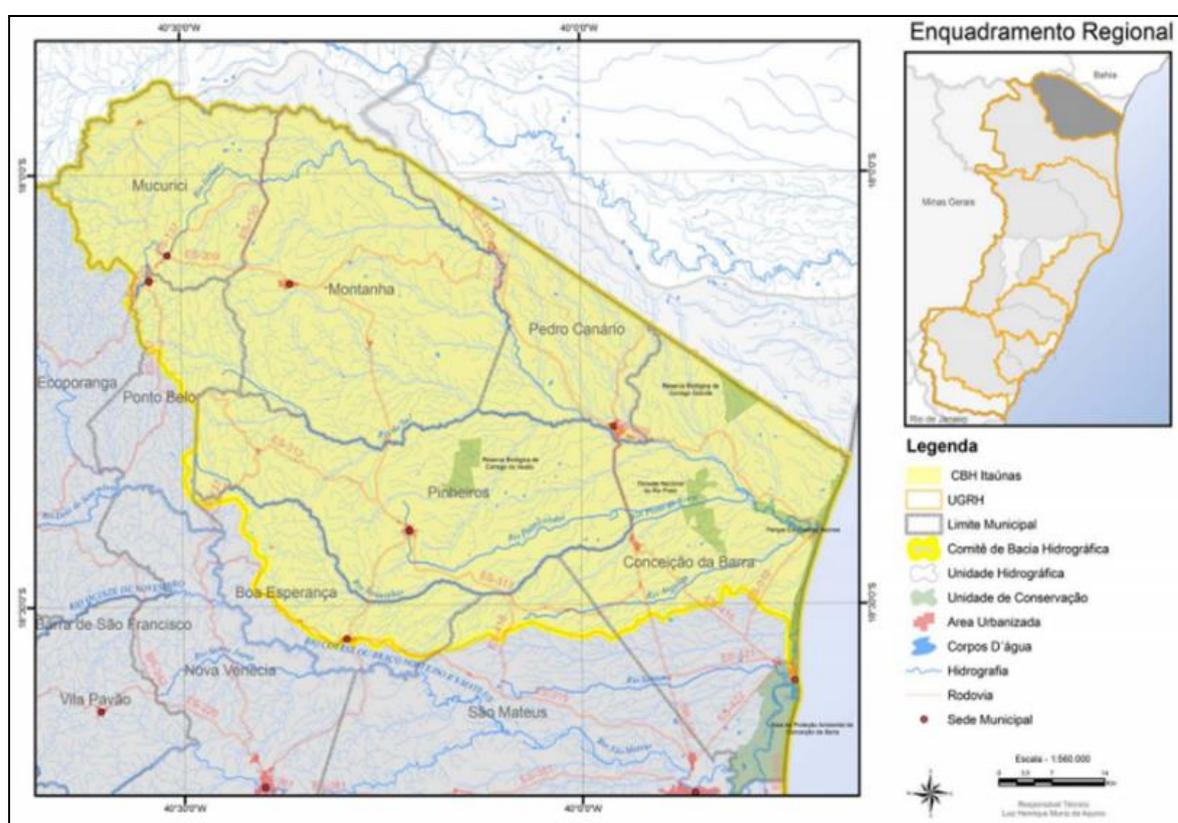


Figura 28 - Região de abrangência do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Itaúnas.

Fonte: AGERH¹⁵.

Dados do site oficial da Agência Estadual de Recursos Hídricos (Agerh) e o Instituto Estadual de Defesa Agropecuária e Florestal (Idaf) finalizaram, em fevereiro de 2020, uma fiscalização conjunta nas barragens de acumulação de água localizadas na bacia hidrográfica do Rio Itaúnas, extremo norte do Espírito Santo. A força-tarefa durou três dias e passou por 14 barragens nos municípios de Pinheiros e Boa Esperança.

¹⁵ Disponível em: <https://agerh.es.gov.br/Media/agerh/Mapas/CBHs/ITA%C3%9A%20ANAS.pdf>. Acesso 20 de Dezembro de 2020.

O objetivo da ação integrada foi avaliar as condições de segurança das pequenas e médias barragens, localizadas acima da Barragem Engenheiro Valter José Matielo (Itauninhas), que inclusive serviu de visita para início da pesquisa. Segundo o Gestor de Infraestrutura Hídrica da Agerh Gestão, Tiago Lodi, além de vistoriar a estrutura de concreto que armazena mais de 10 bilhões de litros d'água, a equipe passou por barragens de terra que acumulam volumes menores, mas, em caso de chuva forte, podem contribuir para a elevação do nível da barragem de Itauninhas.

Em todos os empreendimentos visitados, os responsáveis ou operadores foram orientados a manter o vertedouro (canal para passagem de água) desobstruído e o talude (estrutura de terra ou concreto que contém a água armazenada) sem vegetação de grande porte. A Agerh também recomendou a inscrição das barragens no Cadastro Estadual de Segurança de Barragens.



Figura 29 - Barragem Eng. Valter José Matielo.

Fonte: CIMIT.

Essas fontes a exemplo da Agerh, revelam informações importantes sobre as condições de abastecimento de água na cidade, os tipos de água consumida pela população e o desperdício de água, além de uma possível falta de consciência em relação a dimensão social das implicações do uso de recursos hídricos disponíveis.

É importante destacar que esses dados ajudaram a compreender as situações problemáticas da região, a equipe técnica da AGERH solicitou, ainda, a redução do nível da barragem de Itauninhas. Em dias que antecedem frente frias ou

alta precipitação, a recomendação é baixar os níveis de água das barragens em pelo menos meio metro, para que elas tenham capacidade de absorver a água da chuva.

As precauções valem para todo o verão e períodos úmidos. “Essas medidas, aliadas à construção e manutenção corretas, reforçam a segurança das barragens e evitam riscos de rompimento”, explica o gerente de Gestão de Infraestrutura Hídrica da Agerh, Tiago Lodi em entrevista a Assessoria de Comunicação da Agerh¹⁶.

Entendemos que a situação de construção das barragens de forma irregular, também se configura como uma situação de problema vivenciado pela população da região, além da utilização de pivôs de forma desordenada. A abertura de pivôs e outras práticas que podem se configurar como uso predatório das águas do Rio Itauninhas, um dos rios que compõem a bacia hidrográfica do Itaúnas, visto que além desse existem outros a exemplo dos rios do sul, rio Palmeirinha, rio do Norte dentre outros.

Abaixo podemos identificar informações para compor o conhecimento acerca das localizações de pivôs e suas geolocalização, extraídas da base de imagens do satélite 2013 do satélite Landsat 8, sensor OLI (resolução espacial de 15 metros). Foram obtidas preferencialmente imagens do período seco de cada região do país. Diferentes composições e modelos digitais de elevação foram utilizados para realce.

Através dos dados estatísticos municipais e imagens auxiliares disponibiliza, como mostra a figura 30 é possível observar um número expressivo de “Pivôs Centrais”, disponibilizados com as suas respectivas geolocalização que podem ser conferidas através de códigos disponíveis em ANA & Embrapa¹⁷/CNPMS¹⁸. Geolocalização dos pivôs³ centrais registrados das na plataforma Google Earth auxiliaram o mapeamento e sua validação. Estudos realizados por meio de parceria entre a Agência Nacional de Águas (ANA) e o Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), apontam a indicadores do mau uso dos pivôs centrais, responsáveis por grandes irrigações de lavouras de café, mamão e outros citros, indicam que até 2013, foram identificados cerca de 18 mil pivôs centrais ocupando uma área total de 1,18 milhão de hectares. Os estados de Minas Gerais, Goiás, Bahia e São Paulo concentram cerca de 80% da área ocupada por pivôs centrais no país.

¹⁶ Disponível em: <https://agerh.es.gov.br/Not%C3%ADcia/fiscalizacao-conjunta-entre-agerh-e-idaf-vistoria-14-barragens-no-norte-do-espírito-santo> . Acesso em 17 de dezembro de 2020.

¹⁷ Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/132264/influencia-da-altura-do-emissor-na-uniformidade-de-distribuicao-da-agua-de-um-sistema-pivo-central> . Acesso 20 de dezembro de 2020.

¹⁸ Disponível em: <https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo> . Acesso em 10 de dezembro de 2020.

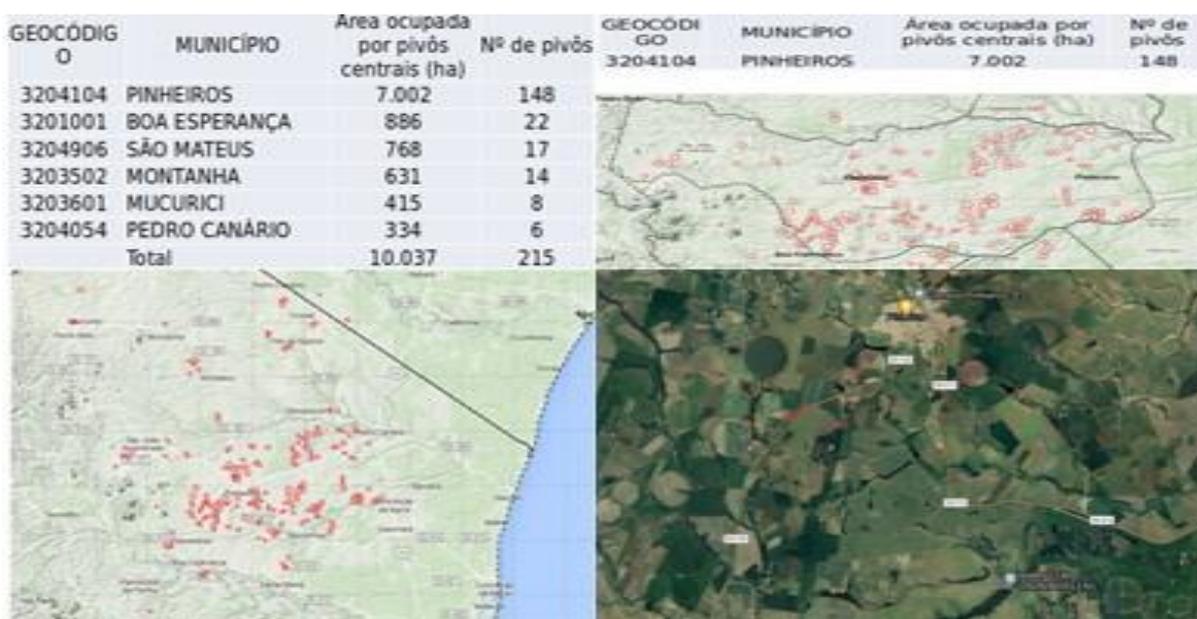


Figura 30 - Os círculos identificam a localização dos pivôs centrais em Pinheiros, Boa Esperança e arredores.

Fonte : Agerh e Google maps

Os estudos apontados pelos PMSB dos municípios gestores da maior barragem construída no Vale Itaúnas de 2016 e 2018, sobre análise das variações espaço temporais da química das águas superficiais e as implicações na sustentabilidade do Rio Itauninhas, apontam que a influência do homem por meio das atividades agropecuárias, captação de água para consumo de forma predatória e para sustentabilidade do Agronegócio, são os possíveis responsáveis pelos altos períodos de seca, devido, principalmente, à ausência de conscientização quanto ao manejo da aplicação de irrigações, abertura de poços, queimadas, reflorestamento ciliares e em morros. A comunidade escolar situa-se próxima à barragem de visita como pode ser visualizado na figura 31, subtraída de imagens de satélite;

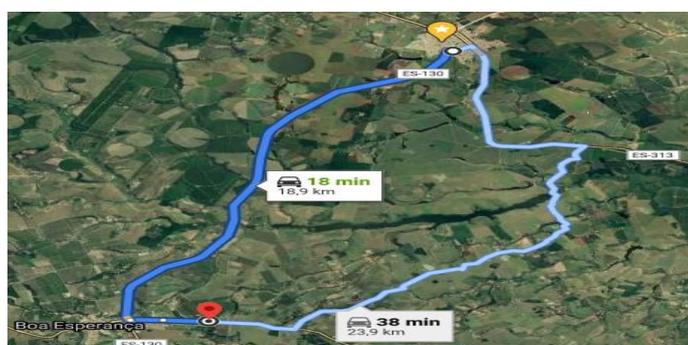


Figura 31 - CEIER-BE em relação aos trajetos dos municípios de Pinheiros, Boa Esperança e a barragem visitada.

Fonte: google maps

4.3 O TEMA: CONFIRMANDO HIPÓTESES E A REDUÇÃO TEMÁTICA

No momento do Levantamento Preliminar, foi possível identificar por meio da análise, assim como Solino (2013), as situações significativas próximas que representavam uma contradição social vivenciada pelos sujeitos da pesquisa, tais como: a existência de possíveis barragens irregulares, pivôs inadequados de irrigação situados na bacia hidrográfica do Itaúnas, a crescente perfuração de poços artesianos, tudo isso em sintonia com os períodos de estiagem ou chuvosos. Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), essas situações se configuram como problemáticas que estão constantemente presentes na realidade dos alunos e que precisam ser compreendidas por eles para que possam transformá-las. Desta forma, é preciso que essas situações se façam presentes durante a elaboração dos programas curriculares da escola, como propôs Solino (2013) logo isso representa uma situação-limite (FREIRE, 1987).



Figura 32- Imagem de satélite, entorno da barragem Eng. Valter José Matiolo.

Fonte: google maps.

Na figura 32 é possível relacionar os círculos produzidos pelos pivôs central, o Rio Itauninhas dentre algumas represas, além de áreas com pouca vegetação nas proximidades do Rio Itauninhas em destaque em um vale ao centro esquerda imagem.

5. ELABORAÇÃO DAS ATIVIDADES DIDÁTICO-PEDAGÓGICAS

Este tópico apresenta a construção das atividades didático-pedagógicas baseadas em um tema como possibilidade de construção de conceitos de Hidrostática na primeira série do Ensino Médio, organizadas de acordo propõe Delizoicov e Angotti (1990):

Mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, a problematização inicial visa à ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, mas que não conseguem interpretar completa ou corretamente porque, provavelmente não dispõem de conhecimentos científicos suficientes. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990, p. 29).

As tabelas 5 e 6 propõem uma estrutura que se aproxima da organização proposta na perspectiva de Delizoicov e Angotti, (1990).

Quadro 1- Conceitos subordinados ao tema.

| | |
|--|--|
| Tema: O problema da água e a função social da Barragem “Engenheiro Valter José Matielo” | |
| Aspectos históricos, econômicos e culturais sobre a bacia hidrográfica do rio Itaúnas. | Biologia Flora Fauna |
| Física Densidade, Massa específica, Pressão, Vazão, Empuxo e a Teorema de Stevin. | Aspectos ambientais Recursos Hídricos Reflorestamento |

Fonte: do autor

A partir dos pressupostos da dinâmica dos três momentos pedagógicos (3MPs), o quadro 2, estrutura os conteúdos de acordo com o que é proposto pelos autores.

Assim entendemos que explicitar, pode propiciar reflexões sobre o ato de problematizar o conteúdo.

Quadro 2- Organização do conteúdo programático segundo pressupostos dos Três Momentos Pedagógicos

| | PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL | ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO | APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO |
|---------|---|--|---|
| 1ª Aula | <p>“Quais as necessidades para construção da Barragem Eng. Valter José Matielo?”</p> <p>Visita a barragem; Que odor é esse na água?</p> | <p>Socialização das experiências vivenciadas e sistematização de conceitos que permitam a interpretação para que o professor planeje atividades para construção do conhecimento científico referentes a Densidade e a massa específica dos materiais. Além de questões ambientais e dos processos químicos que envolvem o tratamento adequado e cuidados para não poluir as águas.</p> | <p>Retomada a partir de questionamentos realizados pelos estudantes e professor;</p> <p>Tratamento de águas para abastecimento, deve-se destacar a influência da presença de alguns minerais na etapa de coagulação e floculação.</p> |
| 2ª Aula | <p>É possível uma represa “cheia” interferir no volume de outra?</p> | <p>Conceitos de Vasos comunicantes, Teorema de Stevin, piezômetros e nível do lençol freático.</p> | <p>Retomada na conscientização e leitura crítica em documentos que descrevem o conceito de efluentes, pois ele associa-se a concentrações de resíduos na água. Além de compreendermos as implicações acerca da perfuração de poços suas</p> |

| | | | |
|---------|---|--|--|
| | | | implicações diante o lençol freático. |
| 3ª Aula | O que pode ser feito para construir uma barragem de forma a suportar o volume inesperado? | Empuxo, vazão e equação da continuidade. | Conscientização acerca do manejo do solo para irrigação; Escoamento em corpos porosos. Conservação das matas ciliares e de morros. |

Fonte: do autor

Ressaltando que a sequência de aulas não pôde ser concluída, por ter iniciada no terceiro trimestre, logo o segundo e terceiro momentos são sugestões para continuidade, seguindo a dinâmica dos 3 MPs como proposto nesta pesquisa.

5.1 AULA 1 – DIA DA VISITA

5.1.1 Problematização Inicial

A visita a barragem foi uma experiência que durou aproximadamente 90 minutos, entretanto foi de grande riqueza problematizadora, desde o momento onde são avistados “*pivôs centrais*”, responsáveis pela irrigação de uma lavoura de café localizada no trajeto à barragem, o aluno “**Pablo**” (Os nomes serão fictícios ,por questão de preservação de identidade) levantou questionamentos em torno do formato do “bico” de saída de água dos pivôs, do tipo; “...*Porque dos “bicos” de gotejamento do pivô serem para cima ou para baixo?*”, questionamento esse onde foi possível analisar a posição ideal da mangueira que estava gotejando para “baixo” ou invés de ser “para cima...” ? .

Na figura 33 podemos localizar os dois pivôs centrais que se encontra na estrada de trajeto a barragem, que permitiram o levantamento das questões ainda dentro do ônibus.

Os grandes círculos demarcados no solo na figura 33b, são os pivôs centrais ao lado da rodovia, que promoveu questionamentos acerca dos tipos de irrigação, ideal para o plantio, questões estas que emergiram quando ainda estávamos no ônibus em movimento.



Figura 33 - a) Interior do ônibus responsável pelo deslocamento da escola até a barragem em b) Os círculos maiores são pivôs centrais localizados na estrada que liga a Rodovia estadual ES-313 à barragem Eng. Valter José Matielo.

Fonte: do autor.

Como podemos identificar, no momento vivenciado pelo aluno **“Pablo”**, na observação do pivô central, já apresenta possibilidades de construção de conceitos que envolvem o manejo correto de pivôs para irrigação, isso permite problematizar situações que podem ser relacionadas aos recursos hídricos, permitindo problematizar a situação e inserir o conceito de *“Pressão”*, *“Vazão”* dentre outros conhecimentos como aspectos ambientais e de hidráulica que permitam a intervenção de modo a abrir diálogo numa dimensão social em torno de aspectos que remetem às questões ambientais.

Segundo as informações em um sitio eletrônico da Universidade de São Paulo¹⁹, 70% da água consumida no mundo é utilizada para fins agrícolas. No campo, a maior parte da água é consumida pela irrigação. Para eles, a irrigação é um mal necessário. “Ela é a grande vilã do consumo de água, mas precisa-se produzir alimentos e não temos escolha”.

A otimização em irrigações demanda de projetos que necessitem de apropriação de conhecimentos científicos, que promovam o bom funcionamento de ferramentas indispensáveis e ainda levar a uma reflexão quanto ao consumo excessivo. Não só por parte dos grandes agricultores, como também por irrigações em pequeno porte como, a exemplo de uma simples horta doméstica. Perceber a importância do manejo do solo, para maior eficiência e compreensão do limite da utilização de certos tipos de instalações de pivôs, e ainda conscientizar sobre o ciclo

¹⁹ Disponível em: <https://www5.usp.br/noticias/meio-ambiente/projetos-da-esalq-buscam-otimizacao-do-uso-da-agua-na-agricultura/>. Acesso em 10 de dezembro de 2020 .

hidrológico²⁰, promovendo assim a consciência de que pode ter controle nos fenômenos que aparentemente são fatalidades sem influência de atividades humanas. Para tal o saber-fazer da autorreflexão crítica e o saber se da sabedoria exercitados, permanentemente, podem nos ajudar a fazer a necessária leitura crítica das verdadeiras causas da degradação humana e da razão de ser do discurso fatalista da globalização (FREIRE ,2019).

Os alunos foram conduzidos ao local de construção da barragem por um ônibus, presenciarmos dois pivôs na estrada de rota da barragem situada aproximadamente 25 km do CEIER/BE (através da rodovia que atravessa cidade de Pinheiros-ES), durante toda a visita houve 2 smartphones gravando tanto áudio quanto vídeos, sendo um meu que foi captando áudio ao ser colocado no bolso, quanto o smartphone de uma professora de Biologia e Artes ,que veio como auxílio aos alunos que também participaram da atividade. Essas múltiplas gravações foram importantes para produção de dados principalmente nos momentos em que os alunos dispersaram em curiosidades, imersos em variadas novidades e reações, além do apoio na segurança dos alunos, já estávamos num local com suas normas de utilização.

Ao analisar um dos diversos áudios, já podemos perceber o quanto é potencialmente importante a descrição das reações vivenciadas pelos alunos diante ao empreendimento, que possibilitasse a construção de conceitos importantes.

Diante a situação de início ao momento já na barragem, apresentada pela aluna “**Cristina**” temos uma possibilidade apresentada para construção de conhecimento, aos 33 segundos no momento de abertura do “dispositivo” responsável pelo controle do volume de água e outros resíduos na represa, dispositivo importante para atender a vazão mínima a ser vertida como propõe a “DECLARAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL” da barragem de 2002 ,que mesmo em épocas de estiagem prolongadas deverão atender esta vazão, devido aos riscos que envolvem segurança como abalos na estrutura , conseqüente do excesso de volume

²⁰Disponível em: https://aguasustentavel.org.br/publicacoes/blog/45-ciclo-da-agua?gclid=CjwKCAiAq8f-BRBtEiwAGr3DgSkBmkKaNI2pPntlmyUZhrtEfL_BuKHC3-yex6ijnjBrU58v36_0yRoCGQAQAvD_BwE . Acesso em 10 de dezembro de 2020.

de água comum aos períodos chuvosos ,além de outros resíduos que possam intensificar na represa um aumento da pressão horizontal na montante.



Figura 34 - Descida a casa de máquina ao lado, fotografia do dispositivo de controle da comporta reguladora do volume represado.

Fonte: o autor.

Delizoicov e Muenchen (2012) afirmam que no momentos inicial da dinâmica dos 3 MPs apresentamos questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciem e que estão envolvidas no tema. “Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, fornecendo situações para a produção de conhecimento, assim o professor poderá ir conhecendo o que eles pensam” (DELIZOICOV; MUENCHEN , 2012, p. 200).Partindo desta perspectiva foi possível perceber o surgimento de uma situação em condição de entusiasmo onde se vê emergir questionamentos pela aluna “**Cristina**” acerca da característica da cor e odor expelido pela água, daí surge uma boa oportunidade de problematização objetivando construção de conhecimento acerca de conceitos que envolvam a concentração de minerais na água e outros resíduos como as matérias orgânicas que ficam sedimentadas no fundo da represa. As matérias orgânicas que ficam sedimentadas no fundo do lago são succionadas pelas bombas até a estação de tratamento. **Que odor é esse na água?** Podemos partir desse problema inicial, para a construção de conhecimento acerca desse fenômeno.

5.1.3 Organização do Conhecimento

Podemos a partir das questões apresentadas, construir atividades para construção do conhecimento científico que abordem a questão da *Densidade* e a *massa específica* dos minerais, já que estes compõem boa parte das preocupações no manejo adequado dos pivôs como iremos falar mais a frente, no sentido dos entupimentos nos bicos implicados de captação de água, além da questão ambiental que envolve o tratamento adequado e cuidados como a não poluição das águas.

Para Halliday e Resnick (2012), a massa específica é uma grandeza escalar; a unidade no SI é o quilograma por metro cúbico (kg/m^3). Se a força perpendicular exercida sobre uma área plana A é uniforme, a pressão é definida através da equação

$$(massa\ específica) \quad \rho = \Delta m / \Delta V = m / V$$

Os resíduos minerais provenientes dos sedimentos entram em contato com a coluna da água e é sugado até a estação. São elementos químicos normais que encontramos na água, mas com uma concentração maior. Temos a presença de dois metais, o ferro e manganês e quando entram em contato com o cloro eles acabam reagindo e dando essa cor mais amarelada para a água”, explica a bióloga da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (Casan)²¹.

Assim podemos “intervir” compartilhando conceitos que remetem a concentração de minerais na água, daí conduzir uma aula que permita a apropriação do conceito de massa específica e densidade, permitindo assim uma compreensão de fenômenos de fluabilidade dos materiais nos fluidos.

²¹ Disponível em: <https://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/saude-publica#0> .Acesso 13/03/2021 .

5.1.4 Aplicação do Conhecimento

Momento muito importante, para os alunos buscarem relações entre os temas abordados, não apenas por meio dos conceitos, mas também de fenômenos que possam ter alguma conexão com as informações apresentadas, Bonfim (2018).

Na parte inferior da figura 35, o mapa indicando em pontos, possivelmente existências de repesamentos irregulares.

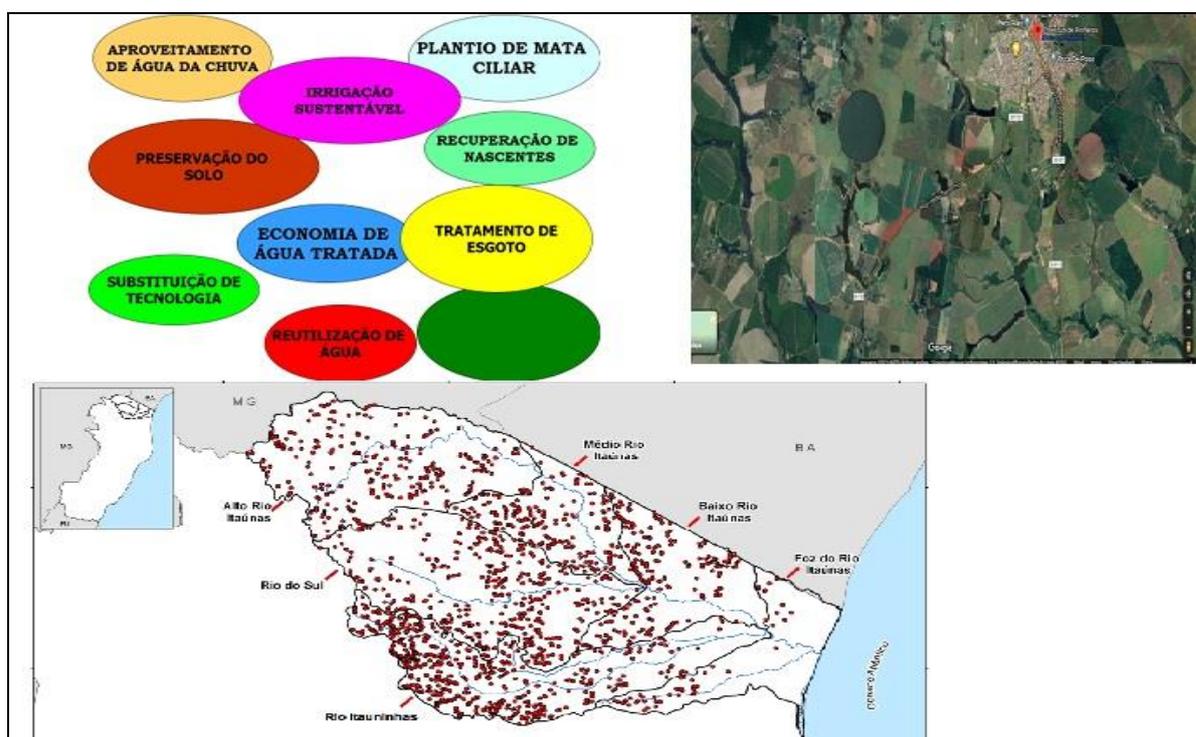


Figura 35 - Parte dos Slides usados nas provocações dos diálogos durante as aulas na contextualização da ATF.

Fonte: do autor

Para Piveli²² (2019), no tratamento de águas para abastecimento, deve-se destacar a influência da presença de ferro na etapa de coagulação e floculação. Em muitas estações de tratamento de água este problema só é resolvido mediante a aplicação de cloro, a chamada pré-cloração. Por meio da oxidação do ferro pelo cloro, os flocos tornam-se maiores e a estação passa a apresentar um funcionamento aceitável.

²²Disponível em: <https://ctec.ufal.br/professor/elca/APOSTILA%20-%20TRATAMENTO%20DE%20ESGOTOS.pdf>. Acesso em 10 de dezembro de 2020.

Os metais pesados constituem contaminantes químicos nas águas, pois em pequenas concentrações trazem efeitos adversos à saúde. Desta forma, podem inviabilizar os sistemas públicos de água, uma vez que as estações de tratamento convencionais não os removem eficientemente e os tratamentos especiais necessários são muito caros. Os metais pesados constituem-se em padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria 36 do Ministério da Saúde (Piveli, 2019 p.4).

Para Bonfim (2018), o professor deve manter uma postura problematizadora, indagando questionamentos que não foram levantados pelos alunos, como informações e problemas que surgiram durante a dinâmica dos 3MPs. Sendo assim vimos esse, um bom momento para o professor interferir com questões, que envolvam manejo adequado nos bicos dos pivôs ou da água, inserir alguns conceitos que possam trazer essa circulação de ideias.

Aplicações como entupimentos causados por minerais escoados através de rios, por questões geológicas, logo a manutenção nos aspersores de pivôs de irrigação é periodicamente, para redução em uniformidade de distribuição de água em um pivô central:

A uniformidade de aplicação da água é um dos parâmetros de desempenho da irrigação que muitos especialistas da área consideram importante para avaliar a qualidade de irrigação. O termo uniformidade é aplicado aos parâmetros de desempenho, associados à variabilidade da lâmina de água aplicada na superfície da área desejada (HOHENBERGER, 2016, p.20).



Figura 36 - a) - Posicionamento dos coletores com angulação e b) Aspersor instalado num pivô.

5.2. AULA 2 – EM SALA

5.2.1 Problematização Inicial

A primeira aula após a visita à barragem, planejada com slides compostos por fotografias relacionadas a barragem, recorte de manchetes, reportagens de jornais com temas envolvendo diferentes barragens, e suas implicações. Questionamentos acerca da necessidade de tanto investimento e movimentação em torno do empreendimento, os estudantes, iniciaram discussões sobre as reportagens, e possíveis implicações da construção.

Alguns relembrou acontecimentos, tais como o aluno “**Stenio**” aos 01:26 min, expõe uma situação vivenciada, onde relaciona o volume de água na represa da Barragem visitada, com o volume de um pequeno represamento de água em sua casa, localizada possivelmente na zona rural, contudo, integrante do contexto da comunidade escolar: “... meu pai disse que lá no “ladrão”²⁴ da represa lá de casa continua a extravasar água apesar de ficar dias sem chover... Esse depoimento, possibilitou a construção de conhecimentos como: ...é possível uma represa, cheia interferir no volume de outra?



Figura 37- Algumas Imagens utilizadas em Slides, durante provocações de diálogos em torno das irregularidades de represamentos de água.

Fonte: AGERH.

²⁴ Termo regional usado para denominar o dispositivo responsável pelo controle de enchentes, que excedem o volume de resíduos e água contido na represa, a fim de evitar possíveis desestruturação no barramento.

A figura 38, é uma imagem produzida pelo aluno Stenio, evidenciando a represa que indagou seus questionamentos, que possibilitaram a construção de uma sequência aproximada dos 3MPs.

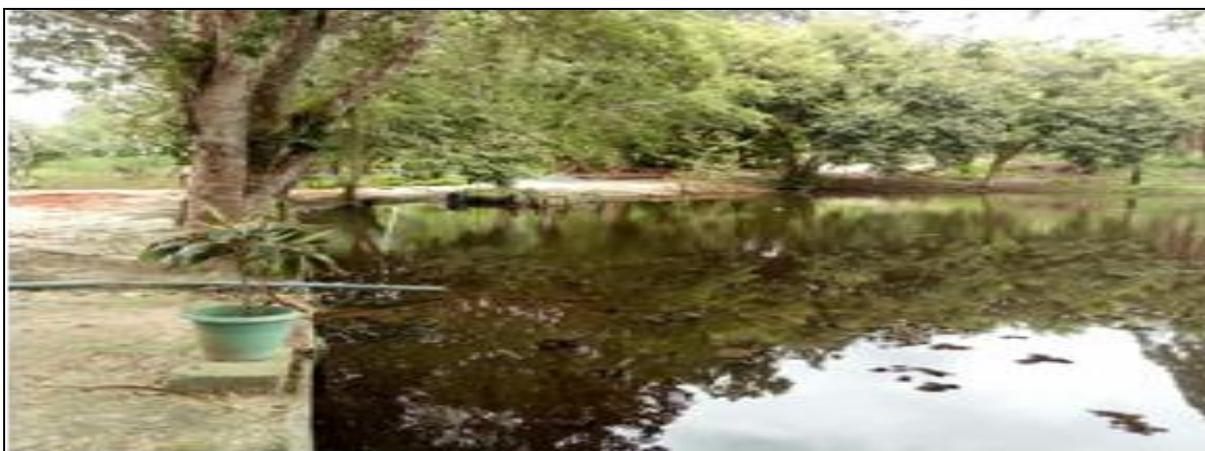


Figura 38 - Represa descrita pelo aluno "Stenio".

Fonte: do autor.

5.2.2 Organização do Conhecimento

Os conceitos devem possibilitar a produção de conhecimentos científicos que favoreçam compreensão diante aos questionamentos. A proposta inicial de atividade, consistiu na observação de duas imagens entregue aos alunos, e apresentadas em slides como apresentadas na figura 39, e exposto um questionamento; quais suas relações?

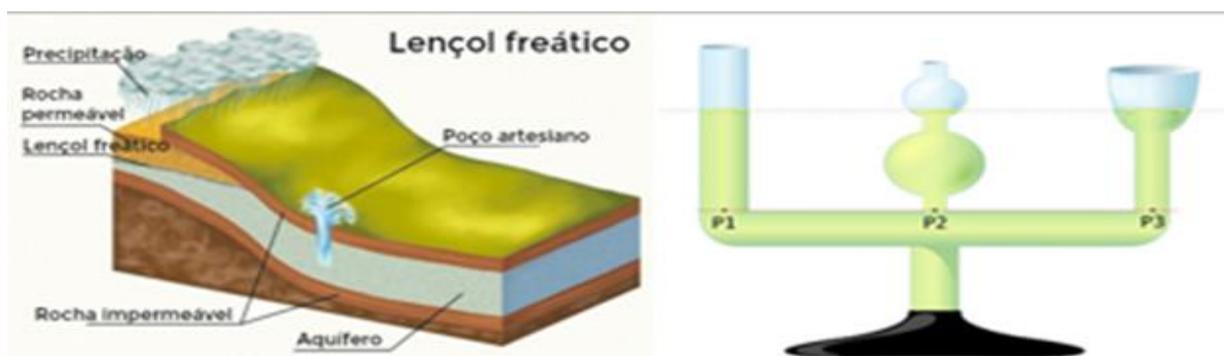


Figura 39 - a) Lençol freático correspondendo à superfície limitada entre camadas de rochas impermeáveis e b) Vasos Comunicantes.

Fonte: Prepara Enem²⁵

²⁵ Disponível em: <https://www.preparaenem.com/geografia/lencol-freatico.htm> . Acesso em 10 de dezembro de 2020

A “carga” de pressão²⁶, possibilita o cálculo da pressão de água do lençol freático no local de instalação do Tubo Piezométrico. O mais simples dos manômetros é o Tubo Piezométrico, ou simplesmente Piezômetro. Aferir a pressão inserindo-se um tubo transparente, geralmente graduado, na canalização ou recipiente cuja pressão se deseja conhecer. O líquido ascenderá no piezômetro até certa altura, função da pressão interna, através da qual se conhece, segundo o Teorema de Stevin, a pressão no recipiente ou canalização.

[...] o mais simples dos manômetros é o TUBO PIEZOMÉTRICO, ou simplesmente PIEZÔMETRO. A medição da pressão é realizada inserindo-se um tubo transparente, geralmente graduado, na canalização ou recipiente cuja pressão se deseja conhecer. O líquido ascenderá no piezômetro até certa altura, função da pressão interna, através da qual se conhece, segundo o princípio de Stevin, a pressão no recipiente ou canalização (HIDRÁULICA GERAL, UFJF²⁷).

Obter dados do nível no lençol freático, informa a profundidade da água em fluxo no lençol, permitindo uma perfuração ou controle do nível no represamento com dimensões que envolvam toda a bacia hidrográfica permitindo o gerenciamento da água a todos beneficiados na bacia e isso pode ser controlado por comportas, assunto evidenciado na aula seguinte. A instalação de piezômetros também é uma das formas de se obter informações sobre a permeabilidade do solo, na figura 40 podemos identificar algumas das etapas de instalação desse dispositivo.



²⁶ Na hidráulica, a perda de carga é um fenômeno que ocorre devido ao atrito entre as partículas da água e a parede da tubulação ou quando há mudança de direção na mesma. Este atrito faz com que a água escoe com mais dificuldade, reduzindo assim a sua energia. Podemos dizer então que o líquido perdeu pressão ou seja perdeu carga.

²⁷Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Disponível em: <https://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2012/09/HGPR%c3%81TICA-N%c2%b0-02.pdf>. Acesso em 10 de dezembro de 2020.

Figura 40 - Canos PVC, incluindo conexões roscáveis e coladas para o monitoramento do lençol d'água são medidores de nível d'água e b) Medidores de Nível d'água. Fonte: Geothra²⁸.

Na figura 41 identificamos o piezômetro da barragem Eng. Valter José Matielo.



Figura 41 - É possível identificar um dos piezômetros (cor amarela), da barragem de visita, no chão registrado na fotografia acima.

Fonte: do autor.

Santos (2019) destaca as principais vantagens do uso do piezômetro: confiabilidade; durabilidade; sensibilidade; possibilidade de verificação do seu desempenho por meio de ensaios de recuperação do nível d'água; estimativa do coeficiente de permeabilidade do solo onde se encontra instalado o instrumento.

Além disso, o piezômetro apresenta vantagens econômicas e facilidade na instalação, o autor também sinaliza algumas desvantagens de tal instrumento, como o alto tempo de resposta para materiais de baixo valor de permeabilidade; interferência na praça de construção; não é adequado para a determinação das poro-pressões no período de construção; não permite a medição de pressões negativas; restrições de localização à montante da linha d'água e maiores dificuldades de acesso aos terminais de leitura em relação a outros tipos de instrumento.

Através do piezômetro²⁹ é possível obter a “carga” de pressão no ponto em que ele foi instalado consequentes da sua variação devido às precipitações e outros agentes naturais.

²⁸Disponível em <https://geothra.com/instrumentacao-geotecnica/> . Acesso em 10 de dezembro de 2020.

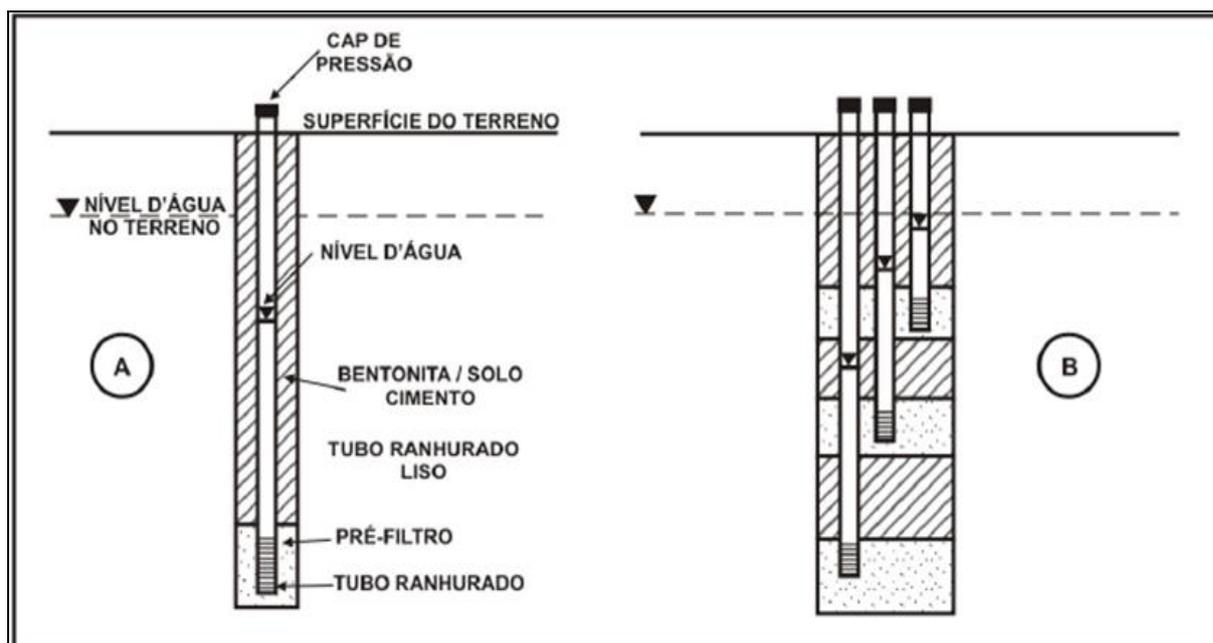


Figura 42 - (a) Piezômetro simples e (b) Piezômetro multinível.

Fonte: Castro (2019).

Antes de aprofundarmos no conhecimento dos piezômetros, foi necessário, intervir com conceitos científicos, por meio de processos mediacionais que incluíam situações como na figura 43, permitiram identificar relações aos diferentes formatos de recipiente e o nível do líquido, apesar do desnível apresentado.

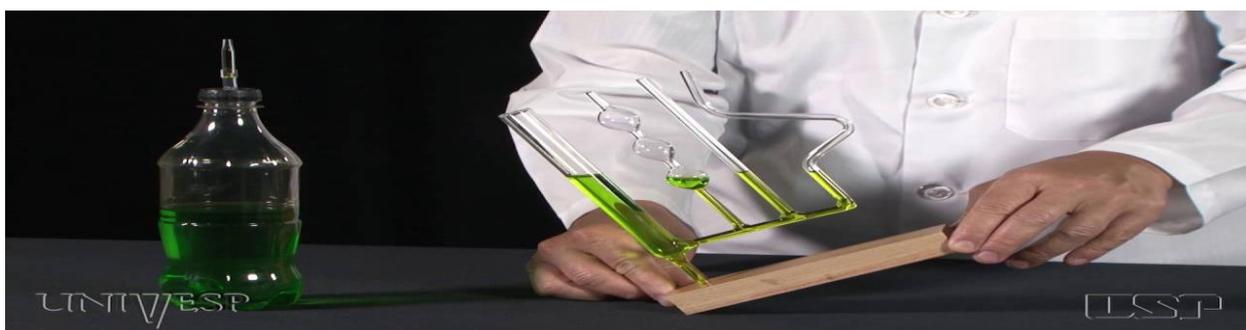


Figura 43 – Podemos visualizar, mesmo em inclinação, a pressão que a água exerce sobre uma superfície, não depende do volume de água, e relacionar a altura do nível da água.

²⁹ Saiba mais sobre os piezômetros em: <https://sites.google.com/site/geotecniafundacaolan/166-piez>. Acesso 01 de janeiro de 2021.

Fonte: Física Universitária³⁰

A partir da figura 43 observamos o mesmo fenômeno, independentemente da forma e da capacidade de reserva do recipiente, sendo a altura do nível da água a mesma, a pressão também será a mesma.

Relacionar os diferentes tipos de pressão existentes, no contexto da hidráulica, apropriando de conceitos de Teorema de Stevin e Vasos Comunicantes para sua compreensão, e acerca do funcionamento dos piezômetros.

Propor situações com aplicação do Teorema de Stevin de forma desafiadora, como nas situações, onde os reservatórios de água estão em níveis invertidos a exemplo ilustrado na figura 44.



Figura 44 – a) Observando que a pressão no ponto A, é menor que a pressão no ponto C, pelo simples fato do ponto A estar mais próximo do nível da água do reservatório a pressão no ponto C é maior, pois os pontos tem um desnível maior em relação ao nível da água do reservatório e b) temos a situação invertida.

Fonte: Luperplas³¹

Ao contrário da pressão estática, a pressão dinâmica é obtida quando a água está em movimento, ou seja, quando ela não está em repouso. Esse tipo de pressão pode ser medida através de um manômetro, que será abordado na próxima aula desse trabalho, assim como surgiu a partir de diálogos registrados que puderam contribuir para essa finalidade.

[...] o método mais adequado para a instalação do piezômetro é o emprego da coluna de tubulação, por se tratar de um instrumento que oferece a medida de carga piezométrica atuante na camada alvo e precisar de uma célula de areia local para equalizar as variações de subida e descida da carga piezométrica. A sequência de instalação de um piezômetro Casagrande é muito parecida com o procedimento de instalação do

³⁰ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=OsMI1LJrmFs> . Acesso em 23 de dezembro de 2020.

³¹ Disponível em: <http://www.luperplas.com.br/forca-pressao-e-perda-de-carga/#:~:text=Para%20medir%20uma%20determinada%20press%C3%A3o,Kpa%20%E2%80%93%20Kilo%20pascal> . Acesso em 12 de dezembro de 2020.

indicador de nível d'água, exposto anteriormente. (CASTRO, 2009, p.40).

Como Castro (2019), entendemos que conceitos de pressão, Teorema de Stevin, Manômetros e Vasos Comunicantes se apresenta como uma oportunidade de apropriação, para a construção de conhecimento, a partir dos conceitos surgidos no questionamento do Aluno “**Stenio**”.



Figura 45 - (a) Encaixe do tubo e (b) Instalação finalizada

Fonte: Santos (2019).

Situação de profundidade dos poços e até mesmo das perfurações para instalações de piezômetros, sua precisão, conceituada em Halliday e Resnick (2012), aponta para pressão com dependência da profundidade.

O lençol freático, segue a formação rochosa³² e isto implica diferentes altitudes, de acesso ao aquífero, logo é mais adequado o piezômetro simples, compreendermos a mediação dos conceitos do Teorema de Stevin e Vasos Comunicantes, estabelecendo as relações nos conceitos propostos ou emergidos através do diálogo.

Se p_1 e p_2 são as pressões da superfície superior e da superfície inferior do volume, podemos determinar a pressão em cada ponto através da equação,

$$p_y = p_{atm} + \rho gh \text{ (pressão na profundidade } h \text{)}$$

³² Disponível em: <http://www.juventudect.fiocruz.br/geociencias> . Acesso em 11 de dezembro de 2020.

5.2.3 Aplicação do Conhecimento

A relação da floresta, o lençol freático e a área de cobertura florestal de Eucalipto podem ser entendidos na investigação de Carvalho *et. al.* (2016) onde surge uma reflexão da relação entre florestas e os corpos hídricos.

O plantio de florestas principalmente com espécies exóticas tem crescido a cada dia a fim de suprir a necessidade do mercado interno e externo no que diz respeito à demanda crescente por produtos florestais. Esses plantios geram polêmica no meio social e principalmente em relação às características hídricas da bacia hidrográfica. Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a precipitação efetiva e o nível do lençol freático na bacia hidrográfica do Riacho Fundo, Felixlândia-MG em área de cobertura florestal de eucalipto, localizada no Cerrado mineiro. A precipitação efetiva foi calculada pela soma da precipitação interna e do escoamento pelo tronco. O monitoramento do nível do lençol freático foi realizado em quatro posições na topossequência, onde foram perfurados quatro poços piezométricos. A precipitação efetiva e monitoramento do lençol freático foram avaliados nos anos de 2008, 2009 e 2010. A profundidade do lençol freático na bacia hidrográfica do Riacho Fundo variou em função da precipitação efetiva e posição topográfica do poço piezométrico, constatando a recarga do lençol freático ao longo dos anos de monitoramento em área de cobertura florestal de eucalipto. (Carvalho *et. al* 2016, p. 965)

A partir destes dados refletimos na importância da cobertura vegetal, na recarga do recurso hídrico no lençol freático.

Como propôs Delizoicov e Angotti (1990) o conhecimento vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, no entanto são explicadas pelo mesmo conhecimento, partindo desta premissa, um estudo que possibilite abordar os problemas, resultantes da perfuração de poços de forma desordenada, considerando que os poços dão acesso ao lençol freático, e como visto anteriormente, é possível que aja implicações, ambientais.

Para qualquer camada que se considere dentro do aquífero freático, a carga hidráulica na mesma será igual à profundidade medida a partir do nível estático (nível freático). Assim, quando um poço é perfurado num aquífero freático, o nível d'água dentro dele atingirá o nível estático do aquífero. O poço que retira a água do lençol freático é dito poço freático (HIDRÁULICA DE POÇOS³³, 2017, p.211).

A figura 46, na representação esquemática da ocorrência do aquífero freático e sua inter-relação com os cursos d'água: num caso, recebendo a alimentação do

³³Disponível

em:

http://www.leb.esalq.usp.br/leb/disciplinas/Fernando/leb1440/Aula%208/Hidraulica%20de%20Pocos_Anteor%20R%20Barbosa%20Jr.pdf . Acesso 27 de dezembro de 2020.

curso d'água (típico de região árida cortada por rio perene) e, em outro, alimentando as nascentes do curso d'água (comum em regiões montanhosas).

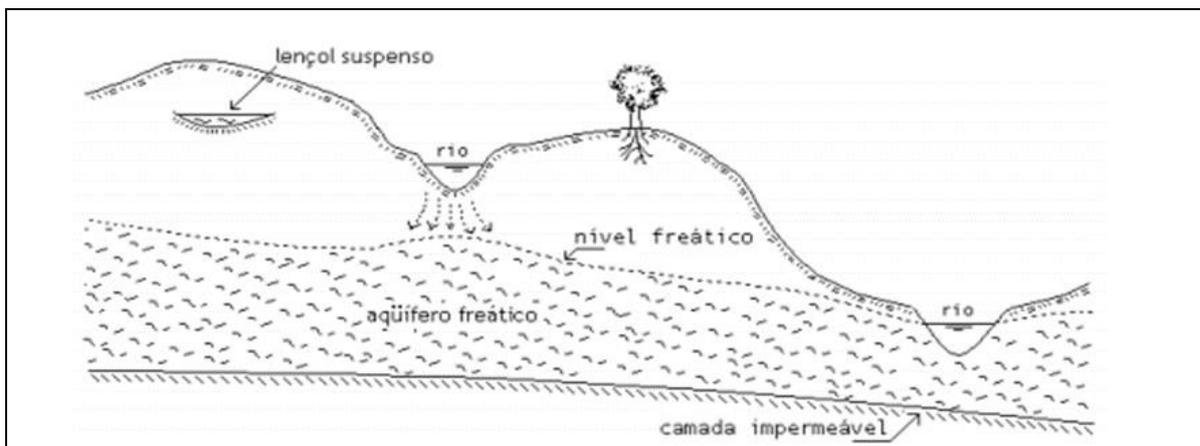


Figura 46- Esquema do lençol freático e suas comunicações com rios além do lençol suspenso

Fonte: Hidráulica Aplicada

Outras aplicações do conceito de forma mais simples ao evidenciar fenômeno, a partir do Teorema de Stevin e de Vasos Comunicantes, são as mangueiras usadas para determinar os níveis na construção civil.

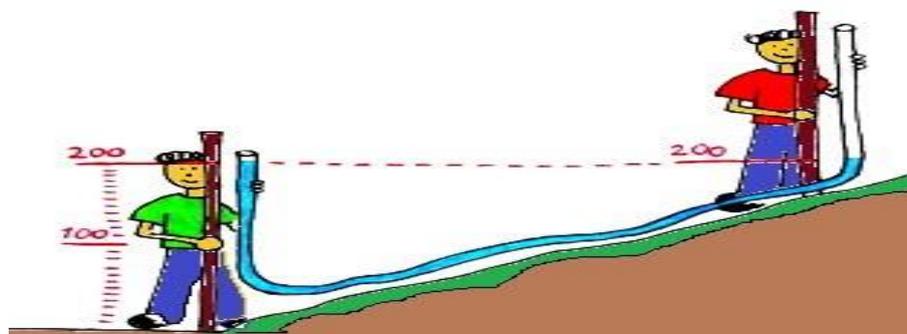


Figura 47 - Ilustração da análise de nível de terreno ..

Fonte: ebanataw³⁴

³⁴ Disponível em: <http://www.ebanataw.com.br/roberto/index.php> . Acesso em 11 de dezembro de 2020.

Uma dessas regras definem a água contida num sistema de vasos abertos comunicantes, isto é, um conjunto de recipientes abertos ligados entre si, apresentará a superfície em contato com a atmosfera todas no mesmo nível, independentemente do formato ou posição desses recipientes, como ilustra a figura 48.



Figura 48- Simples demonstração de comunicação de recipientes diferentes.

Fonte: ebanataw

Sugerir um roteiro da experimentação, para demonstração do fenômeno da comunicação de vasos, bem como; “O Gato Experimenta³⁵”.

O reflorestamento de matas ciliares e em morros, para a estabilidade do ciclo hidrológico, como a exemplo da questão levantada por “**Selena**” aos 02:10 min da gravação da visita, onde foi levantado questionamentos acerca da desapropriação de terras e mudanças de estradas ; ...*O que foi feito com a estrada que passava aqui, lembro que já passei por uma estrada nesse ponto, onde hoje tem a represa, e além disso lembro de árvores e outros “matos” além de alguns tipos de animais estranhos aqui. O que foi feito? isso é levado em consideração no plano de construção da barragem...?* Surgi no momento, oportunidade de inserção de conhecimentos que oportunizam as discussões das questões ambientais e respeito as normas ambientalistas que promova a autorreflexão diante aos fenômenos, uma oportunidade para apresentação de documentos que justifiquem a importância da

³⁵Disponível em: <https://ogatodacaixa.wordpress.com/2016/09/22/vasos-comunicantes-o-gato-experimenta-4/> . Acesso em 11 de dezembro de 2020.

preservação do solo e da vegetação, explicitando o funcionamento do ciclo hidrológico, ou seja, da água subterrânea (chuva infiltrada) que proveio do vapor de água da atmosfera (evapotranspiração).

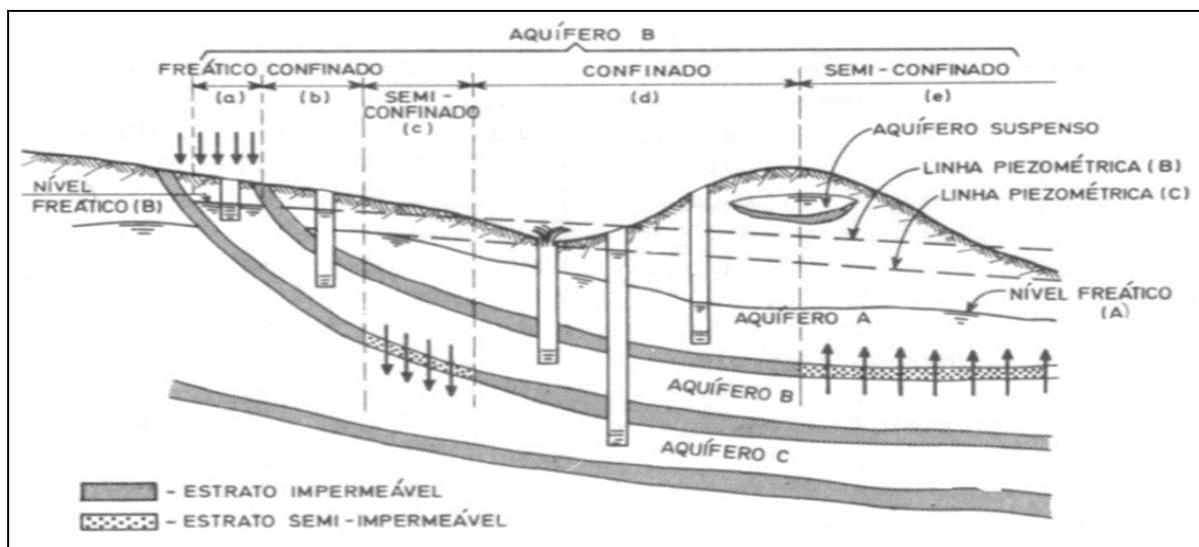


Figura 49 - Esquema ilustra a ocorrência e classificação dos aquíferos e suas relações aos poços.

Fonte: Hidráulica de Poços.

Pequenas barragens podem ajudar na regularização dos cursos d'água (CARVALHO, 2008), no entanto, a construção de barramentos de água, deve atender os objetivos da "Lei das Águas" lei nº 9.433 de 1997, conforme o plano de manejo dos recursos hídricos da bacia hidrográfica de cada localidade (ANA 2020).

Extração de água em poços profundos contribuem para o rebaixamento do lençol freático, portanto sua instalação e manejo deverá respeitar o plano de manejo da bacia hidrográfica (ANA 2020).

O clima do ES é: verão quente e úmido com inverno frio e seco, entendemos que a seca sempre existiu e vai continuar existindo, essa é uma característica climática, é preciso aprender a conviver com ela, o fenômeno é ano, porém, é comum anualmente algumas secas ou enchentes ocorrerem com intensidades maiores em determinados períodos, denominado como o tempo de recorrência, ou tempo de retorno (MELLO; SILVA, 2013).

O mau manejo do solo vem contribuindo para a redução da infiltração da água da chuva, isso se intensifica, o efeito das enchentes e das secas, a água do solo vem da chuva. Estratégias para enfrentar a seca começa na estação chuvosa, é preciso reter a água da chuva, a melhor estratégia é com o manejo correto do solo favorecendo a infiltração da água da chuva em toda a bacia hidrográfica (PRIMAVERESI, 2002).



Figura 50- Flagrantes de barragens ilegais e abertura de poços de forma descontrolada e irregular.

Fonte AGERH³⁶.

Furar poços sem autorização, a lei 9.433/97³⁷, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, prevê diversas infrações e penalidades administrativas para o uso irregular da água. O artigo 49, descreve, especificamente, que perfurar poços ou operá-los sem a devida autorização constitui infração as normas de utilização dos recursos hídricos e enseja penalidades de: advertência, multa diária ou proporcional ao dano de até 10 mil reais, além de interdição e proibição da atividade.

³⁶Disponível em: <https://agerh.es.gov.br/>. Acesso em 11 de dezembro de 2020.

³⁷Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em 11 de dezembro de 2020.



Figura 51 – Divulgação de normalizações acerca da abertura de poços.

Fonte :TDFT³⁸

A conduta também pode ser considerada crime, a lei 9605/98, regulamenta as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, prevê como crime a conduta de construir, reformar, ampliar, instalar ou fazer funcionar obras ou serviços potencialmente poluidores, sem licença ou autorização dos órgãos ambientais competentes. A pena prevista é de 1 a 6 meses de detenção e multa. Informações encontradas no sitio eletrônico da “Patos Hoje³⁹”, aponta que, um longo período de seca faz aumentar em 40% a procura por perfuração de poços artesianos.

³⁸Tribunal de Justiça do Distrito Federal e dos Territórios (TDFT). Disponível em: <https://www.tjdf.tjus.br/institucional/imprensa/campanhas-e-produtos/direito-facil/edicao-semanal/furar-poco-sem-autorizacao> . Acesso em 19 de dezembro de 2020.

³⁹Disponível em: <https://patoshoje.com.br/noticia/longo-periodo-de-seca-faz-aumentar-em-40-a-procura-por-perfuracao-de-pocos-artesianos-34796.html> . Acesso em 11 de dezembro de 2020.

5.3. AULA 3 - CONTINUIDADE

5.3.1 Problematização Inicial

Ainda na primeira aula após a visita a barragem, durante o diálogo aberto com a turma, registrando as reações e depoimentos das experiências vivenciadas por eles, aos 01:24 min de gravação, é possível identificar a possibilidade de construção de conhecimentos, apropriando do conceito de *pressão*, na aplicação da pressão horizontal em uma superfície.

O aluno **“Henry”** relata: *...se encher mais que o esperado ... durante uma chuva de longo período, poderá suportar o volume de água represado?*”, a potencialidade de inserção de conceitos relacionados a pressão horizontal exercida pelo volume de água no reservatório e a oportunidade de problematizar a questão ambiental e a veracidade das informações de segurança da barragem, como também foi possível identificar, na mesma aula, quando o **“Henry”** diz: *“...é que o homem falou que ficou 3 anos sem chover ...então construíram a barragem e ficou cheia de água..? não entendi... !?* fica evidente o aluno confrontando o tempo de preenchimento do reservatório informado, ao tempo de disponibilização da represa para utilização da barragem, isso remete a uma crítica em relação às informações do volume da represa, períodos chuvosos e a importância da retomada em questões que emergem diálogo sobre o questionamento.

Oportunizando a mediação e o domínio da linguagem ao responder ao aluno com conhecimento científico, estávamos diante a alguém expondo senso crítico em, além disso, conseguir criar a oportunidade para outros estudantes envolvidos no processo de busca de conhecimento possam ter um papel ativo diante a situação, onde o professor não se torne o centro das atenções e sim compartilhar com os alunos, conhecimento que permite a construção do conhecimento diante ao tema e suas implicações.

A partir destes momentos que surgem nessa perspectiva dialógica, afinal a articulação de informações e buscando uma compreensão mais ampliada sobre o problema em investigação. Sendo assim vimos a importância de problematizar as suspeitas levantadas em relação a segurança da barragem e suas implicações.

A partir do questionamento do aluno **“Henry”**, o volume de água em uma represa, procedentes do excesso causados por períodos de chuvas, problematizamos da seguinte maneira;

O que pode ser feito para construir a barragem de forma a suportar o volume inesperado, de água da chuva, resíduos sólidos como árvores e outros capazes de alterar a estrutura do barramento?



Figura 52- a) lado montante da represa e b) barramento da represa.

Fonte: o autor

5.3.2 Organização do conhecimento

Esse momento foi dividido entre duas análises, as comportas e os vertedouros por serem dispositivos indispensáveis, na estabilidade da barragem.

5.3.2.1 Comportas

São comportas⁴⁰ que permitem acumular água nos reservatórios, permitindo uma descarga pelo vertedouro, quando as chuvas intensas elevam o nível das águas. Essas comportas são do tipo setor, e são acionadas, permitindo a passagem da água, sobre o vertedor, conforme a figura 53.

É de vital importância a existência de comportas em barragens, sua instalação e compreensão requer ao menos conhecimento de conceitos de vazão e de empuxo.

Consideramos uma coluna de água, formato cilíndrico no interior do tubo, em uma situação de líquido em repouso, adotamos o valor dinâmico, considerando possíveis mudanças no volume da represa, ocasionado por enchentes e outros

⁴⁰ Disponível em: <http://www.cepa.if.usp.br/energia/energia1999/Grupo2B/Hidraulica/comportas2.htm> . Acesso em 13 de dezembro de 2020.

meios que proporcione aumento na resultante de forças horizontal no barramento, lembrando que; embarcações, árvores e outros objetos contribuem para o aumento desta força na superfície de bloqueio do fluxo no represamento barrado.



Figura 53 - Duto do vertedouro ligado a comporta, da barragem visitada.

Fonte: do autor

5.3.2.2 *Vertedouros*

Um vertedouro é um regulador de nível do represamento no reservatório, sua principal finalidade: deixar passar o excesso de água acumulada. Eles não permitem que as cotas fixadas em normas de segurança para barragens, sejam ultrapassadas.

Informações extraídas do curso de hidráulica da Unicamp⁴¹ reforça que eles podem ser utilizados para medições de vazão. Um vertedor não eficaz pode conduzir, eventualmente, colapso de uma barragem.

⁴¹ Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/> . Acesso em 20 de dezembro.

O vertedor tipo extravasor é o mais comum de todos e tem aplicação em grandes intervalos de vazões, portanto, podem gerar pressões próximas a atmosférica ou vazões menores produzirão pressões superiores à atmosférica e as maiores podem provocar pressões subatmosféricas e gerar o risco, no documento⁴² podemos entender que a causa mais frequente de deterioração de barragens é o excesso de vazão. Alteração de condições, mudanças de regime hidrológico, dimensionamento insatisfatório, operação errada das comportas.

Como já foi abordado anteriormente sobre este momento pedagógico, nos atentamos a abordar aqui aos conceitos fundamentais e a de informações que permitem a construção de conhecimento e compreensão dos problemas levantados permitindo reconhecer existência de situações onde atingimos até então a consciência máxima do sujeito em relação ao questionamento emergido.

Azevedo netto *et al.*, (1998) adverte para a construção de barramentos, sinalizando a necessidade de apropriar dos conhecimentos que permitem a estabilidade do barramento a exemplo do Teorema de Stevin e do Empuxo.

⁴² Para mais informações: <http://www.fec.unicamp.br/~caxd/falcetta/resumos/eng23.pdf> .Acessado em 20 de dezembro de 2020.



Figura 54 - a) Espaçamento de vertedouro da Barragem Eng. Valter. José. Matielo, ainda com comporta aberta; b) ao lado do carro é possível identificar o espaçamento de vertedouro mantendo o fluxo necessário do rio e c) momento da descida a casa de controle da comporta da barragem pelos alunos.

Fonte: adaptação do autor.

A possibilidade de inserção de conceitos físicos, para estabilidade, exige a necessidade de levarmos em consideração a pressão horizontal resultante da água e de outras substâncias que contribuem no aumento de volume na represa, conceitos de Vazão de Líquidos além da necessidade de existência do dispositivo, para controle diante as normas de instalação.

A compreensão da questão levantada, apropriando de conceitos científicos, requer conhecimento, para cada ponto na barragem teremos diferentes tipos de pressão exercida, e isso varia em relação à altura do barramento de acordo com (HALLIDAY e RESNICK, 2012),

$$F_E = m \cdot g \text{ (força de empuxo)}$$

Conhecimento acerca de funcionamentos das comportas e dos vertedouros, apropriando dos conceitos do Teorema de Stevin e o Princípio de Pascal, se justifica quando abordados a altura do barramento represado.

Considerar esses conceitos de física para precauções que comprometam a estabilidade do barramento, explicar a flutuação de objetos que possam aumentar a pressão na barragem decorrentes do aumento de massa considerado na represa, da força exercida na comporta do barramento.

Um corpo de água em repouso no interior do duto, volume constante, apesar de sofrer interações de forças horizontais, provenientes de fenômenos que possam alterar o volume de água e outros resíduos que possam fornecer alterações, principalmente decorrentes de períodos chuvosos ou não, e que, é de fácil entendimento a respeito dos seus efeitos no represamento quando inseridos os conceitos científicos.

A diferença de pressão entre dois pontos da massa de um líquido em equilíbrio é igual a diferença de profundidade multiplicada pelo peso específico do líquido.

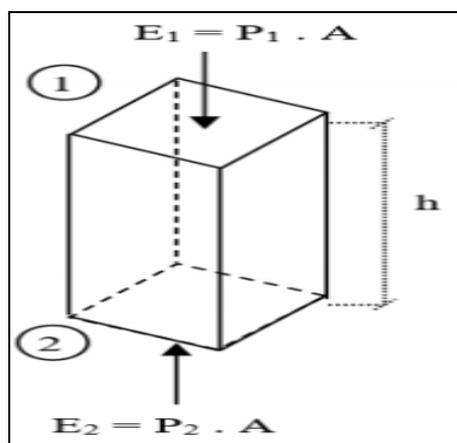


Figura 55 - Sólido em repouso.

Fonte: edisciplinas (USP) ⁴³

Seja $p = \gamma \cdot V_L$, onde P é o peso do líquido, V_L o volume de água onde $V_L = h \cdot A$ e γ ⁴⁴ peso específico do líquido.

Para Halliday e Resnick (2012), o módulo da força quando um corpo flutua em um fluido F_E , da força de empuxo que age sobre o corpo é igual ao módulo F_g da força gravitacional a que o corpo está sujeito, podemos descrevê-la como,

$$F_E = F_g$$

⁴³

Disponível

em

:

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4405044/mod_resource/content/0/Aula%20%20e%20%20%20%20HIDRA%C3%9ALICA%20hidrost%C3%A1tica.pdf. Acesso em 11 de dezembro de 2020 .

⁴⁴ Peso específico do líquido é dado por Peso do líquido dividido pelo seu volume.

Para o líquido em repouso: $\sum F = 0$, disso temos,

$$E_1 - \gamma \cdot h \cdot A \cdot h + E_2 = 0$$

realizando as devidas substituições temos

$$P_1 \cdot A - \gamma \cdot h \cdot A + P_2 \cdot A = 0$$

$$P_1 - \gamma \cdot h + P_2 = \rho g h \text{ (equação que permite encontrar a pressão do corpo de água em relação a profundidade).}$$

Relacionar o Empuxo com a equação que determina a força horizontal no centro de massa da comporta, partindo da interpretação de pressão sobre a área da comporta da barragem exercida pelo líquido, a partir de alguns procedimentos algébricos apontado pelo conhecimento de hidráulica, concluímos a equação que permite determinar a força horizontal exercida nas comportas como ,

$$F = \gamma \cdot H_g \cdot A.$$

Conhecida como equação do empuxo em superfícies submersas, H_g a altura da lâmina d'água da superfície ao centro de massa da comporta, como indica a figura 56, a seta amarela indicando o empuxo, no sentido antigravitacional, como uma das componentes das forças resultantes incidentes no centro de massa da comporta, no caso da barragem “Eng. Valter José Matielo” é um tubo no formato cilíndrico, permitindo intermédio do professor sinalizando o centro de massa de uma superfície em formato de disco. Perceber o empuxo como uma das componentes de forças incidentes nas comportas, é uma oportunidade de apropriação do conceito na explicação de forças desses dispositivos essenciais na estabilidade da barragem e do bioma dependente do curso do rio, para a construção de uma sequência didática restringimos o estudo à componente vertical da força que compõe as resultantes.

$$F = \gamma \cdot H_g \cdot A \text{ (Cálculo da força horizontal aplicada em comportas de barragens)}$$

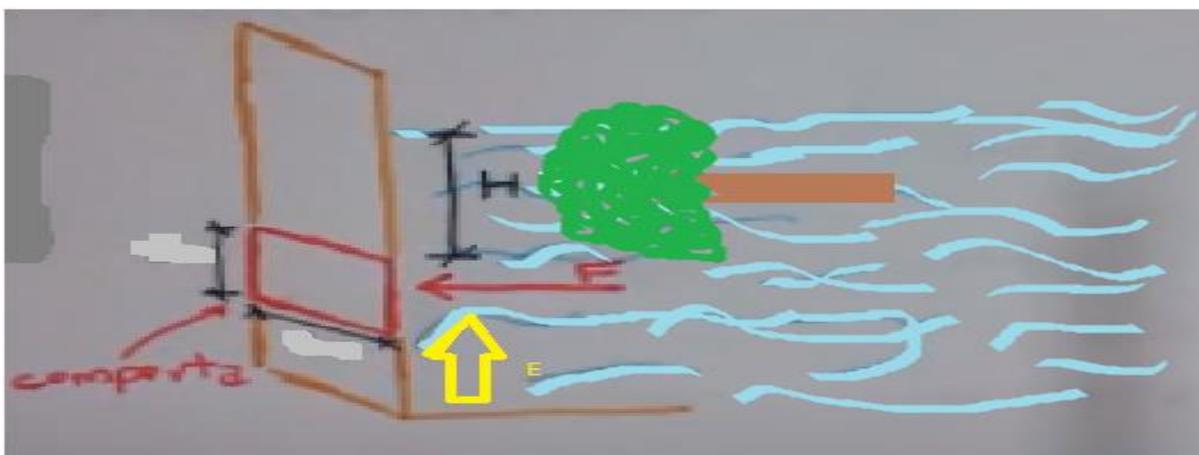


Figura 56- Ilustração das forças atuantes no barramento de um represamento de água.

Fonte: do autor

A figura 57a, aponta a comporta e o vertedor da barragem Eng. Valter José Matielo.



Figura 57 - Comporta aberta da barragem “Eng. Valter José Matielo” e b) ANA⁴⁵ determina abertura de comporta do Açude de Boqueirão para atender Barragem de Acauã e ribeirinhos.

Fonte: blogdobrunolira⁴⁶ ; b) do autor.

Saiba mais acerca dos vertedouros e a segurança nas barragens nos portais da Geoprisma⁴⁷ e da

⁴⁵Disponível em : <http://progestao.ana.gov.br/portal/progestao/destaque-superior/boas-praticas/seguranca-de-barragens/curso-de-seguranca-de-barragens-dae-1/parte-1-comportas.pdf> .

Acesso em 13 de dezembro.

⁴⁶ Disponível em : <http://www.blogdobrunolira.com.br/2020/06/video-ana-determina-abertura-de-comporta-do-acude-de-boqueirao-para-atender-barragem-de/> . Acesso 12 de dezembro de 2020.

ANA.

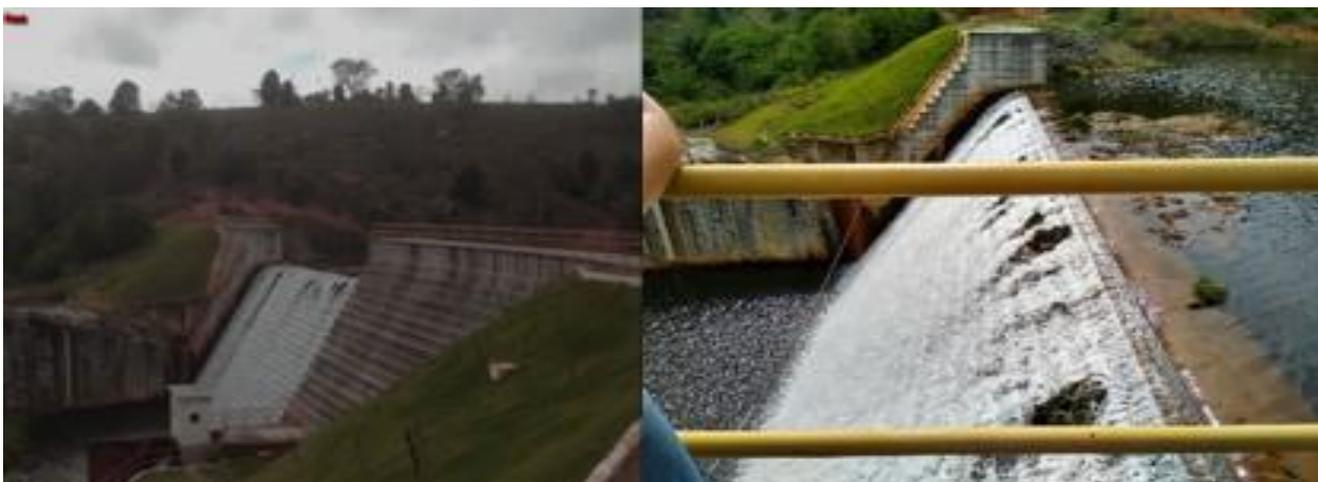


Figura 58 - Podemos identificar o espaçamento de vertedouro sobre a barragem para que essa mantenha constante o fluxo de água do rio em uma determinada altura, para demais regiões, como propõe as normas.

Fonte: do autor.

Necessária a preocupação em torno das comportas das barragens, elas são responsáveis no controle da vazão da represa, afinal o represamento não deve conter toda água, é necessário que outros também tenham acesso a esse recurso de grande importância para a vida, ou seja as barragens são úteis para manter as águas provenientes de períodos chuvosos na bacia hidrográfica, para que não escoam totalmente para o mar, porém é necessário a fiscalização para que este recurso não seja concentrado para fins privativos e não vista como direito de todos e patrimônio de ninguém⁴⁸.

Informações acerca da altura ou profundidade da lâmina d'água necessárias, podem ser encontradas no documento de Declaração de Impacto Ambiental da então barragem “Rio Itauninhas” de 2002 e no site da CIMIT⁴⁹.

De acordo com Halliday e Resnick (2012), se a pressão atmosférica é p_0 , e ρ é a massa específica, a pressão do líquido num determinado nível h é dada por,

$$p = p_0 + \rho gh$$

e a equação da continuidade, dada por $Q = A.V$ que pode ser aplicada para a

⁴⁷Disponível em: <https://www.geoprisma.com.br/noticias/18/como-funcionam-os-vertedouros-de-barragens/>. Acesso em 13 de dezembro.

⁴⁸Disponível em: https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/CON1988_05.10.1988/art_5_.asp . Disponível em: Acesso em 12 de dezembro de 2020.

⁴⁹Disponível em: <http://cimitauninhas.com.br/> . Acesso em 19 de dezembro de 2020.

medida de vazão de cursos d'água pelo método do flutuador.

A equação de Bernoulli, pode ser apropriada na produção de conhecimento em situações da velocidade de um fluido variando, enquanto o fluido se move horizontalmente ao longo de uma linha de fluxo, a pressão do fluido diminui, e vice-versa (HALLIDAY e RESNICK, 2012). Informações obtidas por Mello e Silva (2013), apontam que aspectos de hidrologia (ciclo hidrológico) para fins didáticos, são divididas em: 1) bacia hidrográfica; (estudo da área e da declividade); 2) Precipitação; Intensidade, frequência e duração e o estudo dos fenômenos extremos (cheias e secas); 3) Infiltração; (abastecimento do lenço freático alimentação de nascentes e rios; 4) Evapotranspiração; (vapor de água para a atmosfera e formação de futuras chuvas); Escoamento superficial; (erosão e cursos d'água).

5.3.3 Aplicação do Conhecimento

Ao planejar e executar esse momento, retomamos a questões problematizadas inicialmente neste caso: “ *O de água numa represa a partir de excesso causados por períodos de chuvas podem ocasionar desmoronamentos?* ”, levantada através do aluno “ **Henry** ”, no momento que iniciamos a problematização nessa aula visto que, dessa forma, espera-se a possibilidade de constatação, que permita identificar, se os alunos conseguiram compreender que necessita dos conhecimentos compartilhados durante o segundo momento pedagógico para compreensão da possibilidade de desmoronamento caso não sejam considerados conhecimento de conceitos científicos na construção de barragens.

No caso específico desse trabalho, o aprofundamento em questões que envolvam a vários conceitos científicos para compreensão do fenômeno, questões ambientais no que tange a segurança na construção das barragens e ainda relacionar o quanto existem implicações, ocasionados por construções que podem causar benefícios, mas também ter consciência de implicações negativas que possam ocorrer, em consonância com justificativas de existências de barragens de represamento de água seguindo suas normalizações.

Dialogar e implementar conceitos distintos, que não fogem da proposta, sugeriremos que partindo destes pressupostos, outra atividade que contemple o

mesmo diálogo e que, no entanto, não foge da proposta do momento pedagógico, justificando ser outra aplicação do mesmo conhecimento e servindo de complementação para o tema sugerido nesse trabalho.

Esse processo de alteração das condições naturais de um vale que atua como área de descarga regional e as suas conseqüentes modificações em aquíferos livres pode se traduzir em impactos relevantes no uso e ocupação do solo no entorno de reservatórios de usinas hidrelétricas ou de outras finalidades (LEITE:FILHO,2002, p.70).

Durante a visita a barragem na gravação em áudio onde foi possível constatar, aos 02:10 min questionamentos produzidos pela aluna “**Selena**”, envolvendo a desapropriação de terras para a construção da barragem, questionar acerca dos animais e plantas que existiam no local e estradas nesse caso foi a área inundada pelo represamento.

Atividades que proporcionam tomadas de decisão, permitindo a percepção, posicionar-se, diante a questões de dimensões sociais, ambientais, econômicas, políticas, culturais e outras no contexto do objeto em estudo, que na contemporaneidade se apresentam complexas, ou seja, como multidimensões (DELIZOICOV, 2017, p.7).

As atividades que circundam o manejo do solo, para aplicação de irrigações, além de sinalizar a estudos possibilite a compreensão da necessidade do reflorestamento que mantém o ciclo hidrológico e a consciência de barragens com vertedouros ou pequenas vazões abertas, afinal a água deve manter-se no solo após a chuva e com isso abastecer a bacia hidrográfica do local onde ocorre as precipitações. Em consonância as normas de construção de barragens e instalação de pivôs para irrigação, normas estas que visam garantir acesso a todos a água, afinal ela é um bem de todos e patrimônio de ninguém, “é imprescindível entender que a água não é um bem de mercado, com valor econômico, mas sim um bem social, insubstituível, que todos os homens dependem e precisam do acesso” (PETRELLA ,2002, p. 84).

Muitas vezes em uma propriedade os recursos hídricos são captados de forma descontrolada, muitas vezes consequências das decisões tomadas pelo proprietário, onde todos recursos ali existentes, são de sua propriedade, no entanto, ter a consciência que outros povos e até mesmo a estabilidade do Bioma, existentes além de seus domínios possam sofrer implicações devido as suas atividades realizadas nesse domínio, exemplo das implicações decorrentes desse comportamento, no trecho de uma aula de hidráulica na Unicamp:

Uma das primeiras definições diz que ela deve ser uma vazão remanescente suficiente para manter a integridade do ecossistema. Outras definições: É a demanda necessária de água a manter num rio de forma a assegurar a manutenção e conservação dos ecossistemas aquáticos naturais, aspectos da paisagem e outros de interesse científico ou cultural (J. M. Bernardo 1996) Vazão que se deve garantir a jusante de uma estrutura de armazenagem (barragem) ou captação (tomada de água inúmeros problemas ambientais foram relatados, dentre os quais: Problemas de estabilidade das praias, diminuição na produção de plâncton (faltas de sedimentos), redução na produção de peixes (falta de cheias e de conexões com lagos marginais) e possível redução nas espécies.), para que se mantenham as condições ecológicas naturais de um rio (HIDRÁULICA APLICADA - FEC - UNICAMP⁵⁰, p.16, 20_).

A existência dos espaçamentos nas barragens de concreto ou vertedouros, com a finalidade de manter o curso do rio, pode ser evidenciada na figura 59.



Figura 59 - Espaçamento necessário da barragem “Eng. Valter Matielo” mantendo o curso do rio.

Fonte: do autor.

Em resposta ao aluno **“Henri”**, podemos buscar informações relevantes no documento de Declaração de Impacto Ambiental de 2002, da então Barragem “Rio

⁵⁰Disponível em: <http://www.fec.unicamp.br/~caxd/falcetta/resumos/eng23.pdf> .Acesso 20 de dezembro de 2020.

Itauninhas”, já que hoje devido as trajetórias das políticas de gestão teve o nome alterado para Barragem “Engenheiro Valter José Matielo” em homenagem ao ex-secretário de Agricultura do Estado e ex-presidente do Crea/ES, Valter José Matielo.

No documento é possível encontrar informações relevantes que apontam a um estudo das cheias que poderão ser esperadas por até 10.000 anos. O documento sinaliza que o projeto levou em consideração as Vazões médias diárias máximas observadas no Posto São João da Cachoeira Grande, transformações em picos de cheia através de fórmulas específicas. O documento aponta a dados interpolados por áreas de drenagem, obtidos pelo Posto São João da Cachoeira Grande, que possui instalações na mesma bacia hidrográfica que contém o Rio Itaúninhas, e chegaram a um tempo de resposta (TR) de 5 anos a 10 mil anos de projeção onde é possível identificar no documento Cheias do Projeto da Barragem como na tabela 7.

Tabela 5 - Cheias do projeto da barragem Eng. Valter José Matielo.

| TR (anos) | PINHEIROS | |
|-----------|-----------|-------|
| | Anual | Seco |
| 5 | 220 | 80 |
| 10 | 260 | 98 |
| 20 | 310 | 118 |
| 50 | 360 | 140 |
| 100 | 410 | 160 |
| 500 | 500 | ----- |
| 1000 | 550 | ----- |

| | | |
|--------|-----|-------|
| 10.000 | 690 | ----- |
|--------|-----|-------|

Fonte Pinheiros/IEMA⁵¹ (2016).

Podemos a partir de informações contidas projeto da barragem, retomar aos questionamento acerca das previsões de cheia exposta pelo aluno “**Henry**”, contudo, destacar que as informações são construídas a partir da aplicação dos conceitos trabalhados no segundo momento dessa sequência.

Surge possibilidade de construção de conhecimentos de Vazão de fluidos, ao inserirmos as informações da tabela 4 no contexto de retomada a problematização, quanto a segurança e normas existências desses dispositivos de controle, e a necessidade de gerenciar a abertura da comporta da barragem.

⁵¹ Disponível em: https://iema.es.gov.br/educacao_ambiental . Acesso em 12 de dezembro de 2020.

Os poços fluviométricos possuem piezômetros além de outros equipamentos que permitem determinar o nível do lençol freático, na figura 60, identificamos os dois pontos localizando os postos, aplicados na bacia hidrográfica do Itaúnas, que compõe o Rio Itauninhas, contexto da barragem tema da proposta.

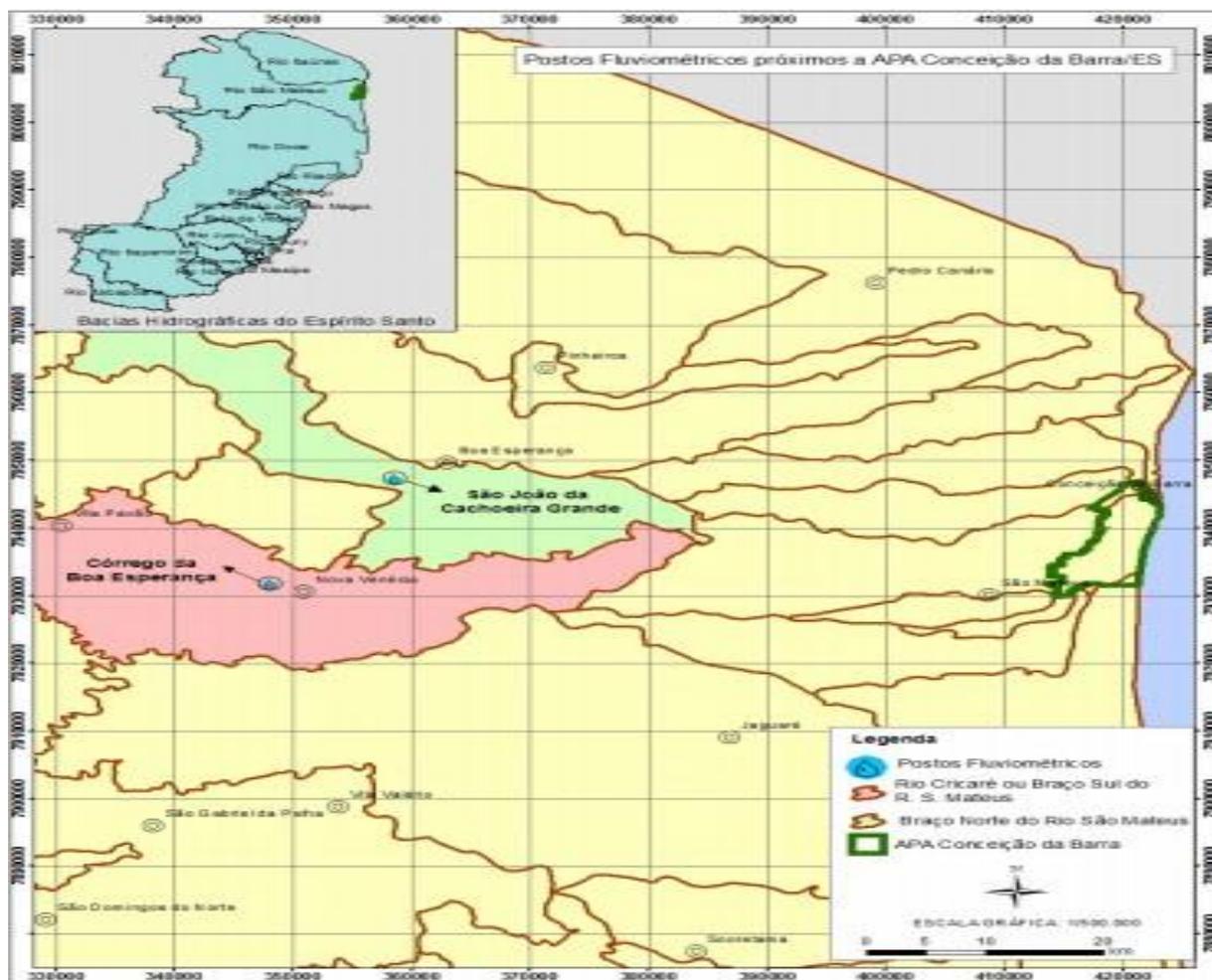


Figura 60 - Mapa de localização dos postos fluviométricos e da APA.

Fonte: IEMA⁵²

Podemos aplicar o conhecimento acerca do conceito de vazão para compreender o funcionamento dos pivôs, assim permitir a consciência quanto ao consumo de água nas atividades humanas, compreender que a água pode ser captada e utilizada de forma harmônica, respeitando as normas, permitindo acesso a todos.

⁵²Para melhor visualização do mapa: https://iema.es.gov.br/Media/iema/Downloads/GRN/20150508_VOLUME_II_214_Hidrografia_Hidrologia.pdf . Acesso em 12 de dezembro de 2020.

Os métodos e sistemas de irrigação apresentam a eficiência de condução, de distribuição e de aplicação. O conjunto de todas permite compreender a eficiência da irrigação (BERNARDO et al., 2008). Se substituir um sistema de irrigação por pivô central por um de gotejamento, se tem um aumento de eficiência apenas na aplicação de água, que é a redução da evaporação e do arraste pelo vento das partículas de água proveniente do spray da aspersão.

A redução da quantidade de água no gotejamento se deve ao fato das culturas perenes de porte elevado não irrigar toda a área do solo. Contribuindo para reduzir o volume de água usado no sistema. No entanto, a manutenção e o manejo em irrigação por gotejamento não forem eficientes, haverá perdas absurda de água em irrigação por gotejamento. Contudo, o sistema de gotejamento ainda é inviável economicamente para a maioria dos cultivos de grãos e cereais.

Salientar a conscientização quanto ao manejo de pivôs usados na captação de água, focar na conscientização quanto a racionalização no *consumo doméstico de água*.

Aprofundando nesta abordagem, apropriar de *conhecimento de física como* as teorias de Torricelli (manométrica) conforme especificado em (AZEVEDO NETTO et al., 1998).

O manômetro metálico, é usado em irrigação, e diferentemente dos piezômetros já abordado na aula 2, este é mais adequado para medir pressão dos fluidos em movimento, como ocorrem nos tubos de pivôs em funcionamento. O princípio de Pascal (pressão nos líquidos em ambiente fechado). Podemos aplicar a medição de pressão em sistemas de irrigação com tubulação pressurizada, uma vez que os emissores operam na pressão de serviço especificada pelo fabricante.

O projetista da irrigação irá montar o sistema de irrigação com emissores conforme a especificação do fabricante (BERNARDO et al., 2008). Se a pressão estiver acima do que foi especificado no projeto é indícios de entupimento na rede de tubulação, e se estiver abaixo é indícios de vazamento.



Figura 61 -Exemplo de manômetro metálico, para pivôs centrais.

Fonte: kalliandra⁵³

O manômetro de tubo aberto, usado para medir a pressão manométrica p_m de um gás, é formado por um tubo em forma de U contendo um líquido, com uma das extremidades ligada a um recipiente, cuja pressão manométrica se deseja medir e a outra aberta para a atmosfera Halliday e Resnick (2012)

As construções de barragens, tem a Agência Estadual de Recursos Hídricos (Agerh) como órgão responsável pela fiscalização de segurança e acumulação de água para fins agropecuários e de usos múltiplos construídas no Espírito Santo. (Lei Federal nº 12.334, de 20 de setembro de 2010)

Proprietários de barragens, barramentos ou reservatórios localizados nas bacias hidrográficas do Espírito Santo, devem cadastrar os empreendimentos que estejam sob sua responsabilidade, independentemente do porte e da situação em que se encontram (projeto, construção, operação ou desativados). O cadastro é online e pode ser feito na agência estadual de recursos hídricos.⁵⁴

Conforme descrito em Primavese (2002), o solo descoberto realiza menor taxa fotossintética e possui um albedo⁵⁵ diferente de uma superfície totalmente vegetada, o que provoca aumento da refração da luz solar em ondas longas, aquecendo o ambiente, fazendo com que o vapor de água evapora com maior intensidade, formando nuvens em altitude mais elevadas. Estas por sua vez acabarão sendo responsáveis por chuvas mais intensas e de curta duração vulgarmente chamada de “toró”. Ou seja, a falta de cobertura vegetal em grandes

⁵³Disponível: em: <https://kalliandra.com.br/avaliacao-e-redimensionamento-de-pivo-central/> .Acesso em 30/11/2020

⁵⁴Disponível em: <https://agerh.es.gov.br/seguranca-de-barragens> .Acesso em 30/11/2020 30/11/2020 . Acesso em 30/11/2020

⁵⁵ Albedo é a razão entre a quantidade de luz que é difundida ou refletida por uma superfície e a quantidade de luz incidente sobre a mesma.

extensões pode alterar o regime das chuvas. Com chuvas de grande intensidade o solo não consegue absorver toda a água da chuva através da infiltração, agravando o problema das secas nos períodos de estiagem. Podemos retomar a importância de reflorestamentos ou, preservação de matas ciliares e de morros, temos conceitos evidenciados nessa pesquisa que possam auxiliar na mediação de conhecimentos que envolvam tais aspectos ambientais, como é o caso do questionamento levantado pela aluna **“Rute”** aos 02:10min; *...O que foi feito com o que existia aqui, como estradas, animais árvores e outras coisas que tinham que ser removidas?, acerca da desapropriação de terras e sobre o que foi feito com a vegetação e possíveis animais (como os exibidos pelo guia responsável pela gestão da barragem, no documento de Relatório fotográfico onde foi possível identificar, uma variedade no Bioma existente no local onde foi construído a barragem*

Em seguida a esse questionamento de **“Rute”**, surge uma complementação de questionamentos a respeito da desapropriação e sobre a pesca no local feito pelo aluno **“Ítalo”**; *“...Quem teve a ideia da construção da barragem, e em relação as pessoas que tentam realizar pescas na represa da barragem, como isso é controlado? A partir daí o guia e responsável pela gestão da barragem na sede, conta um pouco da história da seca de 2013, que assolou a região comprometendo o agronegócio regional além da escassez de água para o abastecimento regional, partindo desses desafios, da escassez de água surge o planejamento do represamento de água, reduzindo o escoamento de água das enchentes em períodos chuvosos mantendo assim o recurso hídrico na bacia, por infiltração e assim permitindo a reposição da bacia hidrográfica, e como vimos durante o decorrer das discursões e relações com conhecimentos científicos, todo essa dinâmica realmente é válida, e ancorada no conhecimento do ciclo hidrográfico.*

Além destes questionamentos, o aluno **“Nunes”**, questiona acerca das queimadas nos “matos”, que estavam evidenciados ao lado da sede, informado que todos as questões de aspectos da preservação da margem são monitoradas pelo - Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (IDAF⁵⁶)

Admirados de forma a realizar questionamentos sobre os conteúdos dos livros na sede de gestão do empreendimento, com a quantidade de documentos

⁵⁶ Disponível em: <https://www.es.gov.br/autarquias-e-orgaos/idaf> >Acesso em 25 de dezembro de 2020.

impressos, disponíveis no escritório da concessionária responsável pela manutenção localizada ao lado da barragem, onde é possível identificar documentos que remetem ao campo da topografia e laudos fotográficos onde é possível, localizarmos documentos como a Licença e regulamento do uso de água, além de comprovações diagnosticadas por Geólogos do Serviço Geológico do Brasil (CPRM⁵⁷) com intuito de analisar rochas, assim como outros bens da natureza

A situação da infiltração reduzida da água da chuva no solo ocasionada pelo manejo incorreto, produz enchentes mais acentuadas e secas mais severas. Pois a água da chuva se escoar em quantidade maior e mais rápido, fazendo com que boa parte da precipitação ocorrido na estação chuvosa se evadem rapidamente da bacia hidrográfica. Assim, na estação seca do ano, com menos água infiltrada e armazenada no solo, terá menor reserva para abastecer as nascentes e os curso d'água superficiais, intensificando o efeito da seca e comprometendo os ecossistemas aquático da região.

Além da manutenção dos pivôs, para melhor rendimento é necessário ter consciência dos horários de irrigação, devido a fatores que proporcionam o desperdício de água por evapotranspiração, aspersão ao vento, com o pode ser encontrado nos regulamentos, no site da AGERH.

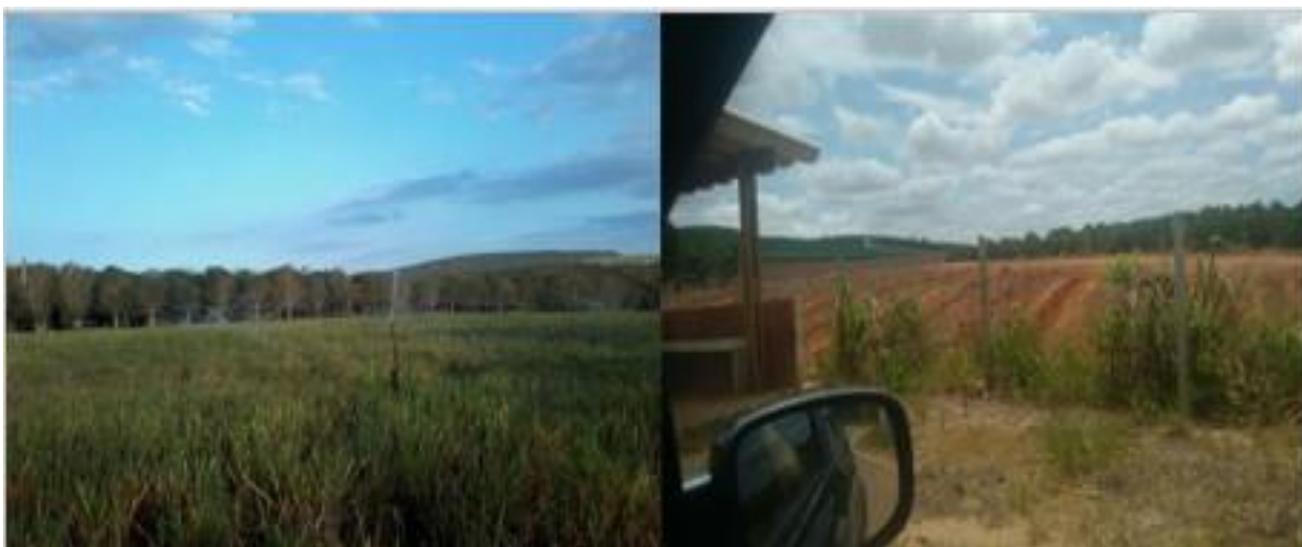


Figura 62-Irrigações em horários proibidos.

Fonte: AGERH.

Outro fator a considerar é o processo de degradação do solo através de queimadas, desmatamentos ao longo do Vale Itaúnas como exemplo a imagem abaixo que retrata essa prática nas proximidades de nascentes do Rio Itauninhas.

⁵⁷ Para mais informações: <http://www.cprm.gov.br/>. Acesso em 25 de dezembro de 2020.



Figura 63 - Degradação do Solo, Mucurici, 2016.

Fonte: CBH-Itaúnas

Ressaltar que a região descrita pela figura 63, está situada nas proximidades da nascente do Rio Itauninhas em Mucurici, a queimada e a compactação do solo ocorrida pela degradação, conseqüentemente, reduz a infiltração da água da chuva, contribuindo menos para recarga do lençol freático. Quando à interferência de forma predatória na vegetação implica em interrupções no processo de evapotranspiração e outros fenômenos que mantêm o ciclo natural de sustentabilidade dos Recursos hídricos disponíveis.



Figura 64- a) Pivôs de Irrigação Krebs Aspensor Convencional bicos spray, b) irrigação por gotejamento, c) Irrigação por aspersão e d) Carretel Krebs 125.

Fonte: Irrigação⁵⁸

Qual é possui maior eficiência, Irrigação por Gotejamento ou por Aspersão? Será possível que o pivô central seja menos predador na captação de água que irrigação por gotejamento? Para essas e outra perguntas sugerimos, leitura no texto

⁵⁸ Disponível em: <https://www.irrigacao.net/irrigacao-localizada/qual-e-o-mais-eficiente-irrigacao-por-gotejamento-x-aspersao-1-parte/> .Acesso em 30 de novembro de 2020 .

disponível no site “Irrigação”⁵⁹, aprofundamento de conhecimento de hidráulica sugerimos acesso a informações no Manual de Hidráulica⁶⁰.

Existem controvérsias nos tipos adequados de irrigação, a exemplo disso temos, um mito regional que afirma que pivôs centrais são os maiores vilões, porém o maior vilão é o humano responsável pelo manejo de irrigação, a exemplos de pessoas que utilizam uma quantidade bastante elevada de água para irrigar uma simples horta doméstica, podemos intervir nessas questões respaldados com conhecimento que permitam mediar o conhecimento a ponto de evidenciar como na figura 64.

Pivôs de aspersão convencional, possui esteticamente a inversão dos pivôs centrais que utilizam sprays, diferenças evidenciam ao perceber que são apenas ferramentas invertidas na vertical, o manejo se torna predatório ou de baixo rendimento, quando a ausência na manutenção, nos bicos dos pivôs, esse comportamento compromete as distintas pressão em cada bico, já que os manômetros permitem o cálculo de pressão do líquido em movimento no tubo do pivô, além de considerar a natureza de existência de minerais e outras substâncias que contribua de forma direta ao longo do tempo, comprometendo de alguma forma, até mesmo entupimentos em cada bico, e isso serve para pivôs de aspersão convencional, todo esse manejo é de ser considerado, isso fica perceptível ao longo dos novos conhecimentos necessários, circulados no diálogo com os alunos e a busca de novos conhecimentos necessários, para sistematizar os desafios emergentes.

⁵⁹ Disponível em: <https://www.irrigacao.net/irrigacao-localizada/qual-e-o-mais-eficiente-irrigacao-por-gotejamento-x-aspersao-1-parte/>. Acesso em 11 de dezembro de 2020.

⁶⁰ Disponível em:

https://www.academia.edu/30379994/Manual_de_Hidraulica_Azevedo_Neto_8a_edi%C3%A7%C3%A3o. Acesso em 13 de dezembro de 2020.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitas vezes o professor encontra-se em uma situação, na qual não tem como ferramentas, que permitam aulas do conteúdo que tradicionalmente é apresentado de maneira, até mesmo superficial e sem foco específico, tendo em vista que muitas vezes não se aplica durante os trimestres, o estudo de alguns conceitos de Hidrostática podem ser ressignificados, a partir da intervenção da dinâmica dos 3 Momentos Pedagógicos no qual foram consideradas as concepções espontâneas que os estudantes trouxeram para a sala de aula após a visita a barragem, além de exporem suas experiências para o diálogo em sala.

Ao invés de uma aula tradicional, cujo conteúdo seria trabalhado somente pela mecanização de procedimentos matemáticos, a dinâmica dos 3 Momentos Pedagógicos possibilita novos questionamentos sobre o porquê de se realizar cálculos, medidas e sistematizações. Foi evidenciado que a aula nessa abordagem se mostra mais dinâmica e interativa.

Utilizando as fotografias da visita, de situações críticas ocasionadas pelo manejo equivocado do solo, irrigação, poços e barragens nos slides, e pequenas reportagens ao período de 3 aulas, como ponto de partida na etapa da problematização inicial, o impacto foi visível, diante ao interesse dos estudantes sobre o tema. Eles se envolveram, participaram, trocaram experiências, relataram situações semelhantes e trouxeram questionamentos que requeriam uma sistematização de conhecimentos, a exemplo na intervenção de alguns conceitos que poderiam ir buscar conhecimentos de hidráulica, biologia, química, além de conhecimentos normativos e aspectos ambientais até mesmo da experiência do professor. Como professor suscitei questionamentos que iam além dos seus conhecimentos prévios, com destaque para questões relacionadas ao funcionamento de barragens e pivôs, e a utilização de conhecimentos que remetem a consciência do ciclo hidrológico.

A partir da Organização dos Conhecimentos, a sistematização do conteúdo pode proporcionar aos estudantes uma nova visão na necessidade das

formulações matemáticas na física. Afinal eles vieram do 9º ano do Ensino Fundamental, e estavam ainda bem assustados com a física, com afirmações que remetem a ser disciplina de tédio. Após a visita e durante os debates em torno da barragem e suas características, muitos compreenderam (mesmo que não adentramos nas formulações devido ao tempo de aplicação de pesquisa) que realizar cálculos é pertinente, para o funcionamento do empreendimento, além das possibilidades de potencializar habilidades para possíveis intervenções implicadas pela obra, a partir de uma discussão reflexiva sobre as problematizações abordadas, foi notório os estudantes defendendo suas ideias e concepções.

A organização das aulas, dentro dos problemas levantados pelos próprios alunos, demonstrou se por meio de diálogo que são capazes de participar ativamente em aulas de Física. Portanto, ficou evidenciado que a disciplina não é simplesmente mecanização de exercícios, e sim, o estudo de fenômenos e situações presentes em seu cotidiano. Apesar de outros conceitos e situações não serem abordadas, como por exemplo, situações referentes à rendimento nos bicos de pivôs, energia cinética do líquido em escoamento, e maior aprofundamento na hidrodinâmica, as possibilidades de reorganizações e adaptações fica a critério de cada professor.

Por fim, o diálogo e a problematização proporcionaram aos estudantes uma reflexão crítica sobre as questões que relacionavam os conhecimentos de Hidrostática com aspectos ambientais, logo, essa visão oportuniza uma aula dialogada, na qual a troca de experiências e conhecimentos é de suma importância para o processo de ensino e aprendizagem. Ficou evidenciado, as potencialidades que esse tipo de metodologia nesse caso ATF na dinâmica dos 3MPs, proporcionam uma compreensão dos fenômenos de forma mais ampliada. Isso porque o encontro com as contradições sociais permite que as situações sejam compreendidas pelos educandos de forma a refletir nas suas ações e ter conhecimento que os fenômenos em sua maioria são resultantes de atividades humanas e não uma fatalidade, proporcionando habilidades de intervenção e precaução nas suas construções levando em consideração, as normas de proteção ao direito coletivo.

Como produto dessa dissertação, sistematizamos uma sequência didática ancorada nos pressupostos freireanos que foi construída na interlocução com os conhecimentos científicos, com as questões e experiências dos estudantes em torno do tema referente a Barragem a distribuição e usos dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA - Agência Nacional de Águas. **Evolução da organização e implementação da gestão de bacias no Brasil**. Conferência Internacional de Órgãos de Bacia, CIOB, Madri, 2002.

ANDRADE JR., N. V. **Arquitetura Moderna na Bahia, 1947-1951: Uma História a Contrapelo**. Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo apresentada a Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia. Salvador, p. 169. 2012.

BARCELLOS, L, GERVÁSIO, S., JONIS, M. SILVA & COELHO, G. A Mediação Pedagógica de uma Licencianda em Ciências Biológicas em uma Aula Investigativa de Ciências Envolvendo Conceitos Físicos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2019, v.19, p. 37-65.

BOA ESPERANÇA. **Plano Municipal De Saneamento Básico e Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMSB/PMGIRS)**. Boa Esperança - ES, 2018. Disponível em: <<http://www.saneamentomunicipal.com/seu-pmsb/es/item/103-boa-esperanca-es>>. Acesso 01/12/2020.

BRASIL. **Agência Nacional de Águas – ANA**. Edição Comemorativa do dia Mundial da Água: A Evolução da Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil. S.I.: Agência Nacional de Águas – ANA, mar. 2002.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação** nº. 9394 de 20 de dezembro de 1996.

BONFIM, D. S. **A Abordagem dos Três Momentos Pedagógicos no Estudo de Velocidade Escalar Média**: Experiências em Ensino de Ciências Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), V. 13, n. 1, p. 187-197,2018. Disponível em:<<https://docgo.net/a-abordagem-dos-tres-momentos-pedagogicos-no-estudo-de-velocidade-escalar-media>>. Acesso em: 27 de dezembro de 2020.

BRASIL. CON /1988 (CONSTITUIÇÃO FEDERAL DE 1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, DF, 05 de outubro de 1988, p.1 (ANEXO). Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acessado em: 03/01/2020.

_____. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. **Decreta o Código de Águas. Diário Oficial da União - Seção 1 - 20/7/1934, Página 14738 (Publicação Original). Rio de Janeiro, 10 de julho de 1934.** Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm>. Acessado em: 03/01/2020.

_____. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF 09/01/1997, p. 470. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em: 03/01/2020.

_____. Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. **Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, DF, 18 de julho de 2000, p.1. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9984.htm>. Acessado em: 03/01/2020.

Calamidade pública é decretada por causa da seca em Pinheiros, ES **G1**, 27 set. 2013. Disponível em:< <http://g1.globo.com/espírito-santo/noticia/2013/09/seca-faz-prefeitura-decretar-calamidade-publica-em-pinheiros-es.html> > Acesso em: 03 dez. 2020.

CARVALHO, J. de A. **Dimensionamento de pequenas barragens para irrigação.** Lavras: Ed. UFLA, 2008. 153p.

CARVALHO, A. P. V.; DIAS, H. T.C; TONELLO, K .C; Paiva, H. N. **Precipitação Efetiva E Recarga Do Lençol Freático Na Bacia Hidrográfica Do Riacho Fundo, Felixlândia-Mg.** Disponível em:

<https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622016000600965&lng=en&tIng=en>. Acesso em 12 de dezembro de 2020.

CASTRO, L. P. **Avaliação do comportamento do nível d'água em barragem de contenção de rejeito alteada a montante.** Dissertação de Mestrado apresentada à Escola Politécnica da Universidade Federal de São Paulo, USP., p 42. 2008. Disponível em https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3134/tde-30092008-153409/publico/Dissertacao_Revisada_2008.pdf . Acesso 11 de dezembro de 2020.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio ambiente. Resolução nº 20/86.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Brasil). Resolução no 32, de 15 de outubro de 2003. **Institui a Divisão Hidrográfica Nacional.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 245, 17 dez. 2003. Seção 1, p. 142-143. Disponível em: <<https://cnrh.mdr.gov.br/>>. Acesso em 03 de dezembro de 2021.

DAMIANI, M. F.; ROCHEFORT, R. S.; CASTRO, R. F.; DARIZ, M. R., Pinheiro, S. S. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Caderno de Educação**, Pelotas, p. 57-67, ago. 2013.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Metodologia do ensino de ciências.** São Paulo: Cortez, 1994.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. e PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos.** São Paulo: Cortez, 2002.

DELIZOICOV, D.; MUENCHEM, C. A Construção de um Processo Didático-Pedagógico Dialógico: Aspectos Epistemológicos. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.14. p.199-215, 2012. Disponível em:<<https://www.scielo.br/pdf/epec/v14n3/1983-2117-epec-14-03-00199.pdf>>. Acesso em: 27 de dezembro de 2020.

EXPERIMENTO SOBRE A PRESSÃO ATMOSFÉRICA. **Ciência e Clima**, 2018. Disponível em:<<https://cienciaclima.com.br/experimento-sobre-a-pressao-atmosferica/>> Acesso em: 01 de dez. de 2020.

FILHO, J. L. A.; LEITE, C. B. B. Elevações Induzidas no Lençol Freático devido a Formação de Reservatórios. **Geociências**, v.7, p.64-74, 2002. Disponível em: <<http://revistas.ung.br/index.php/geociencias/article/viewFile/1442/1239> >. Acesso em novembro de 2020.

FREIRE, P. **Conscientização: teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire**. São Paulo. Cortez & Moraes, 1979.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 73 ed. Rio de Janeiro/São Paulo. Paz e Terra. 2020.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. 59 ed. Rio de Janeiro/São Paulo. Paz e Terra. 2019.

FREIRE, P. **Educação como Prática da Liberdade**. 45 ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra. 2019.

GALIAZZI, M. C.; MORAES, R. **Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces**. *Ciência & Educação*, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

GAMA, A. C. **O Ensino de Física na EJA: uma Proposta Com Foco na Utilização de Atividades Experimentais Demonstrativas um Exemplo no Estudo da Hidrostática**. 2015. 343 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ensino e Física). Universidade Federal do Espírito Santo.

GEHLEN, S. T. **A função do problema no processo de ensino aprendizagem de Ciências: Contribuições de Freire e Vygotsky**. 2009. (Tese de doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

GEHLEN, S. T.; SOLINO, A.P. **Abordagem Temática Freireana e o Ensino de Ciências por Investigação: Possíveis Relações Epistemológicas e Pedagógicas**.

Revista Investigações em Ensino de Ciências (IENCI), Universidade Estadual de Santa Cruz, v.19, n.1, p. 141-162, 2014. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ieneci/article/viewFile/100/71>>. Acesso 07 de março de 2021.

HALLIDAY, D; RESNICK, R; WALKER, J. **Fundamentos de física**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Rio de Janeiro: LTC, 2012, 2V.

HOHENBERGER, L. **Avaliação de Uniformidade de Distribuição de Água em um Pivô Central no Município de Alegrete-RS**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pampa, Engenharia Agrícola. Rio Grande do Sul, p.24. 2016. Disponível em: <<http://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riiu/829/1/Avalia%C3%A7%C3%A3o%20de%20uniformidade%20de%20distribui%C3%A7%C3%A3o%20de%20%C3%A1gua%20em%20um%20piv%C3%B4%20central%20no%20munic%C3%ADpio%20de%20Alegrete-RS.pdf>> . Acesso em 13 de dezembro de 2020 .

IBGE-**INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**, 2010. **Resultado dos Dados Preliminares do Censo – 2010**. www.ibge.gov.br/cidade@

MENDONÇA, C. E. S.; SILVA, M. S. L.; ANJOS, J. B.; ROCHA, J. C.; MELLO, A. C. P.; XENOFONTE, G. H. S.; ARAÚJO, J. A. Barragem Subterrânea: uma Alternativa para o Semiárido do Nordeste do Brasil. **Projeto de pesquisa da EMBRAPA semiárido**. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/197537/1/SDC197.pdf>>. Acesso em 29 de novembro de 2020.

MELLO, C. R; SILVA, A. M. **Hidrologia: Princípios e Aplicação em Sistemas Agrícolas**. Lavras: 1ª ed. UFLA, 2013. 455p.

MUENCHEN, C. **A disseminação dos Três Momentos Pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS**. Florianópolis. 273 p. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. **A construção de um processo didático-pedagógico dialógico: aspectos epistemológicos**. Ensaio: Pesquisa em

Educação em Ciências (Online), Belo Horizonte/MG, v. 14, n. 03, p. 199-215, set./dez. 2012.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. **Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro "Física"**. Ciência & Educação, Bauru, vol.20, n.3, p.617-638, 2014.

NASCIMENTO, W. J.; COSTA, P. C. F; BONFIM, D. D S K. Os Três Momentos Pedagógicos no Estudo de velocidade escalar média. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, p. 187-197, 2018.

NETTO, José Martiniano de Azevedo; FERNANDEZ, Miguel Fernandez y. **Manual de Hidráulica**. 9. ed. Blucher, 1998.

PETRELLA, Riccardo. O manifesto da água; argumentos para um contrato mundial. Trad. Vera Lúcia Mello Joscelyne. Petrópolis (RJ): Vozes, 159 p. 2002.

PINHEIROS. 2002. **DIA-Declaração de Impacto Ambiental**. Protocolo nº3360/02, IEMA. Pinheiros, ES.

PINHEIROS. **Plano Municipal de Saneamento Básico e Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMSB/PMGIRS)**. Pinheiros, ES, 2017. Disponível em: <<https://sedurb.es.gov.br/Media/sedurb/PDF/Etapa%202%20-%20Diagn%C3%B3stico%20Tecnico%20Participativo%20Pinheiros.pdf> . Acesso 01/12/2020.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos**. [S.l: s.n.], 2006.

PORLÁN, R.; MARTÍN, J. El diário del professor: **un recurso para la investigación la aula**. Sevilla: Díada, 1997.

PINHEIROS: **Declaração de Impacto Ambiental**, Barragem Rio Itauninhas.2002.

Prefeito de Boa Esperança, ES, decreta de estado de emergência. **G1**, 06 fev. 2015. Disponível em: < <http://g1.globo.com/espirito-santo/noticia/2015/02/prefeito-de-bo-esperanca-es-decreta-de-estado-de-emergencia.html> > Acesso em: 03 dez. 2020.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 2002.

REDAÇÃO FOLHA VITÓRIA. Maior Barragem do Estado é Inaugurada. **Folha de S. Paulo**. 31 dez 2018. Disponível em: <<https://www.folhavoria.com.br/geral/noticia/03/2018/maior-barragem-do-estado-e-inaugurada>>. Acesso em: 01 de Dez de 2020.

ZAGO, C. U. **Alternativas para trabalhar as dificuldades de aprendizagem baseadas no lúdico**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2003.

RICARDO, E. **Problematização e contextualização no ensino de física**. In: Carvalho, A. M. P.(org.). Ensino de Física. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

RODES, Giovane. P. **O processo de implementação de uma sequência de ensino investigativa e o desenvolvimento de conceitos relacionados à hidrostática no ensino médio**. 2017.129 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

SEDU. **I Encontro dos “Centros Integrados de Educação Rural” –CIER’s Municípios: Boa Esperança, Nova Venécia e São Gabriel da Palha**. 1986.

Projeto Político Pedagógico. **Centro Estadual Integrado de Educação Rural de Boa Esperança**. p.2, 2014.

SANTOS, Laryssa. C. **Estudo sobre a Instrumentação de Barragens de terra e rejeitos**. Trabalho De Conclusão De Curso (Faculdade de Engenharia Civil). Universidade Federal de Uberlândia, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/28051/4/EstudoSobreInstrumenta%C3%A7%C3%A3o.pdf> . Acesso em 11 de dezembro de 2020.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula.** Alfabetização científica no ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo e sala de aula/Lúcia Sasseron. 2008. 265 p + anexos (1 – 180). Tese de doutorado. Programa de Pós graduação Área de concentração :Ensino de matemática FAE/USP, São Paulo, 2008.

SECA DEIXA CINCO MUNICÍPIOS EM CALAMIDADE PÚBLICA. A tribuna, 20 out. 2013. Disponível em:<
http://www.ijsn.es.gov.br/ConteudoDigital/20160713_aj06228_desertificacao_seca.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2020.

SOARES, A. J. D. **Construção coletiva do portal educação do campo.**2017. 58f. Dissertação em Mestrado. (Programa de Pós-Graduação em Educação), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2017.

SOLINO, A. P. **Abordagem Temática Freireana E O Ensino De Ciências Por Investigação: Contribuições Para O Ensino De Ciências/Física Nos Anos Iniciais.** Ana Paula Solino Bastos Jequié, 2013. 203f. Dissertação em Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores. Universidade Estadual do sudoeste da Bahia, 2013.



Prezado superintendente Leilson Duarte, eu Natiel da Silva Santos venho por meio deste documento solicitar vossa autorização para realizar parte da minha pesquisa de Mestrado que tem como tema o estudo da Barragem Engenheiro Valter José Matielo. Atuo como professor de Física da Rede Pública Estadual no município de Boa Esperança e, atualmente, sou aluno de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGENFis) na Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes). Pretendo desenvolver atividades da educação básica como observações ao longo do empreendimento que favoreçam a construção de conhecimento em torno dessa construção e suas implicações para os municípios do entorno. Diante dessa solicitação segue anexo a esse documento o resumo da minha pesquisa apresentando de forma sucinta meu embasamento teórico, objetivos de pesquisa e futuras análises e discussões.

Desde já agradeço,

Atenciosamente,

Natiel da Silva Santos

Natiel da Silva Santos

Geide Rosa Coelho

Prof. Dr. Geide Rosa Coelho

Orientador da Pesquisa

(Assinatura de Autorização)

Superintendente do CIM Itaúninhas ES

LD

Leilson Duarte <dr.leilsonduarte@gmail.com>

Qui, 24/10/2019 16:38

Para: Você

Boa tarde abençoado professor Natiel.

Confirmando o recebimento do ofício solicitado a visita de estudo com os alunos do Centro Estadual Integrado de Educação Rural de Boa Esperança-CIER-BE. E ainda com base da sua Pesquisa de Mestrado. E é com alegria que o Consórcio Intermunicipal Vale do Itaúninhas confirma vossa solicitação, para recebe-los no dia 25/10 às 8:00 horas.

Atenciosamente;

Leilson Duarte
Superintendente

natiel s s <natielsilva@hotmail.com> escreveu no dia quinta, 24/10/2019 à(s) 16:06:

Leilson Duarte
Advogado - OAB/ES 22.690
27 99608-9065

Resposta veio por e-mail:

APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



Termo de consentimento livre e esclarecido

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário (a), do Projeto de Pesquisa sob o título "Uma Proposta De Sequência de ensino contextualizada para a construção de conceitos relacionados à Hidrostática com estudantes do Ensino Médio". Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, você não sofrerá qualquer tipo de penalidade, de forma alguma. Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com qualquer um dos responsáveis pela pesquisa: Prof. Natiel da Silva Santos; E-mail: natielsilva@hotmail.com (27) 995182536 e com o orientador da pesquisa prof. Dr. Geide Rosa Coelho (UFES) pelo telefone: (27) 4009-2543, E-mail: geidecoelho@gmail.com.

Nesse trabalho, buscamos entender como os alunos se comportam, interagem, na construção de conhecimentos no processo ensino-aprendizagem ao se aproximarem da prática da construção de saberes relacionadas ao Tema "Barragem Engenheiro Valter José Matielo, até quanto nos é útil? "apropriando de informações diversas sobre esse empreendimento, utilizando informações científica além de outras fontes que contemplem o objetivo que é proporcionar uma compreensão e até superação de situações limites sobre a harragem, no que diz respeito ao seu benefício, alterações no contexto do sujeito envolvido e até mesmo a compreensão da necessidade de construção da harragem. O trabalho prevê uma visita a Barragem de represamento de água para capitação. A produção de dados será feita no Centro Estadual Integrado de Educação Rural de Boa Esperança (CEIER-BE) durante as aulas que poderão ser gravadas em vídeo e/ou áudio e, posteriormente, que serão utilizadas unicamente com o intuito desta pesquisa, não havendo qualquer repasse a terceiros para efeito comercial/financeiro. Haverá também produção de dados na forma de textos, dissertações e desenhos desenvolvidos por vocês durante as aulas.

Esclarecemos ainda que não haverá nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira pela sua participação. Garantimos também sigilo que assegura a sua privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa. E reiteramos mais uma vez que você tem toda liberdade de se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado.

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO DA PESQUISA

Eu, _____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo como sujeito. Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo pesquisador Natiel da Silva Santos sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios, caso existam, decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Pinheiros 21 de outubro de 2019.

Assinatura do participante

Assinatura do professor responsável

Assinatura do representante legal

Eu, Natiel da Silva Santos, obtive de forma voluntária o **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido** do sujeito da pesquisa ou representante legal para a participação da pesquisa.

[Aluno:]

APÊNDICE D - OS DIREITOS DA ÁGUA

Os Direitos da Água

Em 22 de março de 1992 a ONU (Organização das Nações Unidas) instituiu o "Dia Mundial da Água", o qual vem sendo lembrado por entidades governamentais e não governamentais, como mais um dia mundial de luta em defesa da preservação da Natureza.

A ONU redigiu um documento intitulado "Declaração Universal dos Direitos da Água".

O texto merece profunda reflexão e divulgação por todos os amigos e defensores do Planeta Terra, em todos os dias e não apenas no 22 de março.

"Declaração Universal dos Direitos da Água"

- 1.-A água faz parte do patrimônio do planeta. Cada continente, cada povo, cada nação, cada região, cada cidade, cada cidadão, é plenamente responsável aos olhos de todos.
- 2.-A água é a seiva de nosso planeta. Ela é condição essencial de vida de todo vegetal, animal ou ser humano. Sem ela não poderíamos conceber como são a atmosfera, o clima, a vegetação, a cultura ou a agricultura.
- 3.-Os recursos naturais de transformação da água em água potável são lentos, frágeis e muito limitados. Assim sendo, a água deve ser manipulada com racionalidade, precaução e parcimônia.
- 4.-O equilíbrio e o futuro de nosso planeta dependem da preservação da água e de seus ciclos. Estes devem permanecer intactos e funcionando normalmente para garantir a continuidade da vida sobre a Terra. Este equilíbrio depende, em particular, da preservação dos mares e oceanos, por onde os ciclos começam.
- 5.-A água não é somente herança de nossos predecessores; ela é, sobretudo, um empréstimo aos nossos sucessores. Sua proteção constitui uma necessidade vital, assim como a obrigação moral do homem para com as gerações presentes e futuras.
- 6.-A água não é uma doação gratuita da natureza; ela tem um valor econômico: precisa-se saber que ela é, algumas vezes, rara e dispendiosa e que pode muito bem escassear em qualquer região do mundo.
- 7.-A água não deve ser desperdiçada, nem poluída, nem envenenada. De maneira geral, sua utilização deve ser feita com consciência e discernimento para que não se chegue a uma situação de esgotamento ou de deterioração da qualidade das reservas atualmente disponíveis.
- 8.-A utilização da água implica em respeito à lei. Sua proteção constitui uma obrigação jurídica para todo homem ou grupo social que a utiliza. Esta questão não deve ser ignorada nem pelo homem nem pelo Estado.
- 9.-A gestão da água impõe um equilíbrio entre os imperativos de sua proteção e as necessidades de ordem econômica, sanitária e social.
- 10.-O planejamento da gestão da água deve levar em conta a solidariedade e o consenso em razão de sua distribuição desigual sobre a Terra.

http://www.ecolnews.com.br/direitos_da_agua.htm

APENDICE E - ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM ENG. VALTER JOSÉ MATIELO.



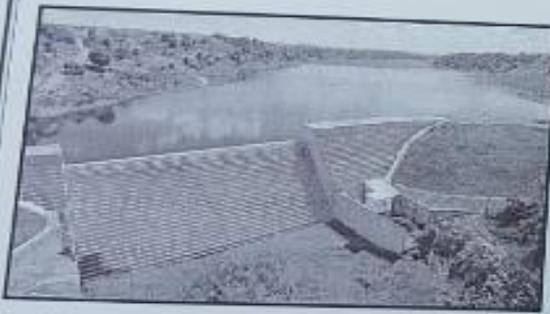
CONSORCIO PÚBLICO
Vale do Itauninhas
BARRAGEM ENGENHEIRO VALTER JOSÉ MATIELO

A Barragem hoje denominada **ENGENHEIRO VALTER JOSÉ MATIELO**, teve o início de sua construção em 2002, em um convênio da Prefeitura de Pinheiros e o Governo Federal, através do Ministério da Integração Nacional, com um forte apoio da Bancada Capixaba e do Governo Estadual.

A barragem que se localiza sob as coordenadas UTM N7.956.084 e E 373.917, entre os municípios de Boa Esperança e Pinheiros, teve um investimento de aproximadamente, 20.000.000,00 (vinte milhões de reais). A obra foi finalizada e entrou em operação no final de 2017 com a iniciativa do Governo Estadual.

A barragem que possui área alagada de 256 hectares, equivalente a 256 campos de futebol, com volume de 10 milhões de m³, em torno de 17 bilhões de litros de água, com a sua válvula aberta em 100%, tem a vazão de 80.000 litros por minuto; foi concluída com recursos do Governo de Estado, por intermédio das Secretarias de Estado da Agricultura (SEAG) e Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano (SEBURB), tratando-se da maior barragem do escopo do Programa Estadual de Construção de Barragem e, atualmente a maior barragem pública do Estado, possuindo grande potencial para alavancar o desenvolvimento de toda região, em diversos aspectos, especialmente os relacionados ao abastecimentos humano, agricultura, pecuária, pesca, pesquisa, esporte e lazer.

Para gerir este empreendimento de tamanha grandeza, foi criado o **CONSORCIO INTERMUNICIPAL VALE DO ITAUNINHAS (CIM)**, um ente público criado a partir da união de dois municípios, Pinheiros e Boa Esperança, que hoje aportam nos seus orçamentos aproximadamente R\$ 190.000,00 (cento e noventa mil reais) cada um por ano. Como os recursos, são ínfimos diante da grandeza do empreendimento, também participa através de Convênios, o Governo do Estado do Espírito Santo.




Fotos: Joaquim Miguel

Aqui fica os agradecimentos do Consórcio Vale do Itauninhas aos alunos do Centro Estadual Integrado de Educação Rural de Boa Esperança - CIER-BE, pela ilustre visita. E que Deus abençoe sempre a jornada de vocês.

Pinheiros-ES, 25 de outubro de 2019.

Arnábio Pinheiro Silva
Presidente

Leilson Duarte
Superintendente

APENDICE F - PRODUTO EDUCACIONAL

A DINÂMICA DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DA HIDROSTÁTICA

BARRAGEM
ENG. VALTER J. MATIELO



Natiel da Silva Santos
Geide Rosa Coelho





UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

NATIEL DA SILVA SANTOS

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA A PARTIR DA DINÂMICA DOS TRÊS
MOMENTOS PEDAGÓGICOS PARA O ENSINO DE HIDROSTÁTICA

Vitória – ES
Fevereiro – 2021

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| APRESENTAÇÃO..... | 8 |
| 1. ASPECTOS TEÓRICO METODOLÓGICOS | 9 |
| 1.1 Abordagem Temática Freireana e os 3MPs..... | 9 |
| 1.2 Papel do Professor ao adotar a Proposta de Abordagem Temática Freireana..... | 9 |
| 2. CONCEITOS FUNDAMENTAIS DE HIDROSTÁTICA | 12 |
| 2.1. Fluidos | 12 |
| 2.2. Massa específica e Pressão | 12 |
| 2.3 Fluidos em repouso | 13 |
| 2.4. Pressão barométrica e o Barômetro de Mercúrio | 14 |
| 2.5 O Manômetro de Tubo Aberto | 15 |
| 2.6. O Princípio de Arquimedes | 15 |
| 2.7. O Princípio de Arquimedes – Flutuação e Peso Aparente..... | 16 |
| 2.7.1 Escoamento laminar..... | 17 |
| 2.7.2 A Equação de Continuidade | 18 |
| 3. A SEQUÊNCIA DIDÁTICA ESTRUTURADA NOS 3 MOMENTOS PEDAGÓGICOS (3MPS).19 | |
| 3.1. A Sequência Didática: Os Três Momentos Pedagógicos no Estudo de Hidrostática .. | 19 |
| 3.1.1 Aula 1 - 1º Momento Pedagógico: Problematização inicial | 19 |
| 3.1.2 Continuação da aula 1 - 2º Momento Pedagógico: Organização do Conhecimento | 21 |
| 3.1.3 3º Momento Pedagógico: Aplicação do Conhecimento | 22 |
| 4. Aula 3 | 24 |
| 4.1 - 1º Momento Pedagógico: Problematização inicial..... | 24 |
| 4.2 - 2º Momento Pedagógico: Organização do Conhecimento..... | 26 |
| 4.3 - 3º Momento Pedagógico: Aplicação do Conhecimento | 29 |
| 5. Aula 3 | 31 |

| | |
|--|----|
| 5.1 - 1º Momento Pedagógico: Problematização inicial..... | 31 |
| 5.2 - 2º Momento Pedagógico: Organização do Conhecimento | 32 |
| <i>Vertedouros e comportas</i> | 33 |
| 5.3 - 3º Momento Pedagógico: Aplicação do Conhecimento | 39 |
| 6. Considerações Relevantes | 48 |
| Referências Bibliográficas..... | 50 |

Apresentação

Este é o Produto da Dissertação de Mestrado de Natiel da Silva Santos, orientado pelo Prof. Dr. Geide Rosa Coelho, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com a Universidade Federal do Espírito Santo. O objetivo da pesquisa articulada a esse produto é descrever o processo de construção de uma sequência didática na qual nos aproximamos da proposta didática dos Três Momentos Pedagógicos (3 MPs) e identificar as possibilidades de construção de conceitos de hidrostática. Neste material disponibilizamos um breve capítulo de referencial teórico que discute os aspectos teóricos e metodológicos da dinâmica denominada, Três Momentos Pedagógicos proposta por Delizoicov e Angotti (1990), ampliada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002).

Em seguida apresentamos uma revisão bibliográfica de livros clássicos de Física do ensino superior como Halliday e Resnick (2012), para sistematizar conceitos de Hidrostática. Por fim, apresentamos a Dinâmica dos 3 Momentos Pedagógicos (3MPs) elaborada e desenvolvida durante a pesquisa. A disponibilização desse material tem objetiva compartilhar as experiências durante o desenvolvimento da sequência didática, bem como as atividades de sistematização que foram utilizadas.

Esse trabalho foi desenvolvido em uma escola pública estadual do município de Boa Esperança com alunos da 1ª série do Ensino Médio Integrado a Educação Rural. As análises foram realizadas por meio da interpretação das interações discursivas gravadas em áudio e vídeo.

1. ASPECTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

1.1 Abordagem Temática Freireana e os 3MPs

A Abordagem Temática Freireana estrutura nos 3MPs, originada da transposição da concepção de Paulo Freire (2020) para um contexto de educação formal, que enfatiza uma educação dialógica, na qual o professor deve estabelecer uma conexão entre o que aluno estuda cientificamente em sala de aula, com a realidade social. Muenchen e Delizoicov (2017), caracterizam a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos em três etapas e como propõem, caracterizando os momentos dispostos em uma estrutura de planejamento mantendo uma interlocução organizada na seguinte disposição; **Problematização Inicial:** apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam.

O primeiro momento é caracterizado pela compreensão e apreensão da posição dos alunos frente ao tema. Para Nascimento, Costa e Bonfim (2018), a postura do professor, deve ser voltada mais para questionar e lançar dúvidas sobre o assunto que para responder e fornecer explicações. **Organização do Conhecimento:** momento em que, sob a orientação do professor, os conhecimentos de física (e de outras áreas) necessários para a compreensão dos temas e da problematização apresentada inicialmente. Nessa perspectiva, Delizoicov e Angotti (1990) ressaltam a importância de diversificadas atividades, com as quais se poderá trabalhar para organizar a aprendizagem. **Aplicação do Conhecimento:** momento que se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento.

1.2 Papel do Professor ao adotar a Proposta de Abordagem Temática Freireana

Partindo do princípio do qual, educar é na verdade transformar a vida em processos permanentes de aprendizagem, dizer que é necessária uma construção de conhecimento na qual haja interação entre “Ensino e Vida”. Percebemos esta sequência de ensino e aprendizagem, e como foi proposto por Barcellos et al. (2019), uma busca de estimular e investigar e reflexão da própria prática a partir de ações concretas planejadas e desenvolvidas desenvolvendo práticas de intervenções que possibilitem que o sujeito

pesquisador vivencie as propostas. Dessa forma as aulas devem ser conduzidas de tal forma a promover o ato de pensar em que se suscita discussões em torno de uma resposta obtida e, em seguida, questionar sua veracidade, indicar caminhos que levam à resolução e orientar-se a reformulação de hipóteses para obtenção de conclusões. Freire (2020), nos adverte para a necessidade de assumirmos uma postura vigilante contra todas as práticas de desumanização. Para tal, o saber-fazer da autorreflexão crítica e a mobilização de diferentes saberes podem nos ajudar a fazer a necessária leitura crítica das causas da degradação humana e da razão de ser do discurso fatalista da globalização. Este fatalismo, às vezes, dá a impressão, em análises superficiais, de docilidade, como caráter nacional, o que é um engano. Este fatalismo, alongado em docilidade, é fruto de uma situação histórica e sociológica e não um traço essencial da forma de ser do povo (FREIRE, 2020).

A postura do educador deve ser tomada de forma a promover um ambiente de produção de conhecimento onde todos envolvidos sintam se provocados a examinar diversas fontes de saberes necessárias para a compreensão de algo que incorpora a sua dimensão sociocultural e transformar o ambiente de diálogo em um momento fomentado de ideias, fornecer subsídios para os alunos que proporcione percepções e tenham uma reflexão do que sabe, acredita e possivelmente possa estar limitado a um conhecimento impermeável a mudanças onde a justificativa de muitas transformações são atribuídas a fatalidades, e muitas vezes não são capazes de entender a situação de forma que a sua existência é fruto da ação humana. Sendo assim, apropriar de ideias fundamentadas em conhecimentos que envolvam todo o objeto de estudo e possíveis soluções que colaborem para a harmonia na sua convivência com o meio ambiente.

Apesar de buscarmos o protagonismo dos estudantes, o professor é elemento fundamental no desenvolvimento dessa abordagem didática porque sua postura influencia no desenvolvimento do processo educativo e conforme as problematizações são apresentadas, a condução da aula deve engajar os discentes na participação da construção do conhecimento na sala de aula. É esperado que durante essa abordagem os estudantes interajam uns com os outros, com as diferentes ideias, com materiais disponíveis (experimentos, textos, imagens, vídeos, entre outros), e com o professor, além disso, permitir que através da circulação de ideias o professor possa identificar

situações que permitam a intervenção com novos conhecimentos, que produzam a leitura crítica diante o problema levantado, estruturando o tema com base científica.

2.3. A Redução Temática

Para Solino (2013) a maioria dos currículos são pautados em uma perspectiva conceitual, em que a sua organização é estruturada com base nos conceitos científicos, os quais selecionam os conteúdos. Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011, p.189) defendem uma abordagem em que; “A lógica de organização é estruturada com base em temas, com os quais são selecionados os conteúdos de ensino das disciplinas”, indo de encontro ao proposto por Freire:

Nessa abordagem, a conceituação científica da programação é subordinada ao tema. [...] a partir da situação presente, existencial, concreta, refletindo o conjunto de aspirações do povo, que poderemos organizar o conteúdo programático da educação ou da ação política. O que temos que temos de fazer, na verdade, é propor ao povo, através de certas contradições básicas, sua situação existencial, concreta presente, como problema que, por sua vez, o desafia e, assim, lhes exige resposta, não só no nível intelectual, mas no nível da ação. (FREIRE, 2020, p. 100).

Neste produto, compartilhamos a importância do diálogo e da reflexão, a partir de provocações diante um tema do qual foi possível identificar possibilidades para a produção de conceitos científicos, apropriando de conceitos vivenciados pelos alunos, provocados a expor suas compreensões de certos fenômenos constituintes do ambiente de contexto sociocultural, mediante a sequência de aulas, planejadas a partir da Abordagem dos Três Momentos Pedagógicos.

Freire (2019), sinaliza para a necessidade de o docente estar sempre estudando para que a segurança na autoridade tenha fundamentos na sua competência profissional. “[...] não significa, que a opção e a prática democrática do professor ou da professora sejam determinadas por sua competência cientificamente preparados, mas autoritários a toda prova [...]” (FREIRE, 2019, p.90).

Precisamos ir além do nosso conhecimento específico ou funcionário numa instituição de ensino, é sermos competentes em criar um ambiente que proporcione a construção de conhecimentos a partir do diálogo entre os sujeitos envolvido no processo, e assim todos perceberem o seu papel na construção de conhecimento.

Ao analisarmos a dinâmica dos 3MPs, percebemos que até mesmo o educador, passa por uma dinâmica de transformação em busca do conhecimento mediador, não para centralizar o diálogo e sim para ter a competência necessária para identificação de

elementos estruturantes que permita a construção de conhecimento, emergido a partir do tema proposto.

Destaca-se que esses conteúdos necessitam ser previamente organizados e delimitados pelo professor e pela equipe de especialistas com a mesma finalidade, durante a etapa da Redução Temática. Gehlen (2009) chama atenção para o fato de que não são apenas os conceitos científicos que precisam ser destacados nesse momento, mas também a forma metodológica com a qual o professor conduz seus alunos à compreensão desses conhecimentos (GEHLEN e SOLINO, 2014, p.157)

Assim, entendemos que tais problemas são situações-limite que contribuem à realidade dos estudantes e que representam problemáticas que necessitam ser superadas pelos sujeitos envolvidos no processo de ensino aprendizagem.

2. CONCEITOS FUNDAMENTAIS DE HIDROSTÁTICA

2.1. Fluidos

Um fluido, ao contrário de um sólido, é uma substância que pode se amoldar aos contornos de qualquer recipiente. Os fluidos se comportam dessa forma porque não resistem a forças paralelas à superfície. Em outras palavras, os fluidos não resistem a tensões de cisalhamento Halliday e Resnick (2012). Por outro lado, muitos fluidos, como é o caso dos líquidos, resistem a tensões compressivas.

2.2. Massa específica e Pressão

Halliday e Resnick (2012) definem a massa específica ρ de um fluido em um ponto do espaço, isolamos um pequeno elemento de volume ΔV em torno do ponto e medimos a massa Δm do fluido contido nesse elemento de volume. No caso de um fluido homogêneo,

$$(\text{massa específica}) \quad \rho = \Delta m / \Delta V = m / V$$

A massa específica é uma grandeza escalar; a unidade no SI é o quilograma por metro cúbico (kg/m^3). Se a força perpendicular exercida sobre uma área plana A é uniforme, a pressão é definida através da equação:

$$(\text{Pressão de uma força uniforme em numa superfície plana}) P = F/A$$

A unidade de pressão do SI é o newton por metro quadrado, que recebe o nome de pascal (Pa). 1 atmosfera (atm.) = $1,01 \times 10^5$ Pa = 760 Torr = 14,7 libras/polegada⁶¹, (HALLIDAY e RESNICK, 2012).

2.3 Fluidos em repouso

A pressão em um ponto do fluido em equilíbrio estático depende da profundidade do ponto, não da dimensão horizontal do fluido ou do recipiente.

Abaixo uma representação de um tanque no qual um certo volume de água está contido em um cilindro imaginário com base horizontal de área A . Na figura 1 é possível visualizar quatro diferentes forças que interagem na superfície, contendo um cilindro imaginário imerso no líquido.

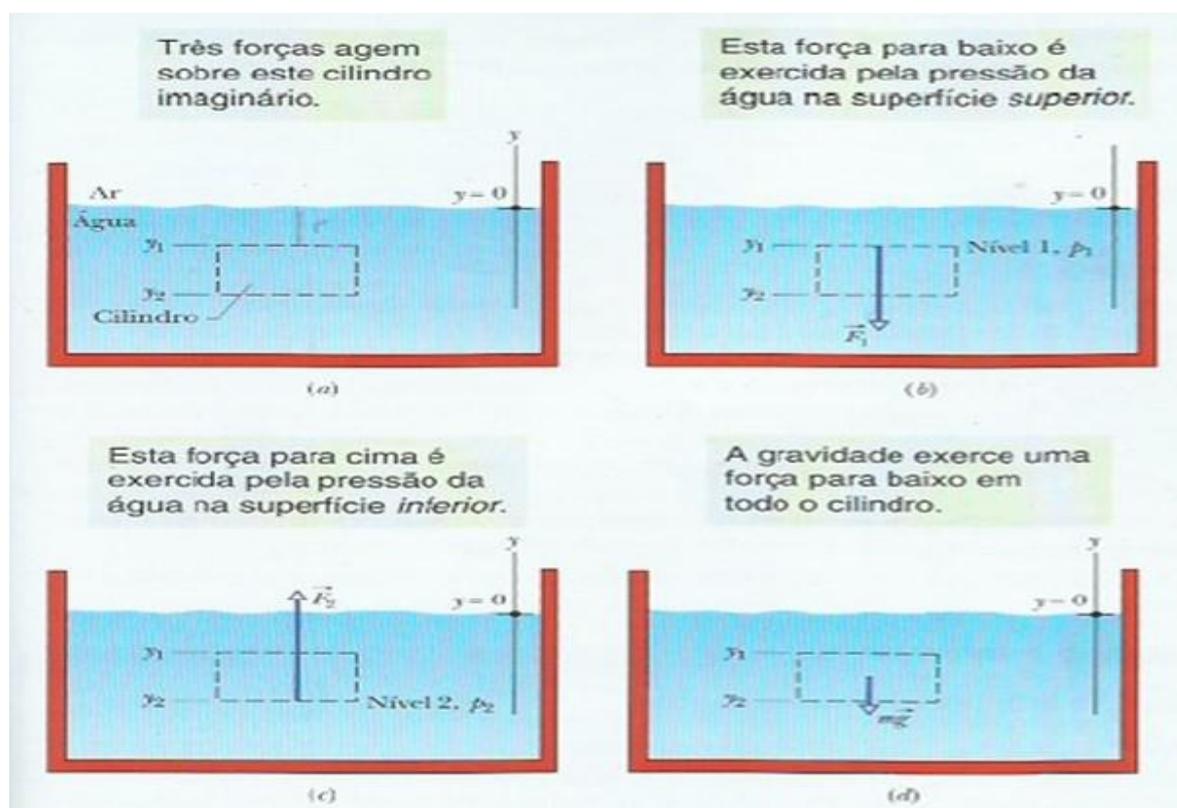


Figura- 1 Cilindro imaginário imerso no líquido.

Fonte: Halliday e Resnick (2012).

⁶¹ Uma polegada é igual a 2,54 centímetros ou 25,4 milímetros.

No diagrama representada na figura 2, é possível identificar que a resultante das forças causa equilíbrio e se anulam (HALLIDAY E RESNICK, 2012).

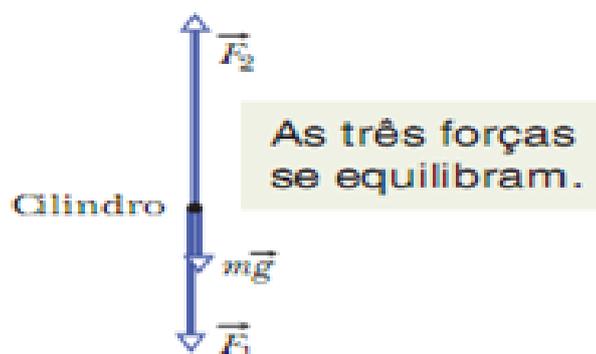


Figura 1 - Diagrama de corpo livre do volume de água.

Fonte: Halliday e Resnick (2012).

Se y_1 é um ponto na superfície do recipiente e y_2 em uma profundidade h , onde p_0 é a pressão na superfície e p é a pressão à profundidade h . O equilíbrio das três forças pode ser escrito na forma $F_2 = F_1 + mg$, (HALLIDAY e RESNICK, 2012). Se p_1 e p_2 são as pressões na superfície superior e na superfície inferior do volume, $F_1 = p_1A$ e $F_2 = p_2A$. A massa m da água contida no cilindro é $m = \rho V$, onde o volume V é o produto da área da base A pela altura $(y_1 - y_2)$, temos $m = \rho A (y_1 - y_2)$. Assim,

$$p_2A = p_1A + \rho Ag (y_1 - y_2) \quad p_2 = p_1 + \rho g (y_1 - y_2)$$

Caso o cilindro tivesse uma das faces rente à superfície, p_1 seria a pressão atmosférica e as diferenças entre os " y_1 " e " y_2 " seria a profundidade na qual o fundo do cilindro se encontra.

$$p = p_0 + \rho gh \text{ (pressão na profundidade } h)$$

2.4. Pressão barométrica e o Barômetro de Mercúrio

De acordo com Halliday e Resnick (2012), o barômetro de mercúrio é um instrumento usado para medir a pressão da atmosfera. O tubo de vidro está cheio de mercúrio e o espaço acima da coluna de mercúrio contém apenas vapor de mercúrio, cuja pressão pode ser desprezada. Se a pressão atmosférica é p_0 , e ρ é a massa específica, a pressão do líquido acima do nível 2 é dado por $p_0 = \rho gh$, sendo ρ massa específica do mercúrio e $h = 760$ mm.

2.5 O Manômetro de Tubo Aberto

O manômetro de tubo aberto, usado para aferir a pressão manométrica de um gás, é formado por um tubo em forma de U contendo um líquido e uma das extremidades ligada a um recipiente, cuja pressão manométrica se deseja medir, e a outra aberta para a atmosfera (HALLIDAY E RESNICK, 2012).

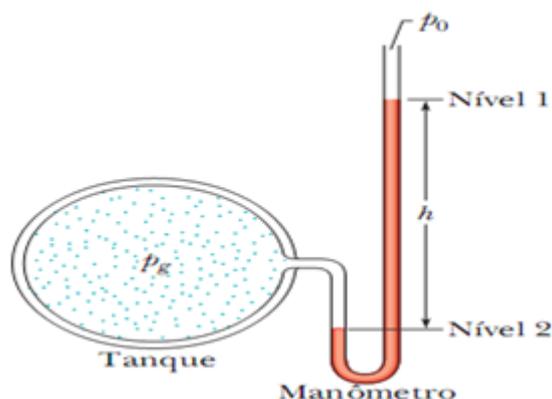


Figura 2 - Esquema de um manômetro de tubo aberto

Fonte: Halliday e Resnick (2012).

2.6. O Princípio de Arquimedes

Um corpo está total ou parcialmente submerso em um fluido, uma força de empuxo exercida pelo fluido age sobre o corpo. A força é dirigida para cima e tem um módulo igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo.

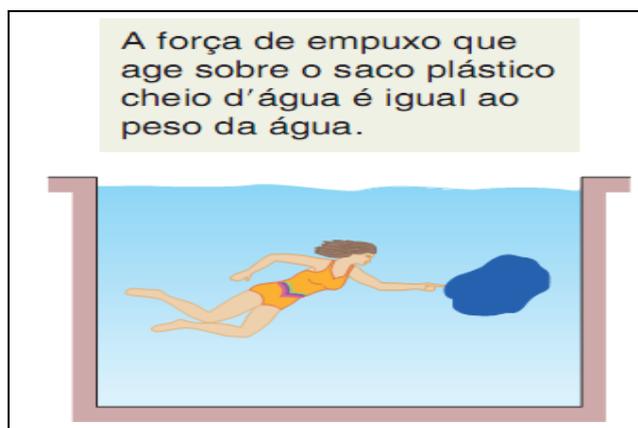


Figura 4 - Representação de corpos sob a ação do empuxo.

Fonte: adaptado de Halliday e Resnick (2012).

A força gravitacional experimentada pelo saco é equilibrada por uma força resultante de sentido vertical para cima exercida pela água. A força que age sobre o objeto é a força de empuxo, o módulo da força de empuxo é dado pela equação

$$F_E = m_f \cdot g \quad (\text{força de empuxo})$$

onde m_f é a massa do fluido deslocado, multiplicado ao volume do líquido deslocado pelo corpo.

2.7. O Princípio de Arquimedes – Flutuação e Peso Aparente

O módulo da força quando um corpo flutua em um fluido F_E , da força de empuxo que age sobre o corpo é igual ao módulo F_g da força gravitacional a que o corpo está sujeito, podemos descrevê-la como,

$$F_E = F_g$$

Isso ocorre na situação, na qual um corpo flutua em equilíbrio, em outras circunstâncias o peso do corpo e o empuxo provocado pelo líquido não terão o mesmo módulo no fluido, o módulo F_g da força gravitacional que age sobre o corpo é igual ao peso ($m_f \cdot g$) do fluido deslocado pelo corpo, onde m_f é a massa do fluido deslocado. Em outros termos, um corpo que flutua desloca um volume de fluido igual ao seu peso (HALLIDAY e RESNICK, 2012). Concluimos assim que o peso aparente de um objeto em um fluido é menor que o peso real do corpo e é igual à diferença entre o peso real e a força de empuxo que o fluido exerce sobre o corpo. Daí concluimos que,

$$(\text{Peso aparente}) = (\text{peso real}) - (\text{módulo da força de empuxo})$$

Na figura 3, podemos visualizar o fenômeno de flutuabilidade resultante da força de empuxo que equilibra a força gravitacional de um bloco que flutua.

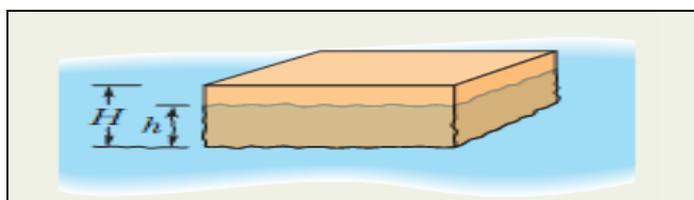


Figura 3 - Um bloco de altura H flutuando em um fluido com uma parte h submersa.

Fonte: Halliday e Resnick (2012).

O bloco está em repouso, a aplicação da lei de Newton às componentes das forças em relação a um eixo vertical y ($F_{res,y} = m \cdot a_y$) temos,

$$F_E - F_g = m (0)$$

Em termos da densidade e das dimensões C , para comprimento, L para largura e H (altura total) do bloco e do conhecimento que

$$F_g = mg,$$

em termos da massa específica do fluido

$$p = \rho_f \cdot V \cdot g \text{ e Volume } V = CLH$$

$$p = \rho_f CLHg$$

$$\rho_f CLhg - \rho_f CLHg = 0$$

Caso o bloco se encontre submerso ao fluido, e volume da água é $V = CLH$, em situações das quais o bloco submerso, significa $F_E > F_g$ e o bloco é acelerado para cima. De acordo com Halliday e Resnick (2012),

$$F_e - F_g = m \cdot a$$

ou

$$\rho_f CLHg - \rho_f CLHg = \rho_f CLHa$$

substituindo a massa m do bloco por $\rho_f CLH$ e sendo a altura submersa no bloco igual a m .

2.7.1 escoamento laminar

Para Halliday e Resnick (2012), existem pelo menos quatro tipos de escoamentos, e podemos assim descrevê-las; *Escoamento laminar*, a velocidade do fluido em um ponto qualquer não varia com o tempo, como sinaliza a figura 4.

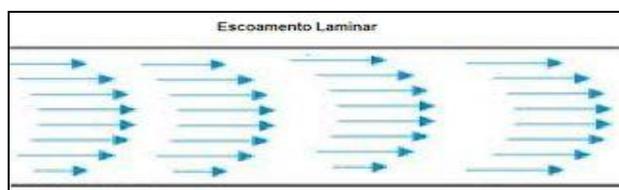


Figura 4 -Fluxo laminar de escoamento. Fonte: Pinterest⁶².

⁶² Disponível em: <https://br.pinterest.com/>. Acesso 09 de Dezembro de 2020.

Escoamento incompressível; aqueles que sofrem desprezivelmente a ação da compressão dos fluidos no escoamento; *Escoamento não viscoso* em que a viscosidade de um fluido é uma medida da resistência que o fluido oferece ao escoamento. Um objeto imerso em um fluido não viscoso não experimenta uma força de arrasto viscoso e, se não está sujeito a uma força, se move com velocidade constante no interior do fluido. *Escoamento irrotacional* aqui um corpo de prova em suspensão no fluido não gira em torno de um eixo que passa pelo centro de massa.

Os fluidos, submetidos a *escoamento turbulento*, se comporta em fluxo turbulento ou simplesmente turbulência o escoamento de um fluido em que as partículas se misturam de forma não linear, isto é, de forma caótica com turbulência e redemoinhos, em oposição ao fluxo laminar (HALLIDAY; RESNICK, 2012).

2.7.2 A Equação de Continuidade

O conceito de vazão de um fluido relacionado ao escoamento constante através de um comprimento L de um tubo, da extremidade de entrada, à esquerda, até a extremidade de saída, à direita.

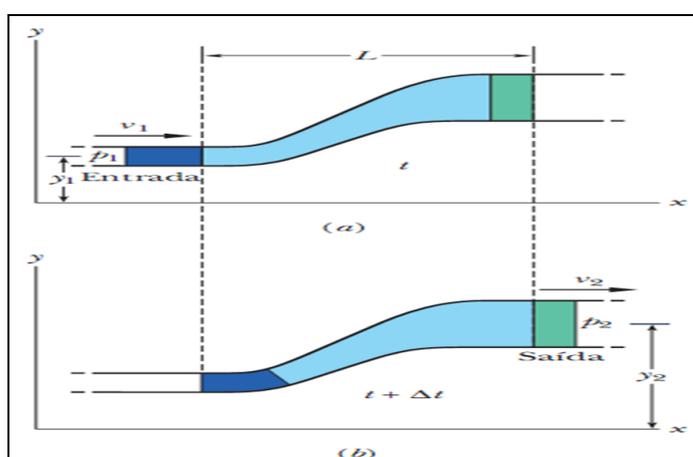


Figura 5 - Esquema de um tubo com um fluido em escoamento.

Fonte: Halliday e Resnick (2012).

Em uma situação na qual a velocidade de um fluido aumenta enquanto o fluido se move horizontalmente ao longo de uma linha de fluxo, a pressão do fluido diminui, e vice-versa (HALLIDAY e RESNICK, 2012). Adotando ΔV comum às duas extremidades para relacionar as velocidades e áreas. Para isso, consideramos primeiramente a vista lateral esquerda no tubo representado na figura acima, com seção reta uniforme de área A , com um fluido escoando ao longo do tubo de velocidade durante um intervalo de tempo Δt percorrendo uma distância $\Delta x = v \cdot \Delta t$, temos:

$$\Delta V = A \Delta x = A.v.\Delta t \text{ e}$$

$$\Delta x = v.\Delta t,$$

a equação da continuidade será dada por

$$\Delta V = A_1 v_1 \Delta t = A_2 v_2 \Delta t.$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \text{ (equação da continuidade)}$$

3. A SEQUÊNCIA DIDÁTICA ESTRUTURADA NOS 3 MOMENTOS PEDAGÓGICOS (3MPS)

A Dinâmica dos 3 MPs foi organizada seguindo uma divisão de três aulas, sendo a primeira o dia da visita a barragem “Eng. Valter José Matielo” (cerca de 90 minutos), seguida de 3 aulas em sala de (55 minutos cada). Durante o planejamento buscamos proporcionar a construção das atividades didático-pedagógicas baseadas em um tema como possibilidade de construção de conceitos de Hidrostática na primeira série do Ensino Médio Integrado a Educação do Campo.

No momento do Levantamento Preliminar, foi possível identificar, por meio da análise das unidades de significado, de acordo com Solino (2013), as situações significativas próximas que representavam uma contradição social vivenciada pelos sujeitos da pesquisa, tais como: a existência de possíveis barragens irregulares, pivôs inadequados de irrigação situados na bacia hidrográfica do Itaúnas, a crescente perfuração de poços artesianos, tudo isso em sintonia com os períodos de estiagem ou chuvosos.

Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), essas situações se configuram como problemáticas e estão constantemente presentes na realidade dos alunos e precisam ser compreendidas por eles para assim transformá-las.

Na sugestão de desenvolvimento e detalhes críticos da aula apresento minha experiência como professor que desenvolveu a sequência aproximando da abordagem temática freireana.

3.1. A Sequência Didática: Os Três Momentos Pedagógicos no Estudo de Hidrostática

3.1.1 Aula 1 - 1º Momento Pedagógico: Problematização inicial

| | |
|--|---------------------------------|
| Visita a Barragem Eng. Valter José Matielo | Duração: 90 minutos/aula |
| OBJETIVO GERAL: Definir o tema “O problema da água e a função social da Barragem “Engenheiro Valter José Matielo”, apropriando da circulação de experiências vivenciadas, que representassem situação limite diante a compreensão do aluno, e que permitissem a apropriação de conhecimentos científicos que forneçam uma leitura | |

| | |
|--|--|
| crítica dos questões levantadas. | |
| PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL | |
| <p>“Quais as necessidades para construção da Barragem Eng. Valter José Matielo?”</p> <ul style="list-style-type: none"> • Visita a barragem; • Que odor é esse na água? | |
| CONTEÚDOS | |
| <p>Massa específica, Densidade, Pressão, Vasos Comunicantes, Teorema de Stevin, Empuxo, Vazão e Aspectos Ambientais.</p> | |
| Aspectos históricos, econômicos e culturais sobre a bacia hidrográfica do rio Itaúnas. | Biologia |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Flora • Fauna |
| Física | Aspectos ambientais |
| Densidade, Massa específica, Pressão, Vazão, Empuxo e o Teorema de Stevin. | <ul style="list-style-type: none"> • Recursos Hídricos • Reflorestamento |
| RECURSOS DIDÁTICOS: | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Visita dialogada. • Gravador de voz (aplicativo padrão do smartphone), para registro das ideias circuladas durante o diálogo aberto em buscas de evidências e possibilidades de intervenção e a construção de conhecimentos necessários para compreensão dos fenômenos em estudo. | |
| AValiação | |
| Se dará de forma diagnóstica considerando: | |
| <ul style="list-style-type: none"> • A participação e argumentação dos estudantes durante as aulas. | |

3.1.2 Continuação da aula 1 - 2º Momento Pedagógico: Organização do Conhecimento

| | |
|---|---|
| <p style="text-align: center;">CONTINUAÇÃO DA 1ª AULA:</p> <p>Socialização das experiências vivenciadas e sistematização de conceitos que permitam a interpretação para o professor planejar atividades que contribuam na construção dos conhecimentos científicos referentes a Densidade e a Massa específica dos materiais. Além de questões ambientais e dos processos químicos que envolvem o tratamento adequado e cuidados para não poluir as águas.</p> | <p style="text-align: center;">DURAÇÃO:55 min/aula</p> |
| <p>OBJETIVO GERAL: Reconhecer a aplicação da Densidade e da Massa específica em situações reais por meio da apropriação de conceitos em torno do tema em consonância com desenvolvimento crítico de aspectos que possam ser compreendidos por esse conceito científico.</p> | |
| <p style="text-align: center;">CONTEÚDOS</p> <p style="text-align: center;">Densidade e Massa Específica</p> | |
| <p>DESENVOLVIMENTO:</p> <p>A partir dos conceitos, planejar atividades para construção do conhecimento científico que abordam a questão da Densidade e a Massa específica dos materiais, além da questão ambiental que envolve o tratamento adequado e cuidados, como a não poluição das águas. Apropriação dos conceitos que remetem a concentração de minerais na água, a partir de então conduzir uma aula que permita a compreender conceito de massa específica e densidade, permitindo melhor entendimento de fenômenos de fluabilidade dos materiais nos fluidos, nesse caso específico a água.</p> | |
| <p style="text-align: center;">RECURSOS DIDÁTICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aula dialogada • Slides • quadro negro. | |

AVALIAÇÃO

Se dará formativamente e processual considerando:

- A participação e argumentação dos estudantes durante a aula;
- Caderno para anotações, indícios nos diálogos que permitam mediar aplicação do mesmo conceito em outras questões de igual entendimento.

3.1.3 3º Momento Pedagógico: Aplicação do Conhecimento

| | |
|--|-----------------|
| 2ª AULA | DURAÇÃO: |
| Retomada dos questionamentos levantados por estudantes e professor; | 55 min/aula |
| Tratamento de águas para abastecimento, deve-se destacar a influência da presença de alguns minerais na etapa de coagulação e floculação. | |
| OBJETIVO GERAL | |
| A partir da retomada de questionamentos realizadas entre professor e alunos, relacionar os conhecimentos de massa específica e densidade em situações-problema que envolvam fluabilidade dos corpos. | |
| CONTEÚDOS | |
| Densidade e Aspectos ambientais que envolvam o manejo adequado do recurso hídrico. | |
| DESENVOLVIMENTO | |
| Para Piveli (2019), o tratamento de águas para abastecimento urbano, deve-se destacar a influência da presença de ferro na etapa de coagulação e floculação. Em muitas estações de tratamento de água este problema só é resolvido mediante a aplicação de cloro, a chamada pré-cloração. Por meio da oxidação do ferro pelo cloro, os flocos tornam-se maiores e a estação passa a apresentar um funcionamento aceitável. | |
| Propõe-se, aplicações como entupimentos as causados por acúmulo de minerais escoados através dos rios, decorrentes de questões geológicas; a manutenção nos aspersores de pivôs de irrigação periodicamente, impossibilitando a uniformidade de distribuição de água, a exemplo do pivô central: | |

Alguns exercícios que possam aprofundar os conceitos estudados.

1) A presença de ferro solúvel em águas para abastecimento público associa-se principalmente a que característica física:

a) Cor b) Turbidez c) Odor d) Sólidos voláteis e) temperatura

2) A principal fonte de ferro em águas naturais é:

a) Solo b) Decomposição de matéria orgânica natural

c) Efluentes industriais d) Drenagens de área agrícolas

e) Esgotos sanitários

Questões do ENEM, podem ser trazidas nesse momento. Como a exemplo da questão 163 do caderno azul da prova de Redação e de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias e Matemática e suas Tecnologias⁶³.

(Enem2016). Densidade absoluta (d) é a razão entre a massa de um corpo e o volume por ele ocupado. Um professor propôs à sua turma que os alunos analisassem a densidade de três corpos: d_A , d_B , d_C . Os alunos verificaram que o corpo A possuía 1,5 vez a massa do corpo B e esse, por sua vez, tinha $\frac{3}{4}$ da massa do corpo C. Observaram, ainda, que o volume do corpo A era o mesmo do corpo B e 20% maior do que o volume do corpo C. Após a análise, os alunos ordenaram corretamente as densidades desses corpos da seguinte maneira:

a) $d_B < d_A < d_C$ b) $d_B = d_A < d_C$ c) $d_C < d_B = d_A$ d) $d_B < d_C < d_A$

e) $d_C < d_B < d_A$ e) $d_C < d_B < d_A$

Para retomada na conscientização, é importante retornar a textos que descrevem o conceito de efluentes, já que neste, tratamos das concentrações de resíduos na água.

RECURSOS DIDÁTICOS

- Projetor multimídia ou TV multimídia;
- Texto – Efluentes:
- Caderno para anotações indícios nos diálogos, que permitam mediar aplicação do mesmo conceito em outras questões de igual entendimento.

⁶³ A prova supracitada está disponível no site do INEP no link: https://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2016/CAD_ENEM_2016_DIA_2_07_AZUL.pdf. Acesso em 14/03/2021.

AVALIAÇÃO

Se dará formativamente considerando:

- A participação e argumentação dos estudantes durante a aula;
- Diferente de uma avaliação tradicional, cujo conteúdo de Densidade e massa específica seriam trabalhados pela mecanização de procedimentos matemáticos, a dinâmica dos 3 Momentos Pedagógicos possibilita inserção novos questionamentos, acerca da necessidade de realizar tais cálculos. Analisar os questionamentos e suscitar novas questões, verificando a abordagem dos conceitos estudados pelos alunos no processo de construção do conhecimento estudado, nos parece uma boa solução.

4. Aula 3

4.1 - 1º Momento Pedagógico: Problematização inicial

| 2ª AULA EM SALA | DURAÇÃO |
|---|-------------|
| É possível que uma represa cheia interfira no volume de outra? | 55 min/aula |
| <p>DESENVOLVIMENTO</p> <p>A aula após a visita a barragem, planejada com slides compostos com fotografias relacionadas a mesma, manchetes, recorte das reportagens dos jornais conhecidos na região de contexto, com temas envolvendo diferentes barragens, questionamentos sobre a necessidade de tanto investimento e movimentação em torno daquele empreendimento. Em seguida, os estudantes, iniciaram discussões relacionadas as reportagens, e possíveis implicações da barragem visitada. O aluno “Stenio” aos 01:26 min, expõe uma situação vivenciada, em que relaciona o volume de água da represa da Barragem visitada com o volume de um pequeno represamento de água em sua casa localizada, possivelmente na zona rural, porém no contexto da comunidade escolar: “... meu pai disse que lá no “ladrão⁶⁴” da represa lá de casa continua a extravasar água apesar de ficar dias sem chover... afluam possibilidades de construção de conhecimento a partir do questionamento: <i>É possível uma represa cheia, interferir no volume de outra?</i>”</p> | |

⁶⁴ Termo regional usado para denominar o dispositivo responsável pelo controle de enchentes, que excedem o volume de resíduos e água contido na represa, a fim de evitar possíveis desestruturação no barramento.

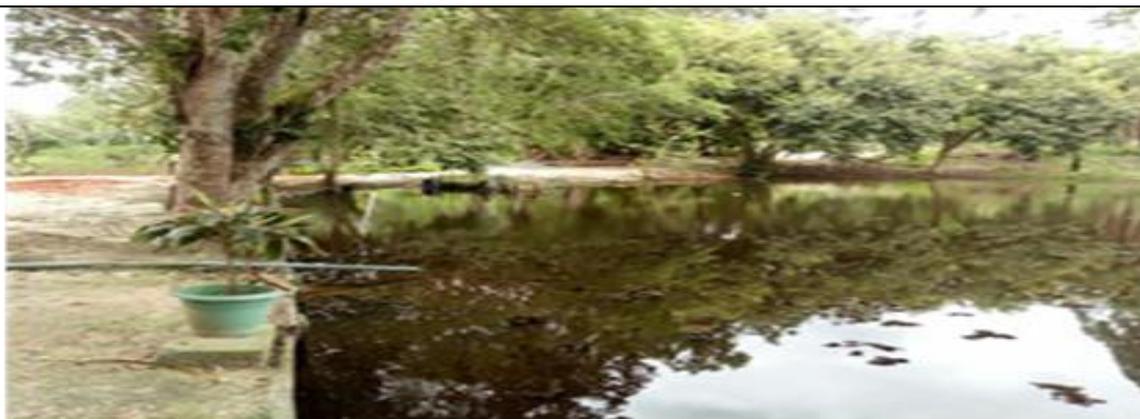


Figura 6 - Represa descrita pelo aluno "Stenio".

Fonte: acervo do autor.

Na mesma aula o professor esclarece as respostas as últimas questões e deixa claro que a busca por respostas dos questionamentos, serão formalizadas ao decorrer das próximas aulas. Além de suscitar a novos argumentos em torno do questionamento central, permitindo ao aluno esclarecimentos da aplicação e relevância dos conceitos científicos necessários para muitas das respostas.



Figura 7 - Podemos visualizar que mesmo em inclinação, a pressão que a água exerce sobre uma superfície, não depende do volume de água, mas sim da altura do nível da água.

Fonte :Física universitária⁶⁵ .

RECURSOS DIDÁTICOS

Slides, vídeos e imagens que remetem a paisagens vivenciadas pelos estudantes.

⁶⁵ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=OsMI1LJrmFs> . Acesso em 23 de dezembro de 2020.

Gravador de voz (aplicativo padrão do smartphone), registrando a circulação de ideias emergentes do diálogo aberto, verificando possibilidades de intervenção e a construção de conhecimentos necessários para compreensão dos fenômenos debate.

AVALIAÇÃO

- Se dará de forma diagnóstica considerando, participação e argumentação dos estudantes durante a aula.

4.2 - 2º Momento Pedagógico: Organização do Conhecimento

| | |
|---|--|
| <p style="text-align: center;">AULA 1</p> <p>Sistematizando o questionamento do aluno “<i>Stenio</i>”.</p> | <p style="text-align: center;">DURAÇÃO</p> <p>55 min/aula</p> |
| <p style="text-align: center;">OBJETIVO GERAL</p> <p>Reconhecer a aplicação do Teorema de Stevin e Vasos Comunicantes, em situações reais por meio da apropriação de conceitos emergidos do diálogo acerca do problema levantado.</p> | |
| <p style="text-align: center;">CONTEÚDOS</p> <p style="text-align: center;">Teorema de Stevin e Vasos Comunicantes</p> | |
| <p style="text-align: center;">DESENVOLVIMENTO</p> <p>Os conceitos precisam contribuir para compreensão dos questionamentos. Uma sugestão de primeira proposta de atividade consisti na observação de duas imagens entregues aos alunos, ou apresentadas em slides como foi feito pelo professor pesquisador desta proposta, apresentadas na figura 11. “Quais suas relações?”.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> | |

Figura 8 - a) Lençol freático corresponde à superfície que limitada pelas camadas de rochas impermeáveis, como na ilustração e b) Vasos Comunicantes.

Fonte: Prepara Enem⁶⁶.

Determinar a pressão de água no lençol freático desejado, com a instalação de um Manômetro de Tubo Piezométrico, ou simplesmente Piezômetro⁶⁷, requer a instalação um tubo transparente, geralmente graduado, na canalização ou recipiente cuja pressão se deseja conhecer. O líquido ascenderá no piezômetro até certa altura, função da pressão interna, através da qual se conhece, segundo o Teorema de Stevin, a pressão no recipiente ou canalização.



Figura 9 - É possível identificar um dos piezômetros (cor amarela) da barragem de visita, no chão.

Fonte: do autor

A figura 10 identificamos o lençol freático, seguindo a formação rochosa e isto implica diferentes altitudes, de acesso ao aquífero, é mais adequado o piezômetro simples, compreender os conceitos do Teorema de Stevin e Vasos comunicantes, estabelecendo as relações entre os conceitos propostos ou emergidos através do diálogo.

Se y_1 é um ponto na superfície e y_2 está a uma profundidade h , onde p_0 é a pressão da superfície e p é a pressão à profundidade h . Halliday e Resnick (2012), afirmam que se p_1 e p_2 são as pressões da superfície superior e da superfície inferior do volume, podemos determinar a pressão em cada ponto através da equação.

⁶⁶ Disponível em: <https://www.preparaenem.com/geografia/lencol-freatico.htm>. Acesso em 10 de dezembro de 2020

⁶⁷ Saiba mais sobre os piezômetros em: <https://sites.google.com/site/geotecniaefundacaolan/166-piez>. Acesso em 01 de janeiro de 2021.

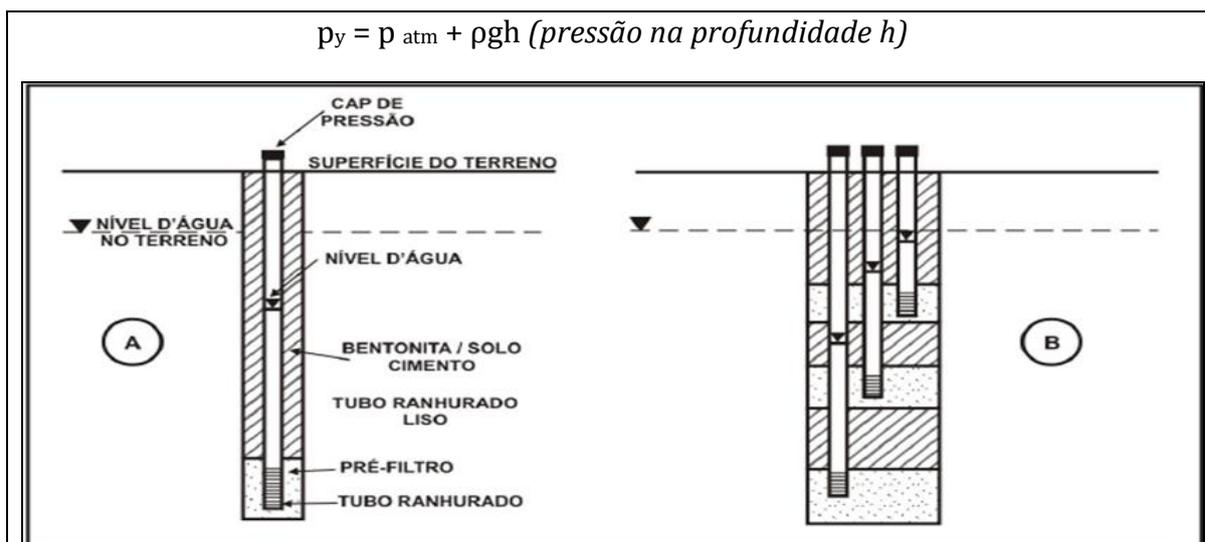


Figura 10 - (a) Piezômetro simples e (b) Piezômetro multinível.

Fonte: Castro (2019)

Assim, identificamos o conhecimento de Vasos comunicantes e do Teorema de Stevin como uma das contribuições, para entendimento do funcionamento dos níveis nas barragens.

RECURSOS DIDÁTICOS

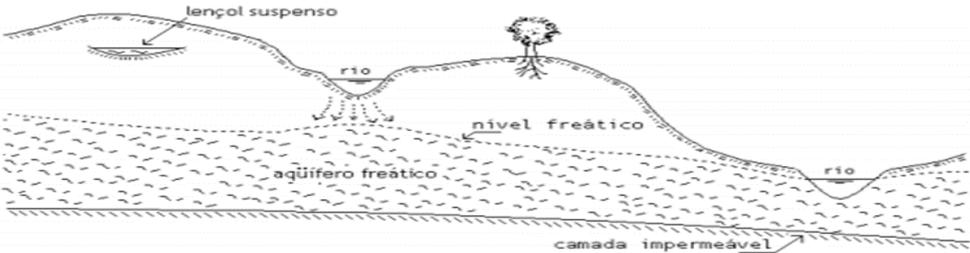
- Aula dialogada, Slides e Lousa.
- Caderno para anotações dos indícios de ideias circuladas durante o diálogo, que permitam intervir, com aplicações que necessitam do mesmo conceito em outras questões para a mesma compreensão.

AVALIAÇÃO

Se dará de formativamente e processual considerando:

- A participação e argumentação dos estudantes durante a aula;

4.3 - 3º Momento Pedagógico: Aplicação do Conhecimento

| AULA 3 | DURAÇÃO |
|---|--------------------|
| <p>Explorar atividades que permitam a apropriação de conceitos de Teorema de Stevin e Vasos Comunicantes relacionados em situações-problema de natureza ambiental. Como propôs Delizoicov e Angotti (1990), o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento, partindo desta premissa, estudo que possibilite abordar os problemas, resultantes da perfuração de poços de forma desordenada, considerando que os poços dão acesso ao lençol freático, e como visto anteriormente, é possível que aja implicações, ambientais.</p> | <p>55 min/aula</p> |
| <p>CONTEÚDOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conceitos de Vasos comunicantes; • Teorema de Stevin, Piezômetros e Poços Freáticos. | |
| <p style="text-align: center;">DESENVOLVIMENTO</p> <p>Aplicação do conceito de forma mais simples e de evidenciar também o fenômeno, a partir da Teorema de Stevin e Vasos Comunicantes, são as mangueiras usadas para determinar os níveis na construção civil por meio do de Mangueira.</p>  <p>Figura 11 - Esquema do lençol freático e suas comunicações com rios além do lençol suspenso.</p> | |

Fonte: adaptado da Hidráulica de Poços⁶⁸.

A figura 11 é descreve a situação esquemática da ocorrência do aquífero freático e sua inter-relação com os cursos d'água: num caso, recebendo a alimentação do curso d'água (típico de região árida cortada por rio perene) e, em outro, alimentando as nascentes do curso d'água (comum em regiões montanhosas).

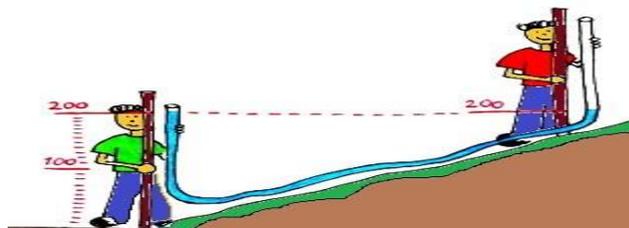


Figura 12- Ilustração da análise de nível de terreno.

Fonte : ebanataw⁶⁹

Pequenas barragens contribuem na regularização dos cursos d'água (CARVALHO⁷⁰, 2008), porém o uso delas deve atender os objetivos da “Lei das Águas” lei nº 9.433 de 1997, conforme o plano de manejo dos recursos hídricos da bacia hidrográfica de cada localidade (ANA 2020). Extração de água em poços profundos contribuem para o rebaixamento do lençol freático, portanto sua instalação e manejo deverá respeitar o plano de manejo da bacia hidrográfica (ANA 2020).

Furar poço sem autorização A lei 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, prevê diversas infrações e penalidades administrativas para o uso irregular da água. O artigo 49, V, descreve, especificamente, que perfurar poços ou operá-los sem a devida autorização constitui infração as normas de utilização dos recursos hídricos e enseja penalidades de: advertência, multa diária ou proporcional ao dano de até 10 mil reais, além de interdição e proibição da atividade.

RECURSOS DIDÁTICOS:

- Projetor multimídia ou TV multimídia;
- Slides sobre poços artesianos e barragens irregulares.
- Caderno para anotações indícios nos diálogos, que permitam mediar aplicação do

⁶⁸Disponível

em:

http://www.leb.esalq.usp.br/leb/disciplinas/Fernando/leb1440/Aula%208/Hidraulica%20de%20Pocos_Anteor%20R%20Barbosa%20jr.pdf . Acesso em 11 de dezembro de 2020.

⁶⁹ Disponível em: <http://www.ebanataw.com.br/roberto/index.php> . Acesso em 11 de dezembro de 2020.

⁷⁰Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/3075/1/texto%20completo.pdf> .Acesso em 28 dezembro de 2020.

mesmo conceito em outras questões de mesmo entendimento.

AVALIAÇÃO: Se dará de forma formativa considerando:

- A participação e argumentação dos estudantes durante a aula;

Ao invés de uma avaliação, cujo conteúdo do Teorema de Stevin e Vasos Comunicantes seriam trabalhados somente pela mecanização de procedimentos matemáticos, a dinâmica dos 3 Momentos Pedagógicos, deve possibilitar novos questionamentos sobre a necessidade de considerar resultados de cálculos. Analisar os questionamentos e suscitar novas questões, analisando como são abordados os conceitos estudados pelo aluno no processo de construção do conhecimento estudado.

5. Aula 3

5.1 - 1º Momento Pedagógico: Problematização inicial

| | |
|---|---|
| <p style="text-align: center;">O questionamento do Aluno “Henry”</p> <p>O que pode ser feito para construir a barragem de forma a suportar o volume inesperado de água da chuva, resíduos sólidos como árvores e objetos capazes de alterar a estrutura do barramento?</p> | <p style="text-align: center;">DURAÇÃO</p> <p>55min/aula</p> |
| <p style="text-align: center;">ESTRATÉGIAS</p> <p>É necessário dividir o momento em duas análises, as <i>comportas</i> e os <i>vertedouros</i> por serem dispositivos indispensáveis, na estabilidade da barragem.</p> | |
| <p style="text-align: center;">DESENVOLVIMENTO</p> <p>Um <i>vertedouro</i> é um regulador de nível de um reservatório, sua principal finalidade: liberar o excesso de água acumulada em um reservatório. Eles não permitem que as cotas fixadas em normas de segurança para barragens sejam ultrapassadas</p> <p><i>Comportas</i> e <i>vertedouros</i> em barragens, favorecem o regulamento do nível de água represado. Surge nessa perspectiva dialógica a articulação de informações em compreensão mais ampliada sobre o problema investigado, problematizar as suspeitas levantadas em relação a segurança da barragem e suas implicações. Ao final da aula, o professor esclarece que as respostas às essas últimas questões, serão formalizadas no decorrer das próximas aulas.</p> | |
| <p style="text-align: center;">RECURSOS DIDÁTICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caderno para anotações indícios nos diálogos, que permitam mediar aplicação do mesmo conceito em outras questões de mesmo entendimento, registrando ideias circuladas durante o diálogo aberto em buscas de evidências e possibilidades de intervenção e a construção de conhecimentos necessários para compreensão dos fenômenos em estudo. | |

| |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Slides, sinalizando a tipos de barragens e barramentos irregulares. |
| AValiação |
| Se dará de forma diagnóstica considerando: |
| <ul style="list-style-type: none"> • A participação e argumentação dos estudantes durante a aula. |

5.2- 2º Momento Pedagógico: Organização do Conhecimento

| | |
|---|----------------|
| AULA 3 | DURAÇÃO |
| Sistematizando o questionamento do aluno Henry. | 55 min/aula |
| OBJETIVO | |
| <p>Apropriação dos conceitos científicos em busca de compreender melhor a sustentabilidade e normas para barramentos de água, adquirindo conhecimento em situações reais por meio da apropriação de conceitos como; Empuxo, Vazão além dos Aspectos ambientais, relacionados ao tema em consonância com desenvolvimento crítico relevantes, compreendidos por intermédio desses conceitos além de outros que poderá ser suscitado no processo de organização do conhecimento.</p> | |
| CONTEÚDOS | |
| Empuxo e Pressão | |

DESENVOLVIMENTO

Instalações das *comportas* e *vertedouros* requer ao menos conhecimento de vazão e empuxo, consideramos uma coluna de água de forma cilíndrica neste tubo, numa situação de líquido em repouso, vale trazer o conhecimento de forma a refletir que esse valor é dinâmico, porém deve ser considerado para possíveis mudanças no volume da represa, ocasionado por enchentes ou outros objetos, que possam provocar variações na resultante de força horizontal no barramento, lembrando que embarcações, árvores e outros objetos que contribuem para o aumento da força na superfície de bloqueio do fluxo represamento barrado.



Figura 13-Duto do vertedouro ligado a comporta, da barragem visitada e b) comporta aberta.

Fonte: do autor.

Vertedouros e comportas

O vertedouro é um regulador de nível de um reservatório, sua principal finalidade: deixar passar o excesso de água acumulada em um reservatório, conforme indica a figura 13, existência destes dispositivos na barragem Eng. Valter José Matielo. Eles não permitem que as cotas fixadas em normas de segurança para barragens sejam ultrapassadas. Como informa o curso de hidráulica da Unicamp,⁷¹ eles são utilizados para medições de vazão, um vertedor não eficaz pode conduzir, eventualmente, colapso de uma barragem.

As *Comportas* permitem acumular água nos reservatórios, ajustando se a uma descarga pelo vertedouro, quando as chuvas intensas elevam o nível das águas. São do tipo setor,

⁷¹ Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/>. Acesso em 20 de dezembro.

e são acionadas, permitindo a passagem da água, sobre o vertedor, conforme a figura 14.



Figura 14- Duto do vertedouro ligado a comporta, da barragem visitada.

Fonte: do autor

Quanto as preocupações que envolvam construções de barragens de represamento de água, AZEVEDO NETTO et al., (1998) adverte para a construção de barramentos, sinalizando a necessidade de abordarmos a conhecimentos que permitem estabilidade do barramento, sendo eles; os Teoremas de Stevin e o Empuxo.



Figura 15- a) Espaçamento de vertedouro da Barragem Eng. Valter. José. Matielo, ainda com comporta aberta; b) ao lado do carro é possível identificar o espaçamento de vertedouro mantendo o fluxo necessário do rio.

Fonte: acervo do autor

A inserção dos conceitos físicos, na compreensão das *comportas* e *vertedouros* como necessário para a estabilidade do barramento, requer consideração dos conceitos de pressão horizontal resultante da água e outras substâncias que compõem o volume da

represa e o conceito de Vazão de Líquidos, vamos iniciar o entendimento para cada ponto na barragem temos diferentes tipos de pressão exercida e isso altera de acordo a altura do barramento, de acordo com (HALLIDAY E RESNICK , 2012),

$$F_E = m \cdot g \text{ (força de empuxo)}$$



Figura 16 - Comporta aberta da barragem “Eng. Valter José Matielo” e b) ANA determina abertura de comporta do Açude de Boqueirão para atender Barragem de Acauã e ribeirinhos.

Fonte: a) do autor; b)blogdobrunolira⁷².

Saiba mais sobre os vertedouros e a segurança nas barragens nos portais da Geoprisma⁷³ e da ANA.

Considerar conceitos de física para precauções que comprometam a estabilidade do barramento, explicar a flutuação de objetos que contribuam na variação aumentar da pressão na barragem devido ao aumento de massa considerado na represa e na compreensão, da força exercida na comporta do barramento. Considerando um corpo de água em repouso no interior do duto de volume constante, apesar de sofrer interações de forças horizontais, provenientes de fenômenos que possam alterar o volume de água e outros resíduos que possam fornecer alterações, principalmente decorrentes de períodos chuvosos ou não, implicando no represamento barrado .

A diferença de pressão entre dois pontos da massa de um líquido em equilíbrio é igual a

⁷²Disponível em : <http://www.blogdobrunolira.com.br/2020/06/video-ana-determina-abertura-de-comporta-do-acude-de-boqueirao-para-atender-barragem-de/> . Acesso 12 de dezembro de 2020.

⁷³Disponível em: <https://www.geoprisma.com.br/noticias/18/como-funcionam-os-vertedouros-de-barragens/> . Acesso em 13 de dezembro.

diferença de profundidade multiplicada ao peso específico do líquido.

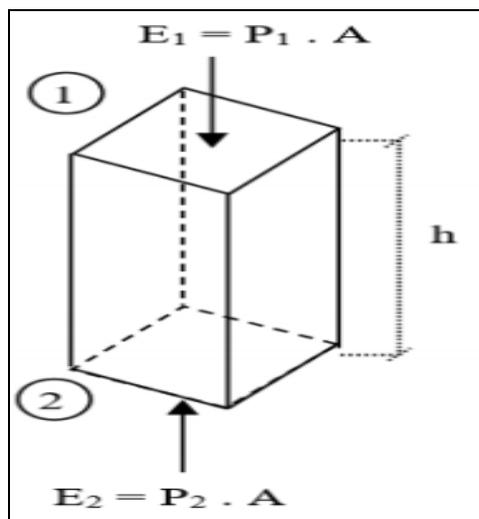


Figura 17 - Sólido em repouso.

Fonte: edisciplinas (USP) ⁷⁴

Com $P = \gamma \cdot V_L$, onde P é o peso do líquido, V_L o volume de água, $V_L = h \cdot A$ e γ peso específico do líquido. Para Halliday e Resnick (2012), o módulo da força quando um corpo flutua em um fluido F_E , da força de empuxo que age sobre o corpo é igual ao módulo F_g da força gravitacional a que o corpo está sujeito, podemos descrevê-la como,

$$F_E = F_g$$

Para o líquido em repouso: $\sum F = 0$, disso podemos ter que

$$E_1 - \gamma \cdot h \cdot A \cdot h + E_2 = 0$$

realizando as substituições temos,

$$P_1 \cdot A - \gamma \cdot h \cdot A + P_2 \cdot A = 0$$

$$P_1 - \gamma \cdot h + P_2 = \rho g h \text{ (equação que permite encontrar a pressão do corpo de água em relação a profundidade).}$$

Relacionar o Empuxo com a formulação matemática que descreve a resultante de forças horizontal no centro de massa da comporta, partindo da interpretação de pressão sobre a área da comporta da barragem exercida pelo líquido.

A partir de alguns procedimentos algébricos e conhecimento de hidráulica, conclui-se a

equação que permite determinar a força horizontal exercida nas comportas como : $F = \gamma \cdot H_g \cdot A$, também chamada de equação do empuxo em superfícies submersas, H_g a altura da lâmina d'água da superfície ao centro de massa da comporta, como indica a figura 18, ilustrado como um vetor indicado através da seta amarela, o empuxo tem sentido antigravitacional, como uma das componentes das forças resultantes incidentes no centro de massa da comporta, no caso da barragem “Eng. Valter José Matielo” é um tubo no formato cilíndrico, permitindo intervenção do professor sinalizando ao centro de massa de uma superfície em formato de cilíndrico.

Apropriando do conceito de empuxo, as necessidades das comportas para estabilidade da barragem e do bioma dependente do curso do rio, promove direcionamento a construção de uma sequência didática, restringindo o estudo à componente vertical da força horizontal.



Figura 18 - Ilustração das forças atuantes no barramento da água.

Fonte: do autor

$$F = \gamma \cdot H_g \cdot A \quad (\text{Cálculo da força horizontal aplicada em comportas de barragens})$$



Figura 19 - Comporta aberta da barragem “Eng. Valter José Matielo” e b) ANA determina abertura de comporta do Açude de Boqueirão para atender Barragem de Acauã e ribeirinhos.

Fonte: Fonte: blogdobrunolira⁷⁵ ; b) do autor.

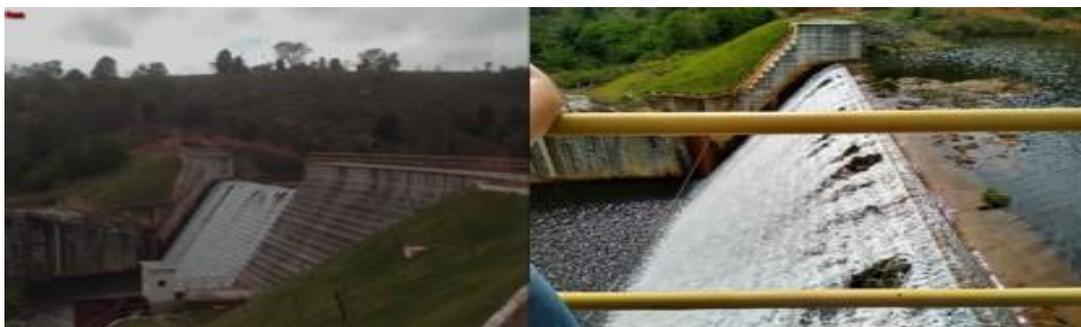


Figura 20 - Podemos identificar o espaçamento de vertedouro sobre a barragem para que essa mantenha constante o fluxo de água do rio em uma determinada altura, para demais regiões, como propõe as normas.

Fonte: do autor.

De acordo com Halliday e Resnick (2012), se a pressão atmosférica é p_0 , e ρ é a massa específica, a pressão do líquido num determinado nível h é dada por,

$$p = p_0 + \rho gh$$

e a equação da continuidade, dada por $Q = A.V$, que pode ser aplicada para a medida de vazão de cursos d'água pelo método do flutuador.

A equação de Bernoulli, apropriada na produção de conhecimento, considerando a velocidade variando de um fluido, enquanto o fluido se move horizontalmente ao longo de uma linha de fluxo, a pressão do fluido diminui, e vice-versa (HALLIDAY e RESNICK, 2012). Informações obtidas por Mello; Silva (2013), a hidrologia (ciclo hidrológico) para fins didáticos, pode ser dividida em: 1) bacia hidrográfica; (estudo da área e da declividade); 2) Precipitação; Intensidade, frequência e duração e o estudo dos fenômenos extremos (cheias e secas); 3) Infiltração; (abastecimento do lenço freático alimentação de nascentes e rios); 4) Evapotranspiração; (vapor de água para a atmosfera e formação de futuras chuvas); Escoamento superficial; (erosão e cursos d'água).

RECURSOS DIDÁTICOS

- Aula dialogada
- Slides

⁷⁵ Disponível em : <http://www.blogdobrunolira.com.br/2020/06/video-ana-determina-abertura-de-comporta-do-acude-de-boqueirao-para-atender-barragem-de/> . Acesso 12 de dezembro de 2020.

- Caderno para anotações de possíveis indícios da circulação de ideais através diálogos, que permitam mediar aplicação do mesmo conceito em outras questões de mesmo entendimento.
- lousa.

AVALIAÇÃO

Se dará de modelo formativo e processual considerando:

- A participação e argumentação dos estudantes durante a aula;
- Qualitativa, verificando evolução diante aos conceitos apropriados.

5.3 -3º Momento Pedagógico: Aplicação do Conhecimento

| CONTINUAÇÃO DA AULA 3 | DURAÇÃO |
|--|----------------|
| <p>Ao planejar e executar esse momento, retomaremos a questões problematizadas inicialmente neste caso: <i>“O volume de água numa represa a partir de excesso causados por períodos de chuvas podem ocasionar desmoronamentos?”</i>, levantada pelo aluno “Henry” no momento que iniciamos a problematização desta aula visto que, dessa forma, esperamos a possibilidade de constatação, que permite identificar, nos alunos evidências que necessitam dos conhecimentos compartilhados durante o segundo momento pedagógico para compreensão da possibilidade de desmoronamento caso não considerar entendimento dos conceitos científicos na construção do empreendimento.</p> | 55 min/aula |
| OBJETIVO | |
| <p>Relacionar os conhecimentos científicos; equação da continuidade ,vazão, aspectos ambientais, para compreensão de situações-problemas que envolvam o funcionamento das barragens, os usos dos recursos hídricos e seus impactos ambientais.</p> | |
| CONTEÚDOS | |

Conceitos de Densidade, Empuxo, Pressão Manométrica e manejo adequado dos recursos hídricos.

DESENVOLVIMENTO

O aprofundamento nas questões que envolvam a conceitos científicos para compreensão do fenômeno, questões ambientais no que tange a segurança na construção das barragens e relacionando implicações ocasionados por estas construções, que possam causar benefícios, implicações negativas que possam ocorrer, em consonância com possíveis justificativas das existências de barragens de represamento de água e suas normalizações .

O levantamento de diálogo e da implementação de conceitos distintos, sugerindo pressupostos, atividades que contemplem o mesmo diálogo e que, não desviem da proposta do momento pedagógico, justificando outras aplicações de mesmo conhecimento, servindo de complemento para a entendimento do tema sugerido nesse trabalho.

O processo de alteração das condições naturais de um vale que atua como área de descarga regional e as suas conseqüentes modificações em aquíferos livres pode se traduzir em impactos relevantes no uso e ocupação do solo no entorno de reservatórios de usinas hidrelétricas ou de outras finalidades (LEITE:FILHO,2002, p.70).

Ainda durante a visita a barragem, a gravação em áudio, evidencia aos 02:10 min questionamentos levantados pela aluna “**Selena**”, acerca da desapropriação de terras para a construção da barragem, questionando o deslocamento dos animais e plantas que existiam no local e estradas de passagens inundadas pelo represamento de água.

Além, de atividades que propiciem tomadas de decisão, para perceber se, ao se posicionarem, os alunos consideram questões para além das científicas, como as dimensões sociais, ambientais, econômicas, políticas, culturais, entre outras, de um dado objeto de estudo, que na contemporaneidade se apresenta complexo, ou seja, como multidimensões (DELIZOICOV, 2017, p.7).

Atividades que contemplam questões relacionadas ao manejo do solo, na aplicação de irrigações, além de sinalizar a estudos que nos proporcione a compressão, da necessidade do reflorestamento para manter o ciclo hidrológico e a consciência de barragens com vertedouros ou pequenas vazões abertas, afinal a água precisa sim manter se no solo após a chuva e com isso manter abastecido a bacia hidrográfica, em períodos de precipitações. Em consonância as normas de construção de barragens e instalação de pivôs para irrigação, normas estas que visam garantir acesso a todos a

água, afinal ela é um bem de todos e patrimônio de ninguém, “é imprescindível entender que a água não é um bem de mercado, com valor econômico, mas sim um bem social, insubstituível, que todos os homens dependem e precisam do acesso”, (PETRELLA ,2002, p. 84).

A existência dos espaçamentos nas barragens de concreto, outra forma vertedouro para manter o curso do rio, como visto acima existem outros dependentes do mesmo rio logo abaixo.



Figura 21 - Espaçamento necessário na barragem “Eng. Valter Matielo” permitindo o curso do rio.

Fonte: do autor.

Conhecendo o conceito de vazão para compreender o funcionamento dos pivôs, assim permitir a consciência quanto ao consumo de água nas atividades humanas, compreender que a água pode ser captada e utilizada de forma harmônica, respeitando as normas, permitindo acesso a todos.

Os métodos e sistemas de irrigação apresentam a eficiência de condução, de distribuição e de aplicação. O conjunto de todas permite compreender a eficiência da irrigação (BERNARDO et al., 2008). Substituir um sistema de irrigação de pivô central, por um de gotejamento, se tem um aumento de eficiência

Importante salientar a conscientização quanto ao manejo de pivôs usados na captação de água, além de focar na conscientização quanto a racionalização no consumo doméstico de água.

Apropriar se de *conhecimento de física* como as teorias de Torricelli (manométrica) conforme especificado em AZEVEDO NETTO *et al.* (1998).

O manômetro metálico, é usado em irrigação, e diferentemente dos piezômetros já abordados na aula 3, é mais adequado para aferir pressão de fluidos em movimento, como ocorre nos tubos de pivôs em funcionamento, o Princípio de Pascal (pressão nos

líquidos em ambiente fechado). São aplicados para medição de pressão em sistemas de irrigação com tubulação pressurizada, uma vez que os emissores operam na pressão de serviço especificada pelo fabricante.



Figura 22 - Exemplo de manômetro metálico, para pivôs centrais.

Fonte: kalliandra⁷⁶

O manômetro de tubo aberto, usado para medir a pressão manométrica p_m de um gás, é formado por um tubo em forma de U contendo um líquido, com uma das extremidades ligada a um recipiente, cuja pressão manométrica se deseja medir e a outra aberta para a atmosfera Halliday e Resnick (2012).

As construções de barragens necessitam de registros na Agência Estadual de Recursos Hídricos (Agerh), órgão responsável pela fiscalização de segurança das barragens de água para fins agropecuários e uso múltiplos do recurso hídrico no Espírito Santo. (Lei Federal nº 12.334, de 20 de setembro de 2010).

Proprietários de barragens, barramentos ou reservatórios localizados nas bacias hidrográficas do Espírito Santo devem cadastrar todos os empreendimentos que estejam sob sua responsabilidade, independentemente do porte e da situação em que se encontram (projeto, construção, operação ou desativados). O cadastro é online e pode ser feito na agência estadual de recursos hídricos.

Primavese (2002), atenta para as preocupações do solo descoberto, realiza menor taxa fotossintética e possui um albedo⁷⁷ diferente de uma superfície totalmente vegetada, provocando aumento da refração da luz solar em ondas longas, aquecendo o ambiente,

⁷⁶Disponível: em: <https://kalliandra.com.br/avaliacao-e-redimensionamento-de-pivo-central/> .Acesso em 30/11/2020

⁷⁷ Albedo é a razão entre a quantidade de luz que é difundida ou refletida por uma superfície e a quantidade de luz incidente sobre a mesma.

evaporando a água com maior intensidade, formando nuvens em altitude mais elevadas. Estas por sua vez acabarão por ser responsáveis por chuvas mais intensas e de curta duração chamadas de “toró”. Ou seja, a falta de cobertura vegetal em grandes extensões pode alterar o regime das chuvas. Chuvas de grande intensidade, o solo não consegue absorver toda a água da chuva através da infiltração, agravando o problema das secas nos períodos de estiagem. Retomando a consciência da importância de reflorestamentos, preservação de matas ciliares e de morros, conceitos evidenciados nesse trabalho que possam auxiliar na mediação de conhecimentos que envolvam tais aspectos ambientais, como é o caso do questionamento levantado pela aluna **“Rute”** *“aos 02:10min ...O que foi feito com o que existia aqui, como estradas, animais árvores e outras coisas que tinham que ser removidas?, acerca da desapropriação de terras e sobre o que foi feito com a vegetação e possíveis animais (como os exibidos no guia responsável pela gestão da barragem), no documento de Relatório fotográfico onde foi possível identificar, uma variedade no Bioma existente no local onde foi construído a barragem questionamento de “Rute”, surge uma complementação conceitos a respeito da desapropriação e a pesca no local feito pelo aluno “Ítalo”, do tipo “...Quem teve a ideia da construção da barragem, e em relação as pessoas que tentam realizar pescas na represa da barragem, como isso é controlado?. A partir daí o guia e responsável pela gestão da barragem na sede, conta um pouco da história da seca de 2013 que assolou a região comprometendo o agronegócio regional além da escassez de água para o abastecimento regional, partindo desses desafios, da escassez de água surge o planejamento do represamento de água, em busca de redução do escoamento de água das enchentes de períodos chuvosos mantendo assim o recurso hídrico na bacia, por infiltração e assim permitindo a reposição da bacia hidrográfica, e como vimos durante o decorrer das discursões e relações com conhecimentos científicos, todo essa dinâmica realmente é válida, e ancorada no conhecimento do ciclo hidrográfico.*

Além dessas questões o aluno **“Nunes”**, questiona as queimadas nos matos, que estavam evidenciados ao lado da sede, informado que todos as questões de aspectos da preservação da margem são monitoradas pelo - Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (IDAF⁷⁸).

A situação da infiltração reduzida da água da chuva no solo ocasionada pelo manejo incorreto, produzindo enchentes mais acentuadas e secas mais severas. A água da chuva escoar em quantidade maior e mais rápido, implicando boa parte da precipitação ocorrida na estação chuvosa evadam rapidamente da bacia hidrográfica. Assim, na estação seca do ano, com menos água infiltrada e armazenada no solo, terá menor reserva para abastecer as nascentes e os curso d’água superficiais, intensificando o efeito da seca e comprometendo os ecossistemas aquático da região.

A manutenção dos pivôs, esperando um melhor rendimento é necessário a

⁷⁸ Disponível em: <https://www.es.gov.br/autarquias-e-orgaos/idaf> >Acesso em 25 de dezembro de 2020.

conscientização dos horários de irrigação, devido a fatores que proporcionam o desperdício de água por evapotranspiração, aspersão ao vento.



Figura 23 - Irrigações em horários proibidos.

Fonte: AGERH.

Outro fator a considerar é o processo de degradação do solo através de queimadas, desmatamentos ao longo do Vale Itaúnas como exemplo a imagem 24, evidencia essa prática nas proximidades de nascentes do Rio Itauninhas.



Figura 24 - Degradação do Solo, Mucurici, 2016.

Fonte: CBH-Itaúnas.

A região descrita pela figura 24, está situada nos arredores da nascente do Rio Itauninhas em Mucurici a queimada e a compactação do solo ocorrida pela degradação, conseqüentemente, reduz a infiltração da água da chuva, contribuindo menos para recarga do lençol freático.

Quando há interferência de maneira predatória na vegetação, interrupções no processo de evapotranspiração e outros fenômenos que estabiliza o ciclo natural de sustentabilidade dos Recursos hídricos disponíveis.



Figura 25 - a) Pivôs de Irrigação Krebs Aspersor Convencional bicos spray, b) irrigação por gotejamento, c) Irrigação por aspersão e d) Carretel Krebs 125.

Fonte: Irrigação⁷⁹

Qual possui maior eficiência, Irrigação por Gotejamento ou por Aspersão? Será possível que o pivô central seja menos predador na captação de água que a irrigação por gotejamento? Para essas e outras perguntas sugerimos, leitura no texto disponível no site “Irrigação”⁸⁰. Para aprofundamento de conhecimento sugerimos acesso a informações no manual de hidráulica⁸¹.

Existem contradições nos tipos adequados de irrigação, a exemplo disso temos, um mito regional onde afirma-se que pivôs centrais são os maiores vilões, porém o maior vilão é o humano responsável pelo manejo da irrigação, à exemplos de pessoas que utilizam uma quantidade bastante elevada de água para irrigar uma simples horta doméstica, podemos intervir nessas questões respaldados no conhecimento que permite mediar a ponto de evidenciar os pivôs de aspersão convencional, possuem esteticamente a inversão dos pivôs centrais que utilizam sprays, diferenças evidenciam quando percebemos que são apenas ferramentas invertidas no sentido vertical, e que o manejo se torna predatório ou de baixo rendimento, quando a ausência de manutenção nos bicos dos pivôs, e que isto é um comportamento que compromete as distintas pressão em cada bico, já que os manômetros permitem o cálculo de pressão do líquido em movimento no tubo do pivô, considerando a natureza de existência de minerais e outros que possam de forma direta ao longo do tempo comprometer, com entupimentos em cada bico, e isso serve para pivôs de aspersão convencional, todo esse manejo precisa ser considerado, isso reconhecidos ao longo dos novos conhecimentos que vieram a emergir do diálogo

⁷⁹ Disponível em: <https://www.irrigacao.net/irrigacao-localizada/qual-e-o-mais-eficiente-irrigacao-por-gotejamento-x-aspersao-1-parte/>. Acesso em 30 de novembro de 2020.

⁸⁰ Disponível em: <https://www.irrigacao.net/irrigacao-localizada/qual-e-o-mais-eficiente-irrigacao-por-gotejamento-x-aspersao-1-parte/>. Acesso em 11 de dezembro de 2020.

⁸¹ Disponível em: https://www.academia.edu/30379994/Manual_de_Hidraulica_Azevedo_Neto_8a_edi%C3%A7%C3%A3o. Acesso em 13 de dezembro de 2020.

com os alunos envolvidos no trabalho proposto.

Questões do ENEM, podem ser trazidas nesse momento, à exemplo das questões 166 do caderno azul de 2016⁸² e a questão 67 de 2012⁸³, ambas questões da prova de Redação e de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias e Matemática e suas Tecnologias

1. (Enem 2016) Uma caixa-d'água em forma de um paralelepípedo retângulo reto, com 4 m de comprimento, 3 m de largura 2 m de altura, necessita de higienização. Nessa operação a caixa precisará ser esvaziada em 20 min, no máximo. A retirada da água será feita com o auxílio de uma bomba de vazão constante, em que vazão é o volume do líquido que passa pela bomba por unidade de tempo.

A vazão mínima, em litro por segundo, que essa bomba deverá ter para que a caixa seja esvaziada no tempo estipulado é

- a) 2. b) 3. c) 5. d) 12. e) 20.

2. (Enem 2012) O manual que acompanha uma ducha higiênica informa que a pressão mínima da água para o seu funcionamento apropriado é de 20 kPa. A figura mostra a instalação hidráulica com a caixa d'água e o cano ao qual deve ser conectada a ducha.

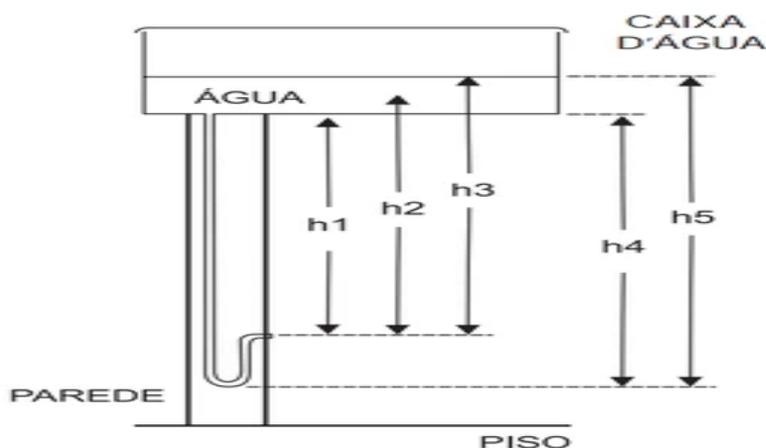


Figura 26 - Foto: Reprodução/Enem.

O valor da pressão da água na ducha está associado à altura

- a) h_1 b) h_2 c) h_3 d) h_4 e) h_5

82

Disponível

em:

https://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2016/CAD_ENEM_2016_DIA_2_07_AZUL.pdf. Acesso em 26 de fevereiro de 2021.

83

Disponível

em:

https://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2012/caderno_enem2012_sab_azul.pdf. Acesso em 26 de fevereiro de 2021.

RECURSOS DIDÁTICOS

- Projetor multimídia ou TV multimídia;
- Slides;
- Caderno para anotações em busca de evidências para mediação e intervenção com conhecimentos científicos que proporcionem a compreensão, fundamentada nos indícios do debate do problema e questões levantadas, permitindo aplicação do mesmo conceito em outras questões de mesmo entendimento.

AVALIAÇÃO

Ao invés de uma avaliação tradicional, cujo conteúdo de Empuxo e Pressão seriam trabalhados somente pela mecanização de procedimentos matemáticos, a dinâmica dos 3 Momentos Pedagógicos deve possibilitar novos questionamentos sobre o porquê de se realizar tais cálculos. Analisar os questionamentos e suscitar novas questões, analisando a forma de abordagem dos conceitos estudados pelo aluno no processo de construção do conhecimento estudado.

A partir de informações contidas no documento de projeto da barragem, retomar aos questionamentos acerca das previsões de cheia exposta pelo aluno *“Henry”*, destacando informações construídas a partir da aplicação dos conceitos trabalhados no segundo momento da sequência didática.

6. Considerações Relevantes

A partir da Organização dos Conhecimentos, a sistematização do conteúdo pode proporcionar aos estudantes uma nova visão da necessidade das formulações matemáticas na física, visando uma precaução de incidentes. Eles vieram do 9º ano do Ensino Fundamental Integrado ao Campo, estavam bem assustados com a física, afirmações que remetem uma disciplina do mesmo tipo que outra já contemplada nos anos de Ensino fundamental.

Após a visita e durante os debates em torno da barragem e suas características, muitos compreenderam (mesmo que não adentramos nas formulações devido ao tempo de aplicação de pesquisa) que realizar cálculos é pertinente, para o funcionamento do empreendimento, possibilitando e potencializando habilidades para possíveis intervenções implicadas pela obra, a partir de uma leitura crítica acerca das problematizações abordadas além do protagonismo na construção do conhecimento, de maneira que os estudantes defenderam suas ideias e concepções.

Nessa intervenção foram consideradas as concepções espontâneas levantadas pelos estudantes, além da exposição de suas experiências para o diálogo em sala.

Ao invés de uma aula tradicional, cujo conteúdo seria trabalhado somente pela mecanização de procedimentos matemáticos, a dinâmica dos 3 Momentos Pedagógicos possibilitou novos questionamentos sobre a necessidade de realizar cálculos, medidas e sistematizações, evidenciando a aula numa abordagem mais dinâmica e interativa.

As fotografias da visita, de situações críticas ocasionadas pelo manejo equivocado do solo, irrigação, poços e barragens nos slides e pequenas reportagens ao período de 3 aulas, como ponto de partida na etapa da problematização inicial, o impacto foi visível, diante do interesse dos estudantes sobre o tema. Eles se envolveram, participaram, trocaram experiências, relataram situações semelhantes e trouxeram questionamentos que requeriam uma sistematização de conhecimentos.

Além disso, o professor suscitou questionamentos que fossem além dos seus conhecimentos prévios, com destaque para questões relacionadas ao funcionamento de barragens e pivôs, e a utilização de conhecimentos que proporcione a consciência crítica e reflexiva diante ao ciclo hidrológico.

Com o objetivo de compreendermos de que forma a abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) pode contribuir para o ensino de Física na Educação Básica, produzimos este Produto Educacional que vislumbresse as possibilidades dessa metodologia na 1ª série do Ensino Médio.

O emprego dos 3MPs oportunizou que os estudantes se envolvessem mais ativamente nas aulas, devido sua característica de aproximar o conhecimento científico com as

situações vivenciais de cada um deles, conseqüentemente promovendo o diálogo em sala de aula, e estimulando sua capacidade de reflexão e pensamento crítico.

Outra característica dos 3MP refere-se à sua capacidade de permitir a utilização de variados recursos didáticos no desenvolvimento de suas etapas, dependendo da necessidade de cada planejamento definido pelo professor.

Contudo, os encaminhamentos propostos ao longo da sequência didática visam propiciar ao professor uma postura dialógica, a qual, aliada com outros recursos possam incentivar os estudantes a participarem e se interessarem mais pelas aulas, conseqüentemente, despertando sua curiosidade sobre o tema abordado.

Referências Bibliográficas

ANA - Agência Nacional de Águas. **Evolução da organização e implementação da gestão de bacias no Brasil**. Conferência Internacional de Órgãos de Bacia, CIOB, Madri, 2002.

BARCELLOS, L, GERVÁSIO, S., JONIS, M. SILVA & COELHO, G. **A Mediação Pedagógica de uma Licencianda em Ciências Biológicas em uma Aula Investigativa de Ciências Envolvendo Conceitos Físicos**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2019, v.19, p. 37-65.

BOA ESPERANÇA. **Plano Municipal De Saneamento Básico e Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMSB/PMGIRS)**. Boa Esperança - ES, 2018. Disponível em: <<http://www.saneamentomunicipal.com/seu-pmsb/es/item/103-boa-esperanca-es>>. Acesso 01/12/2020.

BRASIL. Agência Nacional de Águas – ANA. **Edição Comemorativa do dia Mundial da Água: A Evolução da Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil**. S.l.: Agência Nacional de Águas – ANA, mar. 2002.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação**. nº. 9394 de 20 de dezembro de 1996.

BONFIM, D. S. **A Abordagem dos Três Momentos Pedagógicos no Estudo de Velocidade Escalar Média: Experiências em Ensino de Ciências**. Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), V. 13, n. 1, p. 187-197, 2018. Disponível em: <<https://docgo.net/a-abordagem-dos-tres-momentos-pedagogicos-no-estudo-de-velocidade-escalar-media>>. Acesso em: 27 de dezembro de 2020.

BRASIL. CON /1988 (CONSTITUIÇÃO FEDERAL DE 1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, DF, 05 de outubro de 1988, p.1 (ANEXO). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acessado em: 03/01/2020.

_____. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. **Decreta o Código de Águas**. Diário Oficial da União - Seção 1 - 20/7/1934, Página 14738 (Publicação Original). Rio de Janeiro, 10 de julho de 1934. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm>. Acessado em: 03/01/2020.

_____. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º

da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF 09/01/1997, p. 470. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em: 03/01/2020.

_____. Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. **Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, DF, 18 de julho de 2000, p.1. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9984.htm>. Acessado em: 03/01/2020.

Calamidade pública é decretada por causa da seca em Pinheiros, ES G1, 27 set. 2013. Disponível em:< <http://g1.globo.com/espírito-santo/noticia/2013/09/seca-faz-prefeitura-decretar-calamidade-publica-em-pinheiros-es.html> > Acesso em: 03 dez. 2020.

CARVALHO, J. de A. **Dimensionamento de pequenas barragens para irrigação.** Lavras: Ed. UFLA, 2008. 153p.

CARVALHO, A. P. V; DIAS, H. T.C; TONELLO, K .C; Paiva, H. N. **Precipitação Efetiva E Recarga do Lençol Freático Na Bacia Hidrográfica Do Riacho Fundo**, Felixlândia-Mg. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622016000600965&lng=en&tlng=en>. Acesso em 12 de dezembro de 2020.

CASTRO, L. P. **Avaliação do comportamento do nível d'água em barragem de contenção de rejeito alteada a montante.** Dissertação de Mestrado apresentada à Escola Politécnica da Universidade Federal de São Paulo, USP., p 42. 2008. Disponível em https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3134/tde-30092008-153409/publico/Dissertacao_Revisada_2008.pdf. Acesso 11 de dezembro de 2020.

CONAMA – **Conselho Nacional de Meio ambiente.** Resolução nº 20/86.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Brasil). Resolução no 32, de 15 de outubro de 2003. **Institui a Divisão Hidrográfica Nacional.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 245, 17 dez. 2003. Seção 1, p. 142-143. Disponível em: <<https://cnrh.mdr.gov.br/>>. Acesso em 03 de dezembro de 2021.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Metodologia do ensino de ciências.** São Paulo: Cortez, 1994.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. e PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos.** São Paulo: Cortez, 2002.

DELIZOICOV, D.; MUENCHEN, C. **A Construção de um Processo Didático-Pedagógico Dialógico: Aspectos Epistemológicos.** Revista Ensaio, Belo Horizonte, v.14. p.199-215,

2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/epec/v14n3/1983-2117-epec-14-03-00199.pdf>>. Acesso em: 27 de dezembro de 2020.

FILHO, J. L. A.; LEITE, C. B. B. **Elevações Induzidas no Lençol Freático devido a Formação de Reservatórios**. Geociências, v.7, p.64-74, 2002. Disponível em: <<http://revistas.ung.br/index.php/geociencias/article/viewFile/1442/1239>>. Acesso em novembro de 2020.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 73 ed. Rio de Janeiro/São Paulo. Paz e Terra. 2020.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. 59 ed. Rio de Janeiro/São Paulo. Paz e Terra. 2019.

FREIRE, P. **Educação como Prática da Liberdade**. 45 ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra. 2019.

GEHLEN, S. T. **A função do problema no processo de ensino aprendizagem de Ciências: Contribuições de Freire e Vygotsky**. 2009. (Tese de doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

GEHLEN, S. T; SOLINO, A.P. Abordagem Temática Freireana e o Ensino de Ciências por Investigação: Possíveis Relações Epistemológicas e Pedagógicas. **Revista Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)**. Universidade Estadual de Santa Cruz, v.19, n.1, p. 141-162, 2014. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/viewFile/100/71>>. Acesso 27 de dezembro de 2020.

HALLIDAY, D; RESNICK, R; WALKER, J. **Fundamentos de física**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Rio de Janeiro: LTC, 2012, 2V.

MELLO, C. R; SILVA, A. M. Hidrologia: **Princípios e Aplicação em Sistemas Agrícolas**. Lavras: 1ª ed. UFLA, 2013. 455p.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. **Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro "Física"**. Ciência & Educação, Bauru, vol.20, n.3, p.617-638, 2017.

NASCIMENTO, W. J.; COSTA, P. C. F; BONFIM, D. D S K. **Os Três Momentos Pedagógicos no Estudo de velocidade escalar média**. Experiências em Ensino de Ciências, v. 13, n. 1, p. 187-197, 2018.

NETTO, José Martiniano de Azevedo; FERNANDEZ, Miguel Fernandez y. **Manual de Hidráulica**. 9. ed. Blucher, 1998.

PETRELLA, Riccardo. **O manifesto da água; argumentos para um contrato mundial**.

Trad. Vera Lúcia Mello Joscelyne. Petrópolis (RJ): Vozes, 159 p. 2002.

PINHEIROS. 2002. **DIA-Declaração de Impacto Ambiental**. Protocolo nº3360/02, IEMA. Pinheiros, ES.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos**. [S.l: s.n.], 2006.

PINHEIROS: **Declaração de Impacto Ambiental, Barragem Rio Itauninhas**.2002.

SOLINO, A. P. **Abordagem Temática Freireana E O Ensino De Ciências Por Investigação: Contribuições Para O Ensino De Ciências/Física Nos Anos Iniciais**. Ana Paula Solino Bastos Jequié, 2013. 203f. Dissertação em Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores. Universidade Estadual do sudoeste da Bahia, 2013.