



**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**ADUTORA DO RIO SÃO FRANCISCO COMO UMA DEMANDA ORIGINADA NO  
ESPAÇO SOCIAL: possibilidades para o Ensino de Física para a EJA.**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**MARIANA LUIZ DIAS**

**VITÓRIA DA CONQUISTA – BA  
Janeiro de 2023**

**Mariana Luiz Dias**

**ADUTORA DO RIO SÃO FRANCISCO COMO UMA DEMANDA ORIGINADA NO  
ESPAÇO SOCIAL: possibilidades para o Ensino de Física para a EJA.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação (PPG) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Wagner Duarte José

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA  
Janeiro de 2023

D533a

Dias, Mariana Luiz .

Adutora do Rio São Francisco como uma demanda originada no espaço social: possibilidades para o ensino de física para a EJA. / Mariana Luiz Dias, 2023.

158f. il.

Orientador (a): Dr. Wagner Duarte José.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós Graduação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Vitória da Conquista, 2023.

Inclui referência F. 152 - 153.

1. Ensino de física. 2. Ciência, Tecnologia e Sociedade - Conceitos Unificadores. 3. Espaço Social. 4. Trabalho - Energia. 5. Três Momentos Pedagógicos - EJA. I. José, Wagner Duarte. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física- MNPEF. III. T.

CDD 530.07

*Catlogação na fonte: **Juliana Teixeira de Assunção – CRB 5/1890***

Bibliotecária UESB – Campus Vitória da Conquista -BA



### ATA DE BANCA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Aos dezesseis dias do mês de março de 2023, às 15h00, através de plataforma virtual, instalou-se a Banca Examinadora para avaliação da dissertação intitulada *"ADUTORA DO RIO SÃO FRANCISCO COMO UMA DEMANDA ORIGINADA NO ESPAÇO SOCIAL: possibilidades para o Ensino de Física para a EJA"*, de autoria de Mariana Luiz Dias, discente do Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. A banca examinadora foi presidida pelo professor Dr. Wagner Duarte José, orientador da mestranda e contou com a participação dos professores Dr. Ferdinand Martins da Silva e Dr. Geide Rosa Coelho, na condição de examinadores; tendo sido APROVADA. Entretanto, para que o respectivo título possa ser concedido, com as prerrogativas legais dele advindas, o exemplar definitivo da referida dissertação deverá ser entregue (enviada), na (para) secretaria do mestrado, em um prazo máximo de 60 (sessenta) dias, com as alterações e/ou correções sugeridas pelos membros da banca, para que possa ser homologado pelas instâncias competentes da UESB.



Documento assinado eletronicamente por **Wagner Duarte Jose, Professor Pleno**, em 16/03/2023, às 17:11, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 13º, Incisos I e II, do [Decreto nº 15.805, de 30 de dezembro de 2014](#).



Documento assinado eletronicamente por **Geide Rosa Coelho, Usuário Externo**, em 16/03/2023, às 17:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 13º, Incisos I e II, do [Decreto nº 15.805, de 30 de dezembro de 2014](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ferdinand Martins da Silva, Professor**, em 16/03/2023, às 18:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 13º, Incisos I e II, do [Decreto nº 15.805, de 30 de dezembro de 2014](#).



Documento assinado eletronicamente por **Mariana Luiz Dias, Usuário Externo**, em 16/03/2023, às 18:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 13º, Incisos I e II, do [Decreto nº 15.805, de 30 de dezembro de 2014](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cristina Porto Gonçalves, Coordenador(a) do Programa**, em 16/03/2023, às 18:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 13º, Incisos I e II, do [Decreto nº 15.805, de 30 de dezembro de 2014](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://seibahia.ba.gov.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://seibahia.ba.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **00063584485** e o código CRC **7258149C**.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PPG  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO Mestrado Nacional Profissional  
EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF  
Área de concentração: Ensino de Física



**ADUTORA DO RIO SÃO FRANCISCO COMO UMA DEMANDA ORIGINADA NO ESPAÇO  
SOCIAL: possibilidades para o Ensino de Física para a EJA**

AUTOR: MARIANA LUIZ DIAS

DATA DE APROVAÇÃO: 16 DE MARÇO DE 2023

Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em convênio com a Sociedade Brasileira de Física – SBF, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Área de concentração: Ensino de Física.

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Wagner Duarte José  
Presidente da Banca Examinadora/Orientador

Prof. Dr. Geide Rosa Coelho  
Examinador externo

Prof. Dr. Ferdinand Martins da Silva  
Examinador interno

2023



Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Física - MNPEF  
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB  
Estrada do Bem Querer Km, 04, Vitória da Conquista - BA  
CEP: 45031-300



## AGRADECIMENTOS

À minha família pelo suporte principal.

Antônio Neto pela companhia, silêncio e tédio necessários para meus processos de estudo. Alexandre por me oferecer comida vegana nos momentos ruins. Eri pelos memes, suporte estético e por me lembrar que “*é cada um com seus problemas*”. Às *sista-guerrilheiras*, Sylvia e Indira, pela presença cotidiana nos “dias de luta”. Débora, pela amizade inenarrável. Às amigas historiadoras (Ana Lis, Ana Clara, Aminne, Gessica e Fernanda) pela inspiração. Aos *amigos-vizinhos-pesquisadores&trabalhadores*, Helô, Tereza e Ailton, que relevam os meus momentos de hiperfoco e não desistem da minha amizade. Meu *brodinho* Vinícios pelas páginas amarelas deste trabalho. E aos demais amigos que estiveram comigo em 2022 e não me perguntaram da dissertação.

Agradeço também à toda minha equipe de trabalho pelo acolhimento, troca política e humana, em especial Shabrine, Monalisa, Adriana e Cecília, que fazem do transtorno de trabalhar uma atividade possível.

Meus sinceros agradecimentos a todos os meus professores, com destaque ao professor Luizdarcy De Matos Castro e a professora Cristina Porto Gonçalves pela confiança; e ao professor Jornandes Jesús Correia pelos ensinamentos para além da física.

À banca composta pelos professores Geide Rosa Coelho e Ferdinand Martins Da Silva, pelas contribuições.

Ao meu orientador, Wagner Duarte José, por aceitado desenvolver a pesquisa, pela disponibilidade ímpar, pelas excelentes correções e por ter fornecidos os elementos necessários para que a minha ambiciosa ideia se transformasse em uma pesquisa acadêmica coerente e bem fundamentada.

Aos meus colegas de mestrado, especialmente minha dupla, Anderson, pela melhor parceria possível nos trabalhos e pela companhia, todo processo só é mais difícil.

Além disso, o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## RESUMO

Nesta dissertação pesquisamos as contribuições do ensino de física para problematizar o acesso à água do Rio São Francisco pela a Adutora do Algodão na cidade de Matina – BA. Nosso objetivo foi investigar o potencial de uma sequência didática para o Ensino de Física sobre a Integração do rio São Francisco como uma demanda originada no espaço social na perspectiva do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade, envolvendo os conceitos unificadores e os três momentos pedagógicos para a Educação de Jovens e Adultos. A sequência foi desenvolvida no Colégio Estadual Grandes Mestres Brasileiros. Tratamos a temática como uma demanda originada no Espaço Social articulada com a percepção do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade. Nos pautamos didaticamente pelos Três Momentos Pedagógicos e abordamos “trabalho” e “energia” através dos Conceitos Unificadores para o Ensino de Física. Para a produção de dados da pesquisa, do tipo estudo de caso, utilizamos gravações de áudios e diários de bordo, além das atividades realizadas pelos estudantes. A análise dos resultados suporta as ideias: a problematização da Transposição do Rio São Francisco como uma demanda originada no espaço social é um tópico que se ajusta aos problemas tratados no viés Ciência Tecnologia e Sociedade; O ensino dos conceitos físicos Trabalho e Energia como necessários para compreensão e discussão do tema; A abordagem unificadora articulada aos Três Momentos Pedagógicos contribuem para a problematização, sendo potencial, especialmente, na organização do conhecimento atendendo satisfatoriamente ao público da EJA. Por fim, acreditamos que o processo de ensino dialógico-problematizador proposto por esta pesquisa tem potencial para contribuir com o desenvolvimento do pensamento crítico reflexivo sobre questões ambientais e para a cultura de participação em decisões que envolvem Ciência e Tecnologia.

Palavras-chave: Rio São Francisco; Espaço Social; Três Momentos Pedagógicos; Ciência, Tecnologia e Sociedade; Conceitos Unificadores; Trabalho; Energia.

## ABSTRACT

In this dissertation, we research the contributions of physics teaching to problematize access to water from the São Francisco River through the Algodão Pipeline in the city of Matina - BA. Our objective was to investigate the potential of a didactic sequence for the teaching of physics on the Integration of the São Francisco River as a demand originated in the social space in the perspective of the Science, Technology and Society movement, involving the unifying concepts and the three pedagogical moments for the Youth and Adult Education. The sequence was developed at Colégio Estadual Grandes Mestres Brasileiros. We treat the theme as a demand originated in the Social Space articulated with the perception of the Science, Technology and Society movement. We guided ourselves didactically by the Three Pedagogical Moments and approached “work” and “energy” through the Unifying Concepts for Physics. For the production of research data, of the case study type, we used audio recordings and logbooks, in addition to the activities carried out by the students. The analysis of the results supports the ideas: the problematization of the Transposition of the São Francisco River as a demand originated in the social space is a topic that fits the problems treated in the Science, Technology and Society bias; The teaching of the physical concepts Work and Energy as necessary for understanding and discussing the theme; The unifying approach articulated to the Three Pedagogical Moments contributes to the problematization, being potential, especially, in the organization of knowledge, satisfactorily serving the EJA public. Finally, we believe that the dialogic-problematizing teaching process proposed by this research has the potential to contribute to the development of reflective critical thinking on environmental issues, such as for the culture of participation in decisions involving Science and Technology.

Keywords: São Francisco River; Social Space; Three Pedagogical Moments; Science, Technology and Society; Unifying concepts; Work; Energy.

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Sistematização da Sequência Didática.....	71
<b>Quadro 2</b> - Transcrição do diálogo da professora com os estudantes (gravados em áudio durante as aulas) .....	88
<b>Quadro 3</b> - Transcrição do diálogo da professora com os estudantes (gravados em áudio durante as aulas) .....	90
<b>Quadro 4</b> - Transcrição do diálogo dos estudantes (gravados em áudio durante as aulas).....	94
<b>Quadro 5</b> - Transcrição do diálogo dos estudantes (gravados em áudio durante as aulas).....	95

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Mapa da obra de Integração.....	45
<b>Figura 2</b> – Localização de Matina no Território Identidade do Velho Chico .....	47
<b>Figura 3</b> - Deslocamento de um bloco devido a força constante aplicada .....	50
<b>Figura 4</b> - Deslocamento de um bloco devido a força aplicada com inclinação .....	51
<b>Figura 5</b> - Gráfico da força pelo deslocamento do corpo com divisões .....	53
<b>Figura 6</b> - Gráfico força pelo deslocamento com divisões infinitesimais .....	54
<b>Figura 7</b> - Área abaixo da curva da força pelo deslocamento .....	55
<b>Figura 8</b> - Sistema com polias. ....	68
<b>Figura 9</b> - Sistema de polias .....	69
<b>Figura 10</b> - Cordel utilizado no encontro 01 .....	73
<b>Figura 11</b> - Disposição do cordel pela sala de aula .....	73
<b>Figura 12</b> - Ponte Guimarães Rosa - Carinhanha - BA .....	74
<b>Figura 13</b> - Ponte Gercino Coelho - Bom Jesus da Lapa - BA .....	74
<b>Figura 14</b> - Canais da transposição do rio São Francisco.....	75
<b>Figura 15</b> - Construção de adutoras do rio São Francisco.....	75
<b>Figura 16</b> - Captação da água para adutora. ....	75
<b>Figura 17</b> - Leitura do cordel.....	76
<b>Figura 18</b> - Texto informativo em formato de jornal. ....	77
<b>Figura 19</b> - Leitura do jornal .....	77
<b>Figura 20</b> - Vídeos de localização geográfica .....	78
<b>Figura 21</b> - Materiais utilizados para atividade com roldanas.....	81
<b>Figura 22</b> - Esquema utilizando as polias.....	82
<b>Figura 23</b> - Desenvolvimento da atividade com roldanas .....	83
<b>Figura 24</b> - Perfil dos alunos da EJA VII .....	86
<b>Figura 25</b> - Informações sobre acesso à internet e aparelhos telefone e computador .....	87
<b>Figura 26</b> - Respostas dos alunos na atividade de roldanas. ....	99

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>Motivação</b> .....	12
<b>Contexto</b> .....	14
<b>Problema</b> .....	15
<b>1 REFERENCIAL TEÓRICO METODOLÓGICO</b> .....	20
1.1 Demanda originada no espaço social.....	20
1.2 Educação de Jovens e Adultos - EJA.....	26
1.3 O Ensino de Física no currículo EJA.....	29
1.4 A percepção do movimento CTS .....	30
1.5 A percepção CTS na Educação de Jovens e Adultos – possibilidades para o ensino de ciências.....	33
1.6 Três Momentos Pedagógicos – 3MP .....	34
1.7 Articulação entre os Três Momentos Pedagógicos e a perspectiva Ciência Tecnologia e Sociedade .....	38
1.8 Três Momentos Pedagógicos – contribuições para a Educação de Jovens a Adultos ....	39
1.9 Conceitos Unificadores como estruturantes da organização didático-pedagógica (Transformações, Regularidades, Energia e Escalas) .....	41
1.10 Integração do Rio São Francisco .....	43
1.11 Adutora do Algodão – Território Identidade Velho Chico - BA.....	46
<b>2 PROGRAMA DE FÍSICA</b> .....	49
2.1 Trabalho .....	49
2.2 Energia .....	56
2.3 Estudos associados.....	63
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	70
3.1 Tipo, abordagem e objetivos do estudo .....	70
3.2 Lócus e sujeitos da pesquisa .....	70
3.3 Instrumentos para a produção de dados .....	72
3.4 Descrição da proposta.....	72
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	86
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	104
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	107
<b>APÊNDICE</b> .....	115

## INTRODUÇÃO

### Motivação

Esta pesquisa se refere a uma proposta de sequência didática para o ensino de física na educação de jovens e adultos que problematiza o acesso à água do Rio São Francisco por meio da Adutora do Algodão como uma demanda originada no Espaço Social, discutindo as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, partindo de uma abordagem conceitual unificadora dos conceitos de física e pautada nos Três Momentos Pedagógicos. Buscamos nesta pesquisa desenvolver uma prática pedagógica que contribuísse com a Educação de Jovens e Adultos – EJA do Colégio Estadual Grandes Mestres Brasileiros, localizado na cidade de Matina – BA.

A motivação para o desenvolvimento desta pesquisa tem origem na minha experiência de estudante. Frequentei a educação básica no interior da Bahia em uma cidade chamada Caetité (distante 645 quilômetros da capital do estado). Caetité tem mais de 200 anos de emancipação e se destacou culturalmente na região, sendo terra natal de personalidades como Anísio Teixeira, Waldick Soriano e Prisco Viana. Além disso, a cidade foi pioneira na educação regional, com a primeira escola normal do sertão baiano.

Caetité está inserida no Território Identidade Sertão Produtivo, destacando-se por fazer parte do Complexo Eólico do Alto Sertão, pela extração e beneficiamento de urânio promovidos pelas Indústrias Nucleares do Brasil (INB) e de minério de Ferro pela Bahia Mineração - BAMIN. (INB, 2022; BAHIA MINERAÇÃO S.A, 2022)

É importante salientar que o parque eólico e as mineradoras movimentam recursos financeiros na cidade, por meio de empregos diretos e indiretos. Em contrapartida, as principais jazidas de extração mineral exploram, juntas, uma área superior a 6 mil hectares e se valem de altas quantidades de água para que o seu objetivo final seja atingido.

As aulas que eu achava mais interessantes eram da querida professora de geografia Maria de Lourdes (em memória), sobre os impactos causados pelo homem no meio ambiente. Achava curioso como só existia poluição, degradação de rio ou atmosfera nos grandes centros que o livro didático mostrava. Outro fato curioso era de que nas feiras de ciências da escola, os representantes das mineradoras informavam apenas sobre o potencial produtivo da cidade e de como aquele tipo de exploração beneficiava toda a população de alguma maneira. Porém, conteúdos relacionados à mineração de urânio ou de ferro não eram abordados na sala de aula pelos professores, tão pouco problematizavam seus aspectos negativos. As propostas didáticas

que buscavam relacionar os conteúdos com o cotidiano eram poucas, e não estabeleciam uma relação entre o teórico e as questões socioambientais que nos era familiar.

No meu último ano do ensino médio, o colégio passou a ser da modalidade de Educação Profissional e Tecnológica, com o curso principal sendo o de Mineração, o volume de disciplinas técnicas suprimiu o currículo do ensino regular por ser voltado ao exercício de profissões e deixou o espaço ainda menor para discussões contextualizadas.

A formação dos alunos sem propostas pedagógicas que privilegiam as questões originadas no nosso próprio meio e que utilizam ciência e tecnologia para decisões em políticas públicas, traz consequências no potencial de participação da comunidade. O desconhecimento por parte da população sobre a exploração mineral de uma cidade como Caetité, por exemplo, no que tange ao uso de recursos hídricos configura um tema complexo quanto aos custos ambientais envolvidos e danos à biodiversidade. Contudo, é possível compreender que a ausência dessas discussões nos currículos não se trata de uma questão local, basta observar a gravidade dos problemas ambientais enfrentados pelo mundo e mais especificamente no Brasil, devido a utilização inconsequente dos recursos naturais, para identificar que esta situação sugere uma deficiência geral no ensino.

Um dos pontos importantes para o desenvolvimento desta pesquisa foi a escolha do público. Agora, enquanto docente da Educação de Jovens e Adultos, houve uma preocupação com a prática pedagógica que não excluísse essa modalidade. Embora as diretrizes para a EJA foquem, dentre outras questões, a flexibilização da presença do estudante na sala de aula, encontramos um planejamento inadequado ou infantilizado para pessoas adultas e que são, em grande parte, trabalhadoras. Na escola Estadual Grandes Mestres Brasileiros localizada na cidade de Matina - BA, existe uma defesa para ações pedagógicas e planejamentos focados para a EJA, com a finalidade de proporcionar a estes estudantes a sua autopercepção como sujeitos humanos, sociais e históricos. Diante das trocas com os outros professores, surgiu o desejo de contribuir com o ensino de física para esse público, sem propor uma prática conteudista, distante da realidade ou meramente decorativa. Refletindo sobre a rede básica de ensino, buscamos desenvolver uma proposta que valorizasse a história de vida, o local, a comunidade e elementos da cultural regional desses estudantes. Pensar a proposta para a EJA manteve o foco, portanto, nas contribuições do Ensino de Física por meio do pensamento crítico reflexivo que, ao considerar o estudante como humano, social, histórico e cidadão, viesse a proporcionar caminhos para compreender a realidade e atuar sobre ela.

De um único questionamento: “o que trabalhar com a EJA?” Encontramos outros inevitáveis: Quem são os alunos que frequentam a Educação de Jovens e Adultos na cidade de

Matina? Ondes eles moram? Todos têm acesso às mesmas condições de trabalho, educação, serviços básicos? Qual a relação que essas pessoas têm com seus lugares e sua comunidade? Quais heranças e fatores históricos influenciam o modo de viver dessas pessoas? Existem contradições locais? Na busca por essas respostas, abordamos em uma perspectiva socioambiental o acesso à água do Rio São Francisco por meio da Adutora do Algodão. Este tema, que diz respeito a um dos recursos básicos de vida, é constituído pelo emprego da técnica e a ciência, que entrelaçadas às questões políticas e sociais, acabam distanciando a comunidade da sua discussão. Além disso, discutir o tema possibilitou analisar o evento ainda maior, que é a Integração do Rio São Francisco.

## **Contexto**

O desenvolvimento social impõe necessidades novas que representam desafios para sociedade e envolve os mais diversos complexos sociais como política, ciência, economia, educação, entre outros. A ocupação humana em territórios como o semiárido na Bahia enfrenta o problema de abastecimento de água, seja para o consumo dos moradores, ou para o desenvolvimento de atividades econômicas, o que representa um desafio para os governos e para as políticas públicas. Com o objetivo de aumentar a oferta hídrica nestas regiões, através do Plano de Aceleração do Crescimento (PAC), lançado em 28 de janeiro de 2007, foram desenvolvidos projetos como a Integração da Bacia do rio São Francisco (transposição do rio São Francisco como ficou conhecida) e o Sistema Integrado de Abastecimento de Água do Algodão (SIAA): a Adutora do Algodão (HENKS, 2014; ALMEIDA, OLIVEIRA, 2019).

O Projeto de Integração da Bacia do Rio São Francisco é uma gigantesca obra da engenharia com orçamento inicial de 8,2 bilhões e, apesar de algumas mudanças no projeto original, manteve o objetivo de construir nove estações de bombeamento de água e levar a 390 municípios e atender a cerca de 12 milhões de pessoas. Contudo, muitas críticas foram feitas em relação aos seus impactos socio-econômicos e ambientais nas comunidades locais (GUIMARÃES JUNIOR, 2016; SOUSA; ALMEIDA; SANTOS, 2018).

No que se refere ao Sistema Integrado de Abastecimento de Água do Algodão (SIAA), obras foram iniciadas em 2012 e segundo a Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A – EMBASA, após a conclusão da segunda etapa em 2016, o sistema passou a ofertar água para mais de 290 mil pessoas residentes em 9 municípios (EMBASA, 2015). Embora apresente projeto em escala menor que a Integração do Rio São Francisco, o SIAA é uma grande obra da engenharia que mobilizou recursos (190 milhões de reais até o momento) e trouxe impactos

tanto ambientais quanto sociais na vida das pessoas que vivem na região (ALMEIDA; SANTOS, 2018).

## **Problema**

Por meio da análise histórica, Gerard Fourez (1995) em “A construção das ciências” afirma que o desenvolvimento das organizações sociais humanas ocorreu entrelaçado à produção da ciência e tecnologia (C&T). Para o autor, C&T são produtos humanos destinados a outros humanos e se expressam no conhecimento e nas técnicas, ferramentas ou meios, no qual se estabelece o campo das possibilidades humanas. Nesse sentido, o conhecimento demanda um certo domínio da Natureza, e por extensão “ao poder que o ser humano possui um sobre o outro” (FOUREZ, 1995, p. 207). Em outras palavras, o conhecimento significa o que pode ser feito e traz como consequência o significado de um possível objeto de decisão na sociedade.

A história da humanidade foi marcada por avanços científicos e tecnológicos. Hobsbawm (2000) em seu célebre livro “A era das revoluções”, considera a revolução que ocorreu entre 1789 e 1848 - a Primeira Revolução Industrial, como a “maior transformação da história humana desde os tempos remotos quando o homem inventou a agricultura e a metalurgia, a escrita, a cidade e o Estado” (HOBSBAWOM, 2002, p. 2). A segunda fase das revoluções, conhecida como Segunda Revolução Industrial, eclodiu em seguida e teve duração de cerca de um século (OLIVEIRA, 2022).

No que se refere ao desenvolvimento social impactado pela indústria nestes momentos históricos, Dathein (2003), detalha:

Nas Revoluções Industriais dos séculos XVIII e XIX ocorreu a ampliação da substituição da energia humana e animal pela inanimada, com eficiência multiplicada; a aceleração da troca da capacidade humana por instrumentos mecânicos; e a descoberta e/ou melhoria de métodos de obtenção e elaboração de matérias primas. (DATHEIN, 2003, p. 1)

Por outro lado, a Segunda Revolução Industrial apresenta atributos que a diferenciam da Primeira. Especialmente na segunda fase das revoluções, foi assumido pela ciência e pelos laboratórios de pesquisa a função de desenvolver aparatos tecnológicos que superassem a obtenção da energia do vapor do carvão e do ferro. Por meio do progresso na comunicação e da utilização do petróleo, por exemplo, a pesquisa científica favoreceu a evolução da indústria química e elétrica, impactando as formas de trabalho e moldando a civilização do século XX. (DATHEIN, 2033; HOBSBAWM, 2000)

Klaus Schwab (2016) em seu livro “A Quarta Revolução Industrial”, observa que as tecnologias têm avançado em uma escala tão revolucionária, que já podemos estar no meio de uma transformação de toda a humanidade. Tanto Schwab (2016), quanto Fourez (1995), embora discutam a temática com 20 anos de diferença, reconhecem a importância da tecnologia e das ciências para a forma como a sociedade se organiza e propõem solucionar alguns de seus problemas.

Ainda conforme Fourez (1995), o conhecimento tem uma íntima relação com a tomada de decisões, considerada como uma relação imprescindível. Ao estabelecer um objetivo, primeiro o conhecimento sobre o que se deseja fazer vai determinar o campo da possibilidade, e após essa constatação surgem outras questões como, é necessário? Deve ser feito? Qual o propósito? O conhecimento pode ser o orientador das decisões? Essas questões surgem porque o desenvolvimento social é marcado por outros elementos que não o científico, como a moral, a ideologia, a política, o direito, a cultura, dentre outros, que se relacionam e interferem nas tomadas de decisão.

Quando nos referimos a questões coletivas como uma obra de saneamento básico, dependendo do nível de desenvolvimento material da sociedade, pode ser feito por uma assembleia entre os moradores, ou em outro oposto, em uma sociedade como a capitalista, onde as especializações chegaram a tal nível, que existe uma organização responsável por decisões que envolvem toda a sociedade, que são os Estados e suas instituições. Sendo assim, as decisões a partir dos conhecimentos científicos e sua relação com a sociedade, podem ocorrer dentro de três formas de interação: as interações tecnocráticas, decisionistas e pragmático-políticas (HABERMAS, 1973 apud FOUREZ, 1995).

O autor salienta que não são formas puras de existir, e que são conceituações que exprimem de forma geral o fenômeno (e não suas diversas formas), permitindo sua descrição. Em resumo, pode-se descrever o Modelo Tecnocrático, por uma forma onde a ciência “seria um conhecimento sempre verdadeiro” e que o especialista, por ter estudado na área, seria a única e melhor forma de se decidir algo. Por exemplo, sobre a construção de uma ponte, caberia exclusivamente ao engenheiro decidir a melhor forma de fazer, sem consulta aos moradores a região ou órgão e organizações civis sobre impacto ambiental, onde “para o modelo tecnocrático, as decisões cabem aos especialistas” (FOUREZ, 1995, p. 209).

Quanto ao Modelo Decisionista, existe a distinção entre tomadores de decisão e técnicos (especialistas). Neste modelo, o especialista tomando o exemplo já citado do engenheiro, ao projetar a ponte, deverá consultar aos interessados qual a melhor forma de executar a obra levando em conta recursos e necessidades dos envolvidos, ou seja, nesta modalidade “uns

determinam os fins, outros, os meios” (FOUREZ, 1995, p. 209). E por fim, o modelo Pragmático-Político, se assemelha ao Modelo Decisionista, mas aprofunda essa relação mantendo um constante diálogo. Enquanto no Decisionista, o engenheiro projeta a ponte conforme as condições dadas pelo cliente (estado ou comunidade, ou ambos) e a partir de então desenvolve o projeto, no Modelo Pragmático, essa relação se mantém constante. Essa relação entre os especialistas e os não-especialistas de forma permanente, gera situações que dificultam a autonomia dos especialistas e vice-versa. Neste modelo, os meios escolhidos podem alterar os objetivos, e nunca acontecem de maneira simples exigindo sempre um processo de negociação, e por isso o nome Pragmático-Político (FOUREZ, 1995).

Essas tendências citadas, também exercem influência para além da ciência, do campo político e também na educação escolar. Tendo em vista que o conhecimento é um dos principais, mas não único, “produto” escolar, é fundamental que se se coloque a questão: De que forma o processo ensino-aprendizagem está alinhado com o ensino de Ciências numa perspectiva que ultrapasse o ensino como “uma coisa” separada da sociedade, inserido a importância do conhecimento científico para a transformação da realidade e solução de problemas na sociedade tanto de ordem local (a questão do abastecimento de água por exemplo) ou global (preservação do meio ambiente)?

Pode-se dizer que é um problema, ou uma discussão bastante atual entre pesquisadores da área de educação, pedagogos e professores, a questão de como relacionar efetivamente os conteúdos escolares com a vida cotidiana, seus problemas e desafios. Segundo Nehring e colaboradores (2002), um dos problemas começa na seleção de conteúdo, onde “a falta de relação com seu cotidiano faz com que não vejam significado em tais conhecimentos, por isso não incorporam tais proposições como seus problemas e nem se motivam para buscar soluções para eles” (NEHRING, et al., 2002, p. 89). Para os autores, existe uma tradição que identifica o conhecimento científico escolar como uma simplificação de sua área de referência, e que essa simplificação não traria prejuízos para a essência do conhecimento, e que por não ter modificado estruturalmente (corresponderia a um “resumo” do “verdadeiro” conhecimento) e “enquanto conteúdo curricular estaria preservada por continuar a ser um conhecimento legitimado cientificamente” (NEHRING, et al., 2002, p. 89).

Essa falta aparente de relação entre conhecimento científico escolar cotidiano com o mundo e a simplificação dos conteúdos, faz parecer que as disciplinas escolares são “coisas” de especialista, sem utilização prática, mesmo que no cotidiano é utilizado parte desses conhecimentos inconscientemente. “A dicotomia gerada entre o conhecimento escolar e o conhecimento do cotidiano desqualifica o primeiro, conferindo-lhe apenas um status de

“verniz” cultural”, ainda que o “conhecimento científico, mesmo aquele transportado para a escola, mantém seus vínculos com a realidade e por consequência com o cotidiano de todos” (NEHRING, et al., 2002, p. 10), e então discussão que se pretende está em torno dos pontos: I – Quais são as consequências para o ensino e aprendizagem de abordagens desvinculadas das situações vivenciadas pelos estudantes?; II – Quais as maneiras de discutir temas socialmente relevantes, que superem a simplificação das abordagens no ensino de ciências e em especial, no ensino de física? E, sobretudo, III- Como viabilizar essa discussão para a comunidade?

Diante da importância de demonstrar o vínculo entre ciência, tecnologia, cotidiano e sociedade, partindo da contextualização sócio-histórica e dos conhecimentos científicos que apontam possibilidades de intervenção na natureza e nas decisões políticas, nosso problema de pesquisa está centrado em compreender qual o potencial de uma sequência didática para o ensino de física sobre a Integração do rio São Francisco como uma demanda originada no espaço social na perspectiva do movimento CTS, envolvendo os conceitos unificadores e os três momentos pedagógicos para a Educação de Jovens e Adultos.

De forma específica, buscamos com essa proposta de ensino verificar quais são as possibilidades para o ensino de Física no viés Ciência-Tecnologia-Sociedade através da discussão da Integração do Rio São Francisco; Investigar avanços e limitações de uma proposta metodológica pautada nos três momentos pedagógicos e nos conceitos unificadores que articule o ensino de física e a Integração do rio São Francisco na Educação de Jovens e Adultos. Além disso, destacar as contribuições de uma abordagem conceitual unificadora para o ensino de física que problematize a Integração do rio São Francisco para a Educação de Jovens e Adultos na perspectiva CTS.

Nesta pesquisa nos pautamos em pressupostos teóricos que suportam os procedimentos metodológicos adotados na sequência didática para discutir os resultados obtidos ao longo do seu desenvolvimento. Buscando responder aos objetivos propostos, estruturamos a produção textual em seis capítulos, como segue:

**Introdução** – Esta parte do texto comporta a motivação para escolha do tema e do público alvo, o contexto em que a comunidade da escola está inserida, o problema para a pesquisa e para o ensino, bem como os objetivos.

O Capítulo 1 – **Referencial teórico metodológico** – Aprofundamos neste capítulo os pressupostos teóricos que versam sobre: Como são caracterizadas as demandas originadas no Espaço Social do geógrafo Milton Santos; Qual a configuração da Educação de Jovens e Adultos; Um olhar sobre o currículo de Física para a EJA; Quais são as percepções do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS; A dinâmica dos Três Momentos

Pedagógicos; A articulação entre os 3MP e a percepção CTS; Implicações dos 3MP em práticas pedagógicas voltadas para a EJA; Organização curricular através dos Conceitos Unificadores para o ensino de física; Dados sobre a Integração do Rio São Francisco e sobre Adutora do Algodão; E por fim, reportamos os achados das propostas de ensino voltadas para o Rio São Francisco no escopo da física.

O capítulo 2 – **Capítulo de Física** – Este capítulo condensa as motivações para definir o programa de física e detalha as grandezas “trabalho”, “energia” e estudos associados no âmbito da mecânica que foram necessários ao longo do desenvolvimento da situação didática.

O capítulo 3 – **Metodologia** – Apresentamos neste capítulo o tipo de estudo, abordagem e objetivos. Aqui também detalhamos os instrumentos utilizados na sequência didática e o percurso metodológico adotado.

O Capítulo 4 – **Resultados e discussões** – Este capítulo reporta a análise dos dados que foram produzidos no desenvolvimento da pesquisa e os diálogos com a literatura pertinente ao tema.

O capítulo 5 – **Considerações finais** – Traz uma reflexão crítica sobre o resultado encontrado no desenvolvimento da situação de ensino para a EJA, em que destacamos as contribuições e limitações para o ensino de física.

## 1 REFERENCIAL TEÓRICO METODOLÓGICO

### 1.1 Demanda originada no espaço social

Para compreender a complexidade do espaço social, tomamos por base o pensamento do geógrafo Milton Santos. Para tanto, é necessário inicialmente definir os conceitos de “totalidade”, “forma” e “função”. Em seu livro “Espaço e Método” (SANTOS, 2014), o autor conceitua “totalidade” como a realidade na íntegra e que está em constante modificação. A “forma” se configura como a característica visual e significa um padrão determinado por um conjunto de objetos sociais. A *forma* quando analisada separadamente descreve um fenômeno em um momento, podendo ser alterada ao longo do tempo. A forma possui em sua essência uma ação prevista para ser executada, isto é, uma “função”. Nas palavras de Santos (2014), a função “sugere uma tarefa ou atividade esperada de uma forma, pessoa, instituição ou coisa” (SANTOS, 2014, p. 69).

O “espaço social” no âmbito miltoniano é compreendido como uma “totalidade” que expressa relações entre “funções” e “formas”, construídas ao longo da história e condicionado aos processos sociais (SANTOS, 1978). Para Santos (1977), dentre os objetos sociais nenhum “tem uma tamanha imposição sobre o homem, nenhum está tão presente no cotidiano dos indivíduos” como o espaço social (SANTOS, 1977, p. 92). Neste pensamento, a “prática social” é tida como um dado socioeconômico e que está subordinado às forças que atuam no espaço. Dessa forma, o espaço expressa diferentes esferas humanas como a econômica, social, política e cultural da vida dos homens em sociedade (SANTOS, 1977).

A prática social tem como elementos básicos a casa, o lugar de trabalho, os trajetos que unem os locais, e se estabelece como o principal fator no direcionamento da atividade humana ao longo do processo de modificação da natureza. Considerando que a estrutura de cada sociedade está vinculada aos acontecimentos de seu tempo, atribui-se ao espaço a característica de ser um fato histórico (SANTOS, 1977).

O trabalho do homem para transformar o espaço se denomina “produção” e obedece às configurações determinadas ao longo do tempo. Entende-se que as “formações sociais” são as possibilidades realizadas através do modo de produção. O modo de produção é, portanto, “uma forma particular de organização do processo de produção destinada a agir sobre a natureza e obter os elementos necessários à satisfação das necessidades da sociedade” (SANTOS, 1977 apud A. CORDOVA 1974: 118 ; p 88). Por outro lado, o modo de produção se refere também

a dados imateriais, como fatores políticos ou ideológicos, que atuam nas localizações se personalizando como forças produtivas nos espaços. (SANTOS, 1977).

Os modos de produção fornecem elementos quantitativos e qualitativos que se relacionam e atribuem o “valor” de cada local, com isso, a configuração e transformação do espaço social reproduz “intencionalidade” das demandas de ordem sociais, políticas e econômicas. A localização de um lugar depende, portanto, da totalidade social em um momento histórico e da formação social originada nos seus modos de produção, não apresentando papel de neutralidade na vida dos homens e na evolução da formação social e econômica. (SANTOS, 1977).

No espaço, a identificação dos homens, das coisas e das atividades são explicadas por imposições “externas”, relativas ao modo de produção, e pelas imposições “internas”, caracterizadas basicamente pela formação social (SANTOS, 2006). Deve-se reconhecer alguns processos básicos de ordem externa e fundamentais em sua formação como:

“a técnica, a ação, os objetos, a norma e os eventos, a universalidade e a particularidade, a totalidade e totalização, a temporalização e a temporalidade, a idealização e a objetivação, os símbolos e a ideologia. Enquanto as categorias analíticas internas em destaque são a paisagem, a configuração territorial, a divisão territorial do trabalho, o espaço produzido ou produtivo, as rugosidades e as formas-conteúdo” (SANTOS, 2006, p. 12-13).

No campo das categorias externas, a “técnica” expressa os conjuntos de meios instrumentais e sociais, com os quais o homem realiza a sua vida, produz e, ao mesmo tempo, cria espaço. (SANTOS, 2006, p 16).

A “ação” e os “objetos” constituem um conjunto inseparável, colaborativo e contraditório na formação do espaço. Essas duas categorias interagem entre si e só podem ser compreendidas no contexto onde a história acontece. A relação entre ação e objetos, na palavra do autor, mostra que “de um lado, os sistemas de objetos condicionam a forma como se dão as ações e, de outro lado, o sistema de ações leva à criação de objetos novos ou se realiza sobre objetos preexistentes. É assim que o espaço encontra a sua dinâmica e se transforma.” (SANTOS, 2006, p 39).

Neste sentido os objetos naturais são a natureza selvagem, enquanto os objetos considerados fabricados, técnicos ou cibernéticos que compõem a natureza artificial são, por exemplo, as hidrelétricas, portos, estradas, cidades, entre outros (SANTOS, 2006). Observando esses objetos, é possível observar que cada vez mais o espaço passa a ser formado objetos

artificiais, com a presença de sistemas de ações que promovem alterações artificiais, com finalidade que podem não atender ao lugar e a seus habitantes (SANTOS, 2006).

Por outro lado, a ação é submetida a “normas”, sejam elas formais ou informais, e sua execução demanda investimento de recursos. A escolha dos recursos mobiliza ações que dependem novamente de outras normas. Isso significa que para compreender o espaço em um mundo globalizado, é imprescindível ter ciência do que sustenta as motivações, que podem ser de ordem local ou global. Dessa forma, as normas são categorizadas de acordo sua função, escala, atuação e pertinência no regimento das ações.

“Eventos” são caracterizados por ações no espaço em um dado momento. No pensamento miltoniano, os eventos são considerados catalisadores entre os objetos e as ações nas formações sociais, pois “a ação não se dá sem que haja um objeto; e, quando exercida, acaba por se redefinir como ação e por redefinir o objeto. Por isso os eventos estão no próprio coração da interpretação geográfica dos fenômenos sociais” (SANTOS, 2006, p. 62).

Eventos naturais resultam das modificações da natureza, de ordem natural, onde a mudança do espaço é ocasionado pela dinâmica própria da natureza. Eventos históricos, por outro lado, demandam a ação humana, sendo resultado do movimento social, comandado pelo uso do trabalho e da informação, bem como das interações humanas e seus efeitos nos dados naturais (SANTOS, 2006).

As ações, objetos e eventos estão relacionados à realidade do espaço, uma vez que é a estrutura do lugar que condiciona os eventos. Em momentos localizados, os eventos apresentam suas “particularidades”, mas estão contidos em uma “totalidade” que inclui os eventos no todo social. Neste sentido, a “universalidade” e “particularidade” são complementares na compreensão do espaço, pois “(...) evento é uma causa de outro evento. De fato, só a totalidade em movimento cria novos eventos. Mas a totalidade em movimento também inclui as ações tornadas possíveis em um lugar particular, a partir do qual acabam por influenciar outros lugares.” (SANTOS, 2006, p. 105).

Este caráter respectivamente, amplo e restrito, também é observado nas categorias externas “temporalização” e “temporalidade”, ambas mediadas pelo tempo e presentes no processo de modificação do espaço. Na *temporalização*, o lugar obedece a leis gerais de evolução, enquanto a *temporalidade* é estabelecida por meio do uso de particularidades locais por agentes ou classes dominantes em um dado momento histórico para alterar os modos de produção e as divisões do trabalho:

Cada lugar, cada subespaço, assiste, como testemunha e como ator, ao desenrolar simultâneo de várias divisões do trabalho (...). A cada novo momento histórico muda a divisão do trabalho. Em cada lugar, em cada subespaço, novas divisões do trabalho chegam e se implantam, mas sem exclusão da presença dos restos de divisões do trabalho anteriores. Isso, aliás, distingue cada lugar dos demais, essa combinação específica de temporalidades, diversas. (SANTOS, 2006, p. 88)

No entanto, mesmo que o processo histórico seja condição para a realização do espaço, este não é formado apenas pelas relações do tempo. Na formação do espaço social diariamente é encontrado a “ideologia” e os “símbolos”, uma vez que, pautado na concepção humana, os objetos só existem e possuem significado dentro das atividades sociais simbólicas. (SANTOS, 2006). No que se refere à ideologia, Santos (2006) afirma:

A ideologia produz símbolos, criados para fazer parte da vida real, e que frequentemente tomam a forma de objetos. A ideologia é, ao mesmo tempo, um dado da essência e um dado da existência, neste fim do século XX. Ela está na estrutura do mundo e também nas coisas. Ela é um fator constitutivo da história do presente. A realidade inclui a ideologia e a ideologia é também real. A ideologia, outrora considerada como falsa, portanto não-real, de fato não é algo estranho à realidade, nem é aparência apenas. Ela é mais do que aparência, porque é real. (J. Anderson (1973, p. 2) APUD SANTOS, 2006, p. 82)

Na concepção da formação social do espaço em relação às categorias internas, a “paisagem” tem significado divergente do “espaço”. *Paisagem* é tida como um sistema material imutável, enquanto espaço é entendido como um conjunto de valores em constante transformação (SANTOS, 2006). A categoria paisagem é “o conjunto de formas que, num dado momento, exprimem as heranças que representam as sucessivas relações localizadas entre homem e natureza” (SANTOS, 2006 p. 66)

A história do homem é marcada pela alteração da sua “configuração territorial”. No começo da existência humana a configuração era constituída basicamente pelos elementos naturais e posteriormente passou a conter elementos de obra do próprio homem como: estradas, casas, depósitos, fábricas, cidades, etc. (SANTOS, 2006). Em outras palavras:

A configuração territorial é dada pelo conjunto formado pelos sistemas naturais existentes em um dado país ou numa dada área e pelos acréscimos que os homens superimpuserem a esses sistemas naturais. A configuração territorial não é o espaço, já que sua realidade vem de sua materialidade, enquanto o espaço reúne a materialidade e a vida que a anima. (SANTOS, 2006, p. 38)

Apenas a formação social do espaço pode ser uma ferramenta para compreender a história de um país, pois a atividade desenvolvida no espaço aponta uma manifestação social

geral em que seu valor é determinado pelo local onde ocorre a manifestação. A “divisão do trabalho” é que realiza a distribuição de atividades e recursos. A respeito desta categoria interna:

A divisão social do trabalho é frequentemente considerada como a repartição (ou no Mundo, ou no Lugar) do trabalho vivo. Essa distribuição, vista através da localização dos seus diversos elementos, é chamada de divisão territorial do trabalho. Essas duas formas de considerar a divisão do trabalho são complementares e interdependentes. E a divisão social do trabalho não pode ser explicada sem a explicação da divisão territorial do trabalho, que depende, ela própria, das formas geográficas herdadas. (SANTOS, 2006, p. 91)

O “espaço produtivo e produzido”, enquanto categoria, se refere à produtividade espacial, de analogia correspondente à produtividade de uma máquina ou empresa. A produtividade do espaço é aplicada a um lugar interagindo com atividades. O “trabalho” do espaço, por outro lado, não reduz a importância dos objetos naturais do espaço, isso se deve ao fato de que a produtividade e o trabalho são fatores criados pelo homem através da técnica, dos dados geográficos e da informação para modificação do espaço. (SANTOS, 2006)

As “rugosidades” expressam partes antigas da divisão do trabalho já estabelecidas no espaço, partes do capital e recursos, bem como a herança das interações do trabalho com a técnica e a sociedade. Na definição de Santos:

Chamemos rugosidade ao que fica do passado como forma, espaço construído, paisagem, o que resta do processo de supressão, acumulação, superposição, com que as coisas se substituem e acumulam em todos os lugares. As rugosidades se apresentam como formas isoladas ou como arranjos. (SANTOS, 2006, p. 140).

Nos movimentos da sociedade através da objetificação do trabalho na transformação do espaço, os homens atribuem conteúdo às formas. Neste contexto, a paisagem é entendida como uma forma em que seu conteúdo é social. A interação entre as formas e as relações sociais é expressa pelo processo das “forma-conteúdo”. A categoria interna “forma-conteúdo” está em constante modificação pelo movimento social e, com isso, faz parte da evolução do espaço.

Tomando por base as categorias externas e internas do Espaço Social miltoniano, acreditamos que a construção e o funcionamento da Adutora do Algodão, assim como outros sistemas de transposição das águas do Rio São Francisco, caracteriza-se por uma demanda originada no espaço social. Ao contextualizar o abastecimento de água na cidade de Matina – BA, identificamos que a construção da adutora é um instrumento humano capaz de modificar a realidade, isto é, a **técnica**. Essa modificação é uma **ação** humana onde destacamos o Rio São Francisco como **objeto** natural e a adutora como **objeto** artificial.

A ação de construir a adutora, por outro lado, tem subordinação às **normas**, pois exige estudos sobre viabilidade e quantificação de recursos, por exemplo. A ação decisiva sobre os

recursos, principalmente, é submetida a outras normas políticas e fiscais. Assim, alteração na dinâmica social com a chegada da água em uma cidade por uma ação humana é um **evento histórico**, fruto de movimentação social e com consequência nos dados naturais.

Analisando a dimensão do evento de uma adutora, percebemos suas **particularidades** contidas na **universalidade** contraditória da Integração do Rio São Francisco em âmbito nacional. Quando o funcionamento da adutora abastece parcialmente a comunidade, não privilegiando os moradores do campo, reforça diferenças de classes e grupos dominantes, esboçando a **temporalidade do espaço**, que por sua vez, tem poder para interferir nos modos de produção e divisão do trabalho. O privilégio das classes ou grupos dominantes são representações **simbólicas** de **ideologias** e que influenciam novas ações e eventos no espaço social.

Internamente a demanda pode modificar profundamente a **paisagem**, pois contrapõe-se às heranças das relações entre o homem e os recursos naturais. A dinâmica e contradição da **configuração territorial** é vista na localização da cidade, uma vez que ela está no território identidade Velho Chico, mas não compartilha dos mesmos sistemas naturais que as cidades próximas ao Rio São Francisco e está situada na fronteira do território do Sertão Produtivo não compartilhando dos objetos acrescentados pelo homem.

A distribuição desigual da água que chega pela adutora pode impactar na distribuição de atividades e recursos, isto é, a **divisão social do trabalho**. Como também no **espaço produtivo**, pois a técnica empregada pelo homem na implementação da adutora pode concentrar formas de trabalho e desenvolvimento na sociedade, excluindo os sujeitos do campo.

A modificação do espaço ocasionada pela chegada da água através da adutora, juntamente com divisões anteriores do trabalho, a técnica e a sociedade proporcionam **rugosidades** ainda mais complexas, que podem influenciar opressões históricas, impactando a **forma** da paisagem e a objetificação do trabalho e do homem em seu **conteúdo** social.

Fonseca et.al (2018) realizaram uma proposta para o ensino de ciências tomando como base a concepção de espaço no campo da geografia física e humana de Milton Santos. O trabalho buscou discutir a realidade do bairro de Fátima localizando em Itabuna - BA. Dentre os contextos pertinentes ao bairro onde a escola está inserida e que foram explorados pela pesquisa, destacam-se dois: a situação do lixo na feira livre e a violência no bairro. A pesquisadora identificou a existência de percepções superficiais acerca do espaço social vivenciado pelos moradores. Quanto ao lixo, os participantes da pesquisa demonstraram acomodação frente ao problema, ausência de reflexão crítica sobre o descarte correto do lixo e responsabilização apenas do poder público para a solução do problema. Quanto à violência, a

acomodação à realidade de forma fatalista, no sentido de que não existiria alteração da realidade, já que a violência foi considerada por eles como algo inerente ao bairro.

A autora considerou difícil a tarefa de investigar onde está o limite dos sujeitos na compreensão dos problemas sociais que os cercam, exigindo do pesquisador um trabalho detalhista, bem como a sua participação na realidade da comunidade. Nesse sentido, a compreensão do espaço social miltoniano contribuiu para a percepção das situações problemáticas na comunidade, uma vez que permitiu a análise da realidade em uma perspectiva crítico-reflexivo, dinâmica e histórica sobre as situações e contradições sociais. A abordagem das questões sociais que envolvem o bairro da escola vista como espaço social levam em consideração as falas dos sujeitos, seu contexto e história, tornando a problemática social historicamente situada e dinâmica de maneira estrutural, em que situações com o lixo ou da violência não estão encerradas no sentido de não haver outra possibilidade de existência e que não ocorrem isoladamente, havendo contribuição de ações, eventos, heranças e relações humanas envolvidas no espaço.

## 1.2 Educação de Jovens e Adultos - EJA

A Educação de Jovens e Adultos (EJA) é uma modalidade de ensino escolar que como o próprio nome revela, é destinada a população jovem e adulta, segundo a Lei de Diretrizes e bases de 1996 (LDB, Lei nº 9.394), é direcionada a todos os que não tiveram acesso ou condições de permanência para continuar os estudos no ensino fundamental e médio na idade apropriada. O trajeto percorrido pela EJA no Brasil foi permeado por contradições do sistema capitalista: a estrutura urbana e industrial vista no país na década de 1930, demandou qualificação de mão de obra diversificada, em que a escolaridade necessária para a classe trabalhadora era a mínima possível (ALMEIDA e CORSO, 2014; FIGUEREDO, 2021)

Em defesa de uma ação pedagógica que libertasse a classe trabalhadora e os grupos excluídos socialmente de suas condições de opressão, surgiu o pensamento da pedagogia de Paulo Freire (1921-1997), que teve como grande contribuição a alfabetização de adultos, pois argumentava a alfabetização como ação criadora do sujeito em sua aprendizagem, sendo ela um direito de todos e todas e potencial para leitura de mundo de maneira crítica (COSTA; FILHO, 2022). Dessa forma, a pedagogia freiriana foi basilar para a construção da educação de jovens e adultos no contexto brasileiro, pois além de oferecer uma didática dialógica e problematizadora em busca da humanização dos oprimidos, esteve engajada politicamente para com os trabalhadores e outras minorias (OLIVEIRA et al., 2020; FIGUEREDO, 2021).

Entretanto, os debates sobre a educação libertadora foram interrompidos no Brasil devido à instauração do regime militar após o golpe de estado de 1964 (FREIRE, 1979).

Durante a Ditadura Militar no Brasil, foi implementado o Movimento Brasileiro de Alfabetização (Mobral), que sistematizou institucionalmente pela primeira vez a educação para adultos com o objetivo de substituir a alfabetização utilizada pelos movimentos sociais e de forma autônoma antes do golpe (STRELHOW, 2010). Apesar de antes do Golpe Militar existir o direito a educação básica para adultos, não era uma modalidade específica, a exemplo de programas como SEA (Serviço de Educação de Adultos), que ficou conhecido como Primeira Campanha Nacional de Educação de Adultos (OLIVEIRA et al., 2020; FIGUEREDO, 2021). Vale destacar que a preocupação principal com a alfabetização era de letrar o trabalhador e prepará-lo minimamente para a indústria em desenvolvimento no período. Era o início de industrialização no Brasil:

[...] em 1946, com a instalação do Estado Nacional Desenvolvimentista, houve um deslocamento do projeto político do Brasil, passando do modelo agrícola e rural para um modelo industrial e urbano, que gerou a necessidade de mão-de-obra qualificada e alfabetizada. (LOPES; SOUSA, 2005, p. 04).

O período que engloba o programa Mobral foi marcado pela baixa qualidade do ensino, na qual o objetivo era uma alfabetização funcional, sem qualquer ampliação pedagógica que abarcasse as necessidades e contextualização das condições do público atendido pelo programa, e implicou em um alto nível de analfabetismo funcional, pois neste contexto “muitas pessoas que se alfabetizaram pelo Mobral acabaram desaprendendo a ler e escrever” (STRELHOW, 2010, p. 55).

Com o fim do período militar no Brasil, e o início da abertura democrática em 1985, as intensas mudanças no campo político se estenderam a outros complexos como por exemplo na educação escolar:

Em 1985, o MOBREAL foi extinto, sendo substituído pela Fundação EDUCAR. O contexto da redemocratização possibilitou a ampliação das atividades da EJA. Estudantes, educadores e políticos organizaram-se em defesa da escola pública e gratuita para todos. A nova Constituição de 1988 trouxe importantes avanços para a EJA: o ensino fundamental, obrigatório e gratuito, passou a ser garantia constitucional também para os que a ele não tiveram acesso na idade apropriada (LOPES; SOUSA, 2005, p. 07).

Com a Constituição de 1988, a educação passou a ser um direito universal, ou seja, um direito de todos os cidadãos. De acordo com Lopes e Sousa (2005), no início da década de 1990, a EJA sofre um retrocesso marcado pela extinção da Fundação EDUCAR, que em nome

enxugamento da máquina administrativa, o governo federal passou essa modalidade de ensino para responsabilidade dos governos estaduais e municipais.

Em 1996 é lançada a Lei de Diretrizes e bases da Educação (Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996), onde são detalhadas as modalidades de ensino, e no que diz respeito a EJA, Seção V, o documento versa:

**Art. 37.** A educação de jovens e adultos será destinada àqueles que não tiveram acesso ou continuidade de estudos no ensino fundamental e médio na idade própria.

§ 1º Os sistemas de ensino assegurarão gratuitamente aos jovens e aos adultos, que não puderam efetuar os estudos na idade regular, oportunidades educacionais apropriadas, consideradas as características do alunado, seus interesses, condições de vida e de trabalho, mediante cursos e exames.

§ 2º O Poder Público viabilizará e estimulará o acesso e a permanência do trabalhador na escola, mediante ações integradas e complementares entre si. (LDB, 1996, p. 13).

Em 2000, o Ministério da Educação (MEC), através do Conselho Nacional de Educação, lançou importante parecer sobre a EJA. A Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para a Educação de Jovens e Adultos, versa sobre os direitos e deveres do estado, propôs o currículo direcionado para os anos iniciais do ensino fundamental e, em 2002, para os anos finais e ensino médio, o que revela o início a garantia da educação para adultos como um direito constitucional, especialmente no que diz respeito aos que puderam concluir durante o período indicado:

Os Estados – Partes do presente Pacto reconhecem que, com o objetivo de assegurar o pleno exercício desse direito: a educação primária deverá ser obrigatória e acessível gratuitamente a todos; a educação secundária em suas diferentes formas, inclusive a educação secundária técnica e profissional, deverá ser generalizada e tornar-se acessível a todos, por todos os meios apropriados e, principalmente, pela implementação progressiva do ensino gratuito; (...); dever-se-á fomentar e intensificar na medida do possível, a educação de base para aquelas pessoas que não receberam educação primária ou não concluíram o ciclo completo da educação primária. (art.13,1,d do Pacto Internacional sobre Direitos Econômicos, Sociais e Culturais da Assembleia Geral da ONU de 16.12.66, aprovado, no Brasil, pelo decreto legislativo nº. 226 de 12.12.95 e promulgado pelo decreto nº. 591 de 7.7.92) (BRASIL, 2000, p. 8713).

Segundo o parecer da DCN para EJA, desde a LDB de 1996, a EJA estava incluída na educação básica e no ensino médio, sem levar em conta suas especificidades, o que gerou muita discussão entre os interessados no tema, e também nos órgãos responsáveis pela educação. De acordo o parecer, uma educação democrática deve atender a todos sem discriminação, por isso são criadas as modalidades especiais (Educação Especial, Educação de Jovens e Adultos, Educação do Campo, Educação Escolar Indígena, Educação Escolar Quilombola, Educação a Distância) (CARNEIRO, 2016; FIGUEREDO, 2021). Atualmente a EJA extrapola a intenção da “antiga EJA” focado somente na alfabetização, pois entende-se “que a EJA necessita ser

pensada como um modelo pedagógico próprio a fim de criar situações pedagógicas e satisfazer necessidades de aprendizagem de jovens e adultos (BRASIL, 2000, p. 09).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN-EM), surgiram da reforma da década de 90 e sua reelaboração complementar, os PCN+, ocorrida em 2002, não apresentam formato normativo, mas baseiam as orientações educacionais para a construção dos currículos e entendem o ambiente escolar em sua totalidade. (BRASIL, 2000; KAWAMURA e HOSOUME, 2003)

Em 2017 foi implementada a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Fundamental e em 2018 para o Ensino médio. Trata-se uma reformulação na organização do currículo da educação básica. A BNCC é um documento normativo e exclusivo para a educação escolar, que estabelece as aprendizagens que os alunos necessitam desenvolver durante a educação básica, conforme preconiza o Plano Nacional de Educação (BRASIL, 2017; SANTOS, 2018)

O documento uniformiza as habilidades, competências e conteúdos a nível nacional, comumente chamada de “base comum” que, adicionada à “base diversificada” específica de cada unidade escolar, compõe o atual currículo da educação básica do Brasil (BRASIL, 2017). Entretanto, por se tratar de uma reformulação curricular recente, a BNCC recebe críticas quanto à promessa de equidade no desenvolvimento de habilidades em todo território nacional e de seu caráter conteudista:

[...] o discurso do direito à aprendizagem vem reforçar a lógica conteudista presente no documento da BNCC, de que se o sujeito tiver acesso a um currículo único iremos diminuir as desigualdades sociais, uma espécie de normatividade que visa garantir direitos subjetivos. Nesta lógica, questões como qualidade do ensino, direitos garantidos, redução das desigualdades reforçam e induzem à ideia de fundamento, de uma “base”. (BARREIROS, 2017, p. 8)

Outra fragilidade pertinente destacada por Figueredo, (2021) se refere “a ausência de discussões mais direcionadas para a realidade dos estudantes jovens, adultos e idosos na BNCC(...) nos faz perceber que a EJA está perdendo espaço no âmbito das políticas públicas do país nos últimos anos. (FIGUEREDO, 2021, p. 34). Nesse contexto, os PCN+ se mantêm como uma importante referência curricular para a educação básica voltada para a EJA.

### 1.3 O Ensino de Física no currículo EJA

Como já abordado, a modalidade EJA de ensino tem seu público formado de adultos a partir dos 18 anos que não puderam, por diversos motivos, realizar a formação no período

regular. Esta especificidade do público faz com que os alunos compartilhem de uma diversidade social e cultural bastante significativa, e são em geral pais e mães de família, aposentados, trabalhadores assalariados e/ou autônomos, entre outros (CARNEIRO, 2016). Segundo Silva (2018, p. 04), é comum no material didático desta modalidade a falta de contextualização dos conteúdos, e considera importante para o processo pedagógico que “os estudantes relacionem os conteúdos da disciplina com as suas realidades”.

Neste contexto, e de acordo com a legislação da EJA e dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), o ensino de Física e das outras disciplinas também, devem se diferenciar dos conteúdos do ensino regular. Dessa forma, o conteúdo deve buscar a proximidade com o contexto sociocultural dos estudantes, se relacionando com a particularidade que é o aluno da EJA. Conforme a BNCC em concordância com a LDB 1996 e os PCN, propõe independente da disciplina:

contextualizar os conteúdos dos componentes curriculares, identificando estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, com base na realidade do lugar e do tempo nos quais as aprendizagens estão situadas (BRASIL, 2021, p. 16)

Uma das maneiras de contribuir com essa proposta curricular é integrar à prática docente uma percepção crítica sobre fenômenos e eventos sociais. Um viés que se alinha a esse pensamento, surge na existência do esforço não só a nível institucional e pedagógicos, mas de um movimento que busca uma aproximação entre o conhecimento científico e tecnológico e suas relações com a sociedade de maneira crítica, este movimento é conhecido como CTS a sigla para Ciências Tecnologia e Sociedade, cujo histórico e perspectiva serão abordado brevemente no próximo tópico.

#### 1.4 A percepção do movimento CTS

O desenvolvimento científico e tecnológico experimentado no início do século XX, levou a desenvolver uma concepção de que a ciência e a tecnologia por si seriam capazes de suprir as necessidades humanas ao proporcionar riqueza e bem-estar social “fazendo que a sociedade crê-se que a ciência resolveria todos os problemas encontrados pelos humanos sendo ela neutra em suas ações. Em função desta crença, a ciência, tornou-se dominante ao ponto de não se questionar o conhecimento científico” (SILVA, 2018, p. 35). No entanto, a partir das

guerras e dos impactos ambientais entrelaçados ao desenvolvimento científico-tecnológico, a percepção sobre a influência da ciência e tecnologia na sociedade sofreu mudanças.

Segundo Araújo e Silva (2012), durante a Segunda Guerra Mundial, os avanços científicos e tecnológicos passaram a ter destaque e suas aplicações começaram a ser pauta de discussão sobre a relação entre essa evolução científica e tecnológica e o bem-estar social. A partir de então foi lançado um olhar mais crítico sobre os avanços tecnológicos e científicos, principalmente por estes se relacionarem a grandes catástrofes, como o genocídio em Hiroshima e Nagasaki, mas estas discussões se restringiam a locais específicos, no entanto fundamentaram o que viria a ser o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (movimento CTS).

De acordo Araújo e Silva (2012), durante a década de 60 do século XX, dois pesquisadores foram cruciais para estabelecer as bases do movimento CTS, são eles Thomas Samuel Kuhn e Rachel Carson. Em síntese, Kuhn é reconhecido pela sua crítica à ciência positivista, que entende a ciência de uma forma a-histórica, ou seja, sem relação com os contextos sociais, e de como se a ciência fosse neutra e cumulativa (sempre em progresso). Em oposição a essa forma de ver a ciência, o autor propõe um estudo da ciência em relação com o contexto histórico de seu tempo e dos valores que fundamentam a sociedade. Já quanto às contribuições de Carson, suas obras são conhecidas pela crítica aos impactos ambientais dos desenvolvimentos científicos, principalmente à introdução de substâncias não orgânicas na natureza como os inseticidas e herbicidas e suas consequências para o meio ambiente e para a saúde humana. Apesar de conhecida como uma das primeiras ambientalistas, sua obra não se resume às críticas dos impactos ambientais, colocando como central a questão de se repensar a relação homem-natureza mediada pela ciência e a tecnologia (ARAÚJO; SILVA, 2012).

Estes dois pesquisadores são exemplos de uma tendência que se desenvolveu a partir da crítica que propõe que não simplesmente existe uma relação entre ciência e sociedade, mas que esta também é neutra, e o uso e forma de se utilizar o conhecimento científico e empregar as tecnologias, estão relacionados a fatores complexos como ideologia, economia e política, para citar alguns. No que pese as diferentes concepções particulares sobre o movimento CTS, pode-se dizer que “Ciência, tecnologia e sociedade (CTS) trata-se de uma área de estudo que analisa as diversas relações entre o desenvolvimento e avanços científico-tecnológicos e a sociedade” (SACCHI et al., 2015, p. 42).

A partir deste enfoque, o movimento CTS se desenvolveu partindo do pressuposto da necessidade de uma formação científica que almeja o desenvolvimento social, econômico e político dos países. A perspectiva CTS é uma abordagem que promove a integração entre educação científica, tecnológica e social “onde não se apresente somente as maravilhas que a

ciência faz para nossa sociedade. E, sim conscientizar o estudante a questionar, agir, tomar decisões e compreender o que está ocorrendo ao seu redor” (Silva, 2018, p. 35).

A perspectiva CTS influenciou o olhar crítico sobre o par ciência e tecnologia na América Latina, compondo o Pensamento Latino-Americano em CTS (PLACTS). Este pensamento ultrapassa a crítica desenvolvimentista do movimento CTS e chega no questionamento sobre os impactos regionais em países latino-americanos causados pela generalização de políticas científico-tecnológicas de países ditos desenvolvidos que são tomadas como prioritárias em detrimento de necessidades locais (STRIEDER; KAWAMURA, 2017).

O movimento CTS começou a ser difundido no Brasil na década de 1970. Para Franco e Pereira (2018), o movimento cresceu após a corrida espacial e propunha considerar as consequências causadas pelo progresso científico, tecnológico e sociológico, através da perspectiva onde a ciência e as tecnologias devem ser analisadas dentro do contexto social (político, econômico, cultural, entre outros), pois os impactos oriundos da esfera científica e tecnológica não só podem como mudam as relações sociais. Franco e Pereira (2018, p. 77) colocam que a percepção do movimento CTS é de significativa relevância para o ensino de ciências “pois proporciona uma formação mais ampla e crítica ao considerar as relações da ciência e da tecnologia no contexto social”.

Com o intuito de proporcionar um processo de ensino-aprendizagem crítico quanto ao ensino de ciências e o uso das tecnologias, é necessário relacionar o conteúdo científico ou temática com questões sociais o que corresponde à uma perspectiva do movimento CTS. Nesse sentido, observa Carneiro (2016) que a utilização de temas como instrumento de ensino deve ser acompanhada de uma reflexão e procura de soluções para as questões levantadas a partir da temática, dando respostas teóricas e práticas.

Outro aspecto importante da abordagem educacional CTS é a formação científica do cidadão, ou como chamam alguns, a alfabetização científica. Esta formação visa que o indivíduo se posicione de forma crítica, ao mesmo tempo que contribua para o desenvolvimento social, econômico e político que se materializa em uma proposta de integração entre educação científica, tecnológica e social e oportunizando “o estudante a questionar, agir, tomar decisões e compreender o que está ocorrendo ao seu redor” (SILVA, 2018, p. 35).

Conforme Silva (2018), uma das principais características da abordagem CTS é justamente a formação de um posicionamento crítico, o que envolve o conhecimento de como a ciência e as tecnologias impactam a sociedade. Sendo assim a autora destaca o papel importante que a tecnologia tem no enfoque CTS, pois o objetivo é formar um cidadão que seja

capaz de apreender de que forma a tecnologia impacta no desenvolvimento da sociedade e que os estudantes reflitam sobre os aspectos positivos e negativos do emprego de novas tecnologias, perpassando questões políticas, econômicas e culturais.

### 1.5 A percepção CTS na Educação de Jovens e Adultos – possibilidades para o ensino de ciências.

O movimento CTS no Brasil cresceu nas últimas décadas e tem ocupado o foco de pesquisas com o objetivo de destacar a importância da abordagem CTS no ensino de ciências e de áreas específicas como física, química, biologia, entre outras. Além da preocupação de abordar na escola temas científicos e relacioná-los ao contexto do estudante, existe a preocupação por parte dos educadores em como abordar o ensino de ciências na perspectiva CTS em diferentes modalidades de ensino como a EJA. A especificidade desta modalidade (público, horas aulas reduzidas, etc.), colocam desafios para os educadores como o de superar o reducionismo metodológico (MUENCHEN, 2006). Muenchen e Auler (2007) consideram o diálogo como basilar em propostas educacionais que buscam amparar o público da EJA sob uma perspectiva CTS, com a finalidade de contribuir com a formação cidadã capaz de participar em questões e decisões sociais permeadas por ciência e tecnologia.

Silva (2019) analisou em sua dissertação de mestrado as implicações da abordagem CTS em aulas de física no escopo da EJA, bem como os limites e potencialidades dessa abordagem para a formação cidadã. A pesquisa foi realizada no Colégio Estadual Edilson Freire, localizado no município de Maracás – BA, em 2018. O autor discutiu o contexto social, político e ambiental no tema “matriz energética” atrelados à conteúdos conceituais de física.

O autor destaca que a proposta pautada pelos pressupostos CTS exige conhecimento interdisciplinar, mas que permite uma abordagem contextualizada de física, uma vez que os alunos têm contato com um ensino relacionado à problemas reais. A proposta interdisciplinar e contextualizada é capaz de despertar interesse dos alunos, levando-os a expor e socializar suas experiências de vida sobre o tema. O autor conclui que é viável a elaboração e implementação de uma proposta educacional CTS que vise a formação cidadã para a EJA, pois é possível discutir o conhecimento conceitual levando em consideração a participação dos estudantes e tomada de decisão em situações sociais permeadas por CT (SILVA, 2019).

De acordo com Luz, Araújo-Queiroz e Prudêncio (2019), que realizaram uma revisão de literatura com objetivo de realizar um levantamento quanto à produção científica sobre CTS/CTSA encontrados nos principais periódicos e eventos da área de Educação em Ciências

e da Educação Ambiental, no período de 2010 a 2016, a busca por uma aproximação entre Educação em Ciências e a Educação Ambiental instigou pesquisadores e professores a elaborarem programas pedagógicos integradores com a perspectiva de enriquecer a práxis educativa colaborando para a ressignificação do ensino de Ciências. Segundo os autores uma das formas para realizar a aproximação entre as duas áreas é por meio da Educação Ciência-Tecnologia- Sociedade (CTS).

Luz, Araújo-Queiroz e Prudêncio (2019), argumentam que, apesar de a questão ambiental estar no cerne das discussões que desenvolveram o movimento CTS, a questão ambiental, bem como a de ciências se desenvolveram como disciplinas separadas, com seus próprios pesquisadores, congresso, e disciplinas, e que muitas pesquisas com enfoque CTS abordam a questão científica sem dar a merecida atenção as questões ambientais.

Souza (2016), em sua dissertação de mestrado, desenvolveu uma análise e reflexão acerca do ensino de Ciências desenvolvido no contexto da Educação de Jovens e Adultos (EJA) na Escola Estadual do Ensino Fundamental Maria Estelita Barbosa da Silva, Ananindeua, Pará. Segundo a autora, a abordagem pedagógica pautada nos princípios CTS oportunizam ir além da abordagem tradicional, a qual dificulta a construção de conhecimentos científicos por parte dos estudantes por não considerar seus conhecimentos prévios, desarticulada do contexto social político, econômico e tecnológico. Partindo de questões como “Os estudantes da Educação de Jovens e Adultos tem capacidade de apreender conhecimentos científicos relacionados aos problemas de seu cotidiano?”, os resultados da pesquisa mostraram que o enfoque CTS no EJA permite a exploração de temas que estão em discussão nos meios de comunicação e “maior interação entre a triangulação: professor-aluno-conhecimento, haja vista que todos podem participar de forma ativa do processo de construção de conhecimentos, mediante diálogos que se desenvolvem no decorrer da exploração de uma determinada temática” (SOUZA, 2016, p.110).

Existem muitos desafios para que a proposta com enfoque CTS seja uma realidade nas salas de aula do EJA. Um deles é a falta de políticas públicas apropriadas (SOUZA, 2016). Outra dificuldade é a de romper a forma tradicional de ensino de ciências centrado na teoria e a resistência em repensar as práticas de ensino por parte dos professores (SILVA, 2019). E para Luz, Araújo-Queiroz e Prudêncio (2019), existe a necessidade de resgatar o enfoque ambiental que era a proposta original do movimento CTS.

## 1.6 Três Momentos Pedagógicos – 3MP

No livro *Ensino de Ciências – fundamentos e métodos*, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018) trazem o resultado de reflexões sobre o ensino de Ciências e a prática docente no contexto brasileiro. Os autores discutem sobre entorno da aprendizagem, seja de conhecimentos escolares ou não, e defendem como primeiro ponto o reconhecimento do aluno como sujeito de sua aprendizagem, isto é, o aluno não é alguém que sofre ou recebe a aprendizagem, mas alguém que realiza essa ação. O segundo ponto defendido pelos autores diz respeito à construção da aprendizagem como fruto das ações do sujeito e suas interações com os meios naturais e sociais em que ele está inserido. No que diz respeito a aprendizagem, os autores afirmam:

As pessoas aprendem. Aprendem não só tópicos e assuntos, mas também habilidades manuais e intelectuais, o relacionamento com outras pessoas, a convivência com os próprios sentimentos, valores, formas de comportamento e informações constantemente e ao longo de toda a vida. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018, p. 95)

A escolha do que será ensinado está no terceiro ponto dos fatores que cercam a aprendizagem. Os autores fazem uma crítica sobre a preocupação ser maior com o planejamento da prática de ensino, do que a seleção do tema quando não é levado em consideração o significado desses tópicos e nem as condições de aprendizagem do aluno. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018) No que tange ensino de ciências

Consideramos que a relevância está previamente estabelecida pelo próprio conteúdo que se ensina. A presença da ciência da tecnologia no mundo contemporâneo parece, por si só, justificar a necessidade de seu ensino, ainda que os conteúdos escolares não tratem de seu papel atual. DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018, p. 95)

Considerar o aluno como sujeito da aprendizagem torna necessário investigar qual a relevância dos conhecimentos para uma formação cidadã capaz de interagir com o mundo e atuar sobre ele. Nessa investigação o docente, enquanto auxiliar no processo de aprendizagem, deve refletir sobre quem é o seu aluno e qual realidade ele está inserido, pois a relevância dos temas é reflexo de eventos econômicos, sociais e ambientais, em que a escola faz parte. Dessa forma, o processo de ensino-aprendizagem, e em especial o ensino de ciências, pode partir de fenômenos e eventos cotidianos, para desenvolver seus conhecimentos:

Os conhecimentos científicos fazem-se presente no cotidiano, tanto por intermédio dos objetos e processos tecnológicos que permeiam as diferentes esferas da vida contemporânea quanto pelas formas de explicação científica, com a disseminação de sua terminologia e a divulgação fragmentada de seus resultados e modelos explicativos, usados para validar ou questionar decisões políticas, econômicas e, muitas vezes, até “estilos de vida”. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018, p. 97 e 98)

Em uma análise da dimensão didático-pedagógica com a cultura do aluno, a perspectiva é de tornar a compreensão dos eventos e fenômenos como o desafio inicial, onde seja necessário adquirir novos conhecimentos para compreender criticamente realidade (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018). Destacam-se as contribuições do educador e pesquisador Paulo Freire a respeito do processo de ensino aprendizagem, que abarcam duas categorias principais (dialogicidade e a problematização), ao trabalho de educadores de Guiné-Bissau preocupados com o estabelecimento de um vínculo entre o conhecimento das Ciências Naturais e meio sociocultural dos estudantes, desenvolvendo um “roteiro pedagógico” para identificar os temas relevantes. O desenvolvimento posterior deste projeto, realizado pelos pesquisadores Delizoicov e Angotti (1994), culminou no processo hoje conhecido como os Três Momentos Pedagógicos (3MP) (MUENCHEN, 2010).

A dinâmica dos 3MP se caracteriza por três etapas distintas, mas conectadas: **Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento**. Na problematização inicial busca-se identificar quem é o aluno e qual sua percepção com o tema. Neste processo o docente tem função de questionar e fomentar discussões em torno dos posicionamentos dos alunos, para que contradições, limites e lacunas sobre o conhecimento acerca tema sejam identificados (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018). Para tanto, neste momento:

apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas, embora também exijam, para interpretá-las, a introdução dos conhecimentos contidos nas teorias científicas. Organiza-se esse momento de tal modo que os alunos sejam desafiados a expor o que estão pensando sobre as situações. [...] Em síntese, a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno, ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão. O ponto culminante dessa problematização é fazer que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém, ou seja, procura-se configurar a situação em discussão com um problema que precisa ser enfrentado. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018, p. 156)

A necessidade da aquisição de conhecimentos fomentada da problematização inicial, fornece caminho para a ação formativa dos alunos, onde o professor media as problematizações do momento anterior com novas atividades (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018). Assim o segundo momento pedagógico, **Organização do Conhecimento**, se torna mais um aspecto na formação do aluno:

Os conhecimentos selecionados como necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são sistematicamente estudados neste momento, sob a orientação do professor. As mais variadas atividades são então empregadas, de modo

que o professor possa desenvolver a compreensão científica das situações problematizadas. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018, p. 156).

Como a formação que se deseja do aluno contempla a sua aptidão de articular conceitos científicos com os eventos de forma contextualizada, é necessário buscar um caminho para que todo o aparato teórico propiciado pelo ensino de ciências na organização do conhecimento seja empregado (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018). O terceiro momento, a **Aplicação do Conhecimento**, tem potencial para desenvolver a articulação entre problematizações e os conhecimentos adquiridos, uma vez que este momento:

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo 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 (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018, p. 157)

Para os autores, a elaboração de um currículo pautado nesta perspectiva é um desafio e apontam para a “redução temática” (FREIRE, 1975) como potencial na seleção dos conceitos científicos significativos para a construção do programa de ensino (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018). A redução temática, nas palavras dos autores, é a ponte que une os temas aos conceitos científicos, pois:

[...] é fruto do trabalho efetuado por uma equipe de especialistas. No caso da educação escolar, inclui os professores que, tendo como referência o conhecimento compartilhado por sua área específica, contribuem para uma análise dos temas para estudo e compreensão durante o processo educativo. Ou seja, definidos os temas, com os quais a escola trabalhará, os professores, partindo dos conceitos, relações, modelos e teorias de sua área de conhecimento e deles fazendo uso, procuram melhor compreender o tema analisado. Ao mesmo tempo, é identificada a conceituação da qual o aluno precisa se apropriar, para uma compreensão cientificamente compartilhada do tema. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018, p. 212)

O processo de investigação temática, proposta por Freire (1975), é uma dinâmica composta por cinco passos que interagem entre si e fornecem elementos para sua continuidade. Partindo do levantamento de informações locais de toda a comunidade que o aluno vive, o processo de pesquisa busca aproximar a pesquisa com a realidade do aluno através de fontes documentais e entrevistas com os sujeitos, por exemplo. A investigação temática proporciona o processo de codificação – problematização - decodificação<sup>1</sup>, que serão trabalhados por uma

---

<sup>1</sup> “O processo de codificação – problematização – decodificação tem como meta proporcionar subsídios para o enfrentamento e superação desse nível de consciência, que envolve rupturas. É precisamente nesse aspecto que a cultura elaborada, associada a essa dinâmica didático-pedagógica, tem seu papel a desempenhar” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018, p 151)

equipe multidisciplinar até que se reduza nos temas geradores, isto é, nos temas relevantes para a vida do aluno em sua comunidade (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018).

“Tema gerador”, resultado da investigação temática, foi investigada por Fonseca et al., (2018), no que diz respeito à sua composição, significado e articulações. Os autores buscaram a presença da categoria “forma-conteúdo” do espaço social de Milton Santos no processo de investigação temática de Paulo Freire e defendem que as ideias são complementares, especialmente no processo de codificação-problematização-descodificação com o conceito das forma-conteúdos. Outros autores validam as aproximações entre os pensamentos de Freire e Milton Santos, especialmente no campo epistemológico, pois salientam a crença da liberdade dos sujeitos como uma conquista dos cidadãos em seu contexto-espaço de vida. (FONSECA et al., 2018; PITANO e NOAL, 2017).

Sobre os fundamentos para a pedagogia e o espaço, Cruz (2014) aproximou Freire de Santos através da leitura que os dois têm no mundo e do espaço ao “compreender as práticas sociais materializadas no espaço é um exercício pedagógico, analítico e formativo essencial para a formação do sujeito” (CRUZ, 2014, p. 160). Nesse sentido, Delizoicov e Auler (2011) discutem que a localização e formulação de problemas significativos para serem abordados no ambiente de ensino ou pesquisa são pautadas na dialogicidade e na participação, ambos elementos fundamentais na investigação temática. Delizoicov e Auler (2011) destacam que problemas significativos identificados através do processo de redução temática tratam de fatos históricos e situados propostos pelo pensamento freiriano e detém expressões contraditórias e locais, conforme o pensamento miltoniano. Sendo essa conversa entre os teóricos, potencial, para inserção diversificada de atores na definição das demandas espaço-temporais.

Diante do tempo para o desenvolvimento desta pesquisa, da ausência de uma equipe multidisciplinar e do formato do programa de mestrado, não realizamos a investigação temática. Por outro lado, os indícios de que a problematização sobre o uso das águas do Rio São Francisco, por meio da Adutora do Algodão, pode ser tratada como uma demanda originada no espaço social miltoniano, nos pautamos na aproximação dos pensamentos de Paulo Freire e Milton Santos para trabalhar com os Três Momentos Pedagógicos para além de uma proposta simplesmente metodológica.

## 1.7 Articulação entre os Três Momentos Pedagógicos e a perspectiva Ciência Tecnologia e Sociedade

Ao abordar o processo de ensino-aprendizagem a partir da dinâmica dos 3MP é possível observar as contribuições do movimento CTS. Pode-se inferir que os 3MP é uma das formas de sistematização da proposta CTS, que tem por objetivo problematizar e contextualizar os conhecimentos cotidianos com os científicos e tecnológicos e relacioná-los aos problemas e atividades do cotidiano do estudante.

E para além disso, a abordagem CTS, bem como o objetivo a ser atingido pela didática dos 3MP, mais do que contextualizar e articular as disciplinas de Ciências com a realidade, é analisá-las criticamente, ou seja, ponderando os impactos negativos e positivos do uso dos conhecimentos científicos e dos avanços tecnológicos, levando em consideração o desenvolvimento sustentável, uma vez que o objetivo maior de uma abordagem dialógica é ajudar o sujeito a compreender sua participação e possibilidades de transformação em seu próprio contexto social.

Uma proposta de ensino proposta por Araújo (2020) analisou uma situação de ensino sobre eletromagnetismo buscando verificar a potencialidade para apropriação de conhecimentos de Ciência e Tecnologia de maneira crítica. A pesquisa foi realizada no ensino médio em um colégio do interior da Bahia, no território identificada da Bacia do Paramirim. O autor elegeu “motores elétricos” e “dínamos de bicicleta” como equipamentos geradores de um programa de ensino pautado didaticamente nos 3MP. Dentre os resultados, destacamos que os autores sugerem os 3MP, além de serem uma estratégia didática dos equipamentos geradores, contribuem para a contextualização história e social dos conhecimentos de Ciência e Tecnologia.

### 1.8 Três Momentos Pedagógicos – contribuições para a Educação de Jovens a Adultos

Assim como a abordagem CTS, os princípios fundamentais dos 3MP podem ser potenciais para qualquer modalidade de ensino, onde já sejam introduzidas as disciplinas de ciências, incluindo a modalidade EJA. O ensino de ciências e especificamente o de física para EJA exige uma perspectiva que dialogue com as experiências e realidade destes indivíduos e que leve em consideração suas origens, cultura e saberes prévios. Sendo assim, a proposta dos 3MP parte da seleção de temas, aos quais serão subordinados os conteúdos de física, e visando um processo ensino-aprendizagem que se diferencia da simples transmissão de informações, a proposta dos 3MP é um caminho didático-pedagógico que visa dialogar com conhecimento e realidade do educando, necessária no contexto da EJA.

Existem diversas pesquisas que buscam mostrar as contribuições do ensino de ciências para EJA com uma abordagem baseada nos 3MP. Um destes estudos é o de Lima (2019), que elaborou uma sequência didática baseada nos 3MP utilizando-se como tema gerador o horário de verão e que objetivou despertar a autonomia, criticidade e dialogicidade de uma turma de alunos da educação de jovens e adultos (EJA) nas aulas de Física. A pesquisa foi realizada junto a uma turma de 32 alunos de uma escola pública estadual no município de Jataí, GO. Lima destaca que no EJA uma das principais dificuldades é tempo reduzido para as aulas, mas que isso não muda o objetivo da exigência de um ensino que valorize o estudante e ao mesmo tempo o torne ativo no processo, e para isso a autora coloca que a utilização da abordagem temática no ensino de Física do EJA pode facilitar o processo dialógico entre alunos e professores.

Nesse sentido foram realizadas 6 aulas iniciando pela problematização do tema (horário de verão), seguindo de aulas com “subtemas” que abordaram conceitos de física como irradiação, estações do ano e energia elétrica e seu consumo, finalizando com revisão e questionário final. Lima (2019) considerou que, após análise das aulas que a proposta dos 3MP possibilitou aos estudantes do EJA que rompessem com a resistência da participação, contribuindo para posicionamentos crítico, autônomo e dialógico que, para além da apropriação de conteúdo de ciências, a abordagem dialógica permitiu uma verdadeira mudança de postura, além de estimular o pensamento crítico, pois ao final da experiência os estudantes questionavam a eficiência do horário de verão já que não há a redução dos gastos de energia elétrica, devido às altas temperaturas (LIMA, 2019).

Outro trabalho que mostra a utilização dos 3MP a partir da estratégia de projetos temáticos no ensino da modalidade EJA, foi realizado por Bresolin (2014) que teve por objetivo avaliar uma estratégia de projeto temático com alunos da EJA na disciplina de Física. A partir da definição de um projeto temático baseada nas formulações de Espindola e Moreira (2006), foi selecionado o “Projeto 1: Problemas ambientais causados no planeta – efeito estufa, camada de ozônio, inversão térmica, fenômenos El Niño e La Niña”, a partir de então e com matérias de pesquisa realizadas pelos próprios alunos relacionadas ao tema e discutidos em sala de aula, emergiu temas da física a serem trabalhados como: temperatura, máquinas que poluem; o homem e o meio ambiente, som e luz. Após essa discussão, sentiu-se a necessidade de adaptar o título do projeto para “Problemas Ambientais e as Mudanças Climáticas”, que passou a ser o tema central, e Os temas, Camada de Ozônio e Inversão Térmica foram substituídos por Aquecimento Global e Fenômenos Extremos, para se aproximar dos conhecimentos dos alunos e estarem relacionados às experiências dos estudantes, mostrando já nesse momento os efeitos de uma participação dialógica.

Os temas elencados pela discussão foram trabalhados durante 17 aulas entre setembro e novembro de 2014, seguindo o modelo didático-pedagógico dos 3MP buscando realizar uma articulação entre o conhecimento do aluno e o conhecimento científico (BRESOLIN, 2014). Depois de escolhidos os subtemas, os estudantes foram divididos em grupos, os quais apresentaram o projeto final na forma de apresentação de seminários, foram quatro grupos com os temas: os efeitos dos fenômenos El Niño e La Niña para a região do Brasil; a formação de chuvas intensas rápidas; a concentração de gases e o efeito estufa e aumento da temperatura global e consequências. Segundo a autora as apresentações foram satisfatórias e proporcionaram o envolvimento além de incentivar uma postura crítica, que se mostrou ao serem selecionados fontes de qualidades pelos estudantes. Estes temas deram subsídio para trabalhar o ensino de Termologia, além de outros conteúdos relacionados (Termodinâmica, Ondas e a Óptica Geométrica), onde os 3mp foram essenciais para identificar as concepções alternativas dos educandos com relação aos conceitos e conteúdos físicos e fenômenos climáticos abordados no projeto (BRESOLIN, 2014).

É importante destacar que ambos os estudos ressaltaram os desafios de se trabalhar conteúdos de física com a modalidade EJA, visto o tempo reduzido de aula em comparação com o ensino regular, a pluralidade de saberes dos alunos oriundos de sua heterogeneidade e a falta de recursos materiais que permitam extrapolar a aula expositiva.

### 1.9 Conceitos Unificadores como estruturantes da organização didático-pedagógica (Transformações, Regularidades, Energia e Escalas)

Salientamos que os PCN+ favorecem uma organização conceitual temática para o ensino de ciências naturais. Além das competências na área de Ciências da Natureza e Tecnologias (CNT) que buscam ressignificar os conhecimentos escolares para desenvolver habilidades nos estudantes a partir do seu contexto, neste documento são apresentados os Temas Estruturadores do Ensino de Física (TEEF) que articulados à vida dos estudantes, viabilizam a construção de um programa contextualizado de física no Ensino Médio. (JOSÉ et al., 2014).

Para tanto, os temas:

[...] devem estar relacionados, portanto, com a natureza e a relevância contemporânea dos processos e fenômenos físicos, cobrindo diferentes campos de fenômenos e diferentes formas de abordagem, privilegiando as características mais essenciais que dão consistência ao saber da Física e permitem um olhar investigativo sobre o mundo real (BRASIL, 2002, p. 69).

Kawamura e Hosoume (2003), sugerem como importantes competências nos PCN+ para o ensino de física: “Investigação e compreensão”, “Representação e comunicação” e a “contextualização Sócio-cultural”. Para os autores, essas competências podem estimular e orientar as escolhas dos currículos, sob a justificativa de que as “competências e habilidades somente podem ser desenvolvidas em torno a assuntos e problemas concretos, que se referem a conhecimentos e temas de estudo” (KAWAMURA; HOSOUME, 2003, p. 25). Além disso, os TEEF são potenciais para o desenvolvimento de abordagens metodológicas menos fragmentadas, interdisciplinares e contextualizadas, através da introdução dos chamados conceitos unificadores, necessários para um processo de ensino-aprendizagem em abordagem dialógica (JOSÉ et al., 2014; JOSÉ, ANGOTTI e BASTOS, 2016).

Angotti (1993) propõe que os conceitos unificadores, entre outras possibilidades, permitem ultrapassar as rígidas fronteiras do conhecimento científico, principalmente na forma que se apresenta nos tradicionais livros didáticos. Para o autor, os temas e os conceitos interagem entre si:

[...] complementares aos Temas e carregam para o processo de ensino-aprendizagem a veia epistêmica, na medida em que identificam os aspectos mais partilhados (em cada época) pelas comunidades de C&T (Ciência & Tecnologia), sem negligenciar os aspectos conflitivos. No campo cognitivo, tais conceitos constituem ganchos teóricos que podem articular/organizar conhecimentos aparentemente distintos em níveis intra e interdisciplinar. Por consequência, minimizam o risco de fragmentação; riscos que os Temas, por si só, não conseguem minimizar ou superar (ANGOTTI, 1993, p. 108).

Os conceitos unificadores foram desenvolvidos para superar a fragmentação dos fenômenos estudados no ensino de ciência. Estes conceitos podem e devem ser trabalhados simultaneamente. É através destes conceitos que métodos, procedimentos e investigações que compõem a dinâmica dos processos científicos e tecnológicos podem ser representados para os estudantes. Krelling (2015), coloca que:

Os Conceitos Unificadores (Energia, Transformações, Escalas e Regularidade), propostos por Angotti (1991), são meios desfragmentadores do ensino, refletem relações que ocorrem de modo geral, nas Ciências Naturais. Nota-se, portanto, que a interdisciplinaridade e contextualização são aspectos primordiais para a aprendizagem, e que um perfaz o outro, a interdisciplinaridade expressa uma profunda interação entre sujeitos de diferentes áreas e níveis do conhecimento, significando diálogo e reflexão, em busca de uma situação real e concreta em que os conteúdos escolares são estudados por serem necessários naquele contexto e, por isso, produzem sentido para os estudantes, caracterizando-se uma busca pela contextualização. (KRELLING, 2015, p. 33)

Esses conceitos são essenciais para construir uma visão crítica e contextualizada sobre os conhecimentos em C&T permeados de conflitos e contradições. Em resumo, os processos

científicos e tecnológicos e suas aplicações através dos conceitos ganham “vida” por assim dizer, e cada um deles representa o processo (JOSÉ; ANGOTTI; BASTOS, 2016). Angotti (1993) descreve os quatro conceitos unificadores, sendo dois de primeira ordem “transformações” e “regularidades” e dois de segunda ordem “energia” e “escala”, e afirma que são potenciais para aproximar os currículos dos professores e alunos, além de serem transversais aos níveis de cognição e formação:

**Transformações** - da matéria viva e/ou não viva, no espaço e no tempo; **Regularidades** – que categorizam e agrupam as transformações mediante regras, semelhanças, ciclos abertos ou fechados, repetições e/ou conservação no espaço e no tempo. Regularidade neste sentido são entendidas enquanto “regularidades de transformação”. **Energia** – conceito que incorpora os dois anteriores com a vantagem de atingir maior abstração, de estar acompanhado de linguagem matemática de grande generalização e condensação, para instrumentalizar transformações e conservações, e ainda de estar associado à degradação. **Escalas**: que enquadram os eventos estudados nas mais distintas dimensões. Seja ergométricas, macro ou microscópicas a nível espacial, sejam de durações normais, instantâneas ou remotas a nível temporal. (ANGOTTI, 1993, p. 195, grifos nossos)

Angotti (1993) destaca que o conceito unificador “energia” oferece caminhos para abordar ciência e tecnologia vinculados à outros conhecimentos, como contradições sociais vistas no âmbito natural e tecnológico. Este conceito pode, portanto, favorecer propostas de ensino que visem discutir as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Uma pesquisa realizada em 2018 por Krelling (2018) em uma escola pública do município de Curitiba – PR com o público da EJA, buscou analisar a abordagem do conceito unificador “energia” no ensino de ciências na contextualização dos conteúdos. A autora destaca que partindo de uma abordagem unificadora, os alunos fizeram conexões entre os conteúdos discutidos e questões do cotidiano, permitindo o ensino de ciências contextualizado e menos fragmentado. Outra abordagem baseada nos conceitos unificadores foi realizada por Braga (2019) em uma escola de Vitória da Conquista – BA voltada para a EJA. A pesquisadora utilizou os conceitos unificadores e outros recursos didáticos-metodológicos para abordar a “Produção, Transmissão e Consumo da Energia Elétrica” e encontrou como resultado o desenvolvimento de compreensão mais ampla de situações vivenciadas e que permitem influenciar de maneira positiva a realidade.

### 1.10 Integração do Rio São Francisco

O Brasil é o quinto maior país em dimensão territorial do planeta. Sendo assim, o território nacional é composto por diversos biomas e climas destinos, entre eles o Semiárido

Nordestino. Essa região naturalmente mais seca e com menos incidência de chuva que outros locais, sempre foi conhecida por problemas<sup>2</sup> decorrente dos períodos de seca (ALBUQUERQUE JUNIOR, 1998). Conhecida por ser uma região economicamente menos desenvolvida em que a transposição, segundo Henks (2014, p. 498) “é defendida pelo Governo Federal como a solução para os problemas do Semiárido Nordeste por meio do esperado desenvolvimento econômico da região com o aumento das fontes de trabalho e fixação da população na região”.

O rio São Francisco é um dos rios mais importantes do Brasil, o Rio nasce em Minas Gerais, passa pela Bahia, Pernambuco e desagua na divisa com Sergipe e Alagoas, no oceano Atlântico. Devido a sua capacidade hídrica o Velho Chico provê agricultura irrigada, pecuária, pesca, além de um importante via de transporte de mercadorias na região (são: sal, arroz, soja, açúcar, cimento, areia, manufaturados, madeira e alguns minérios), e de turistas (para fazer passeios pelo rio), destacando a importância do rio São Francisco por onde quer que ele passe (SOUSA; ALMEIDA; SANTOS, 2018).

O projeto e obra já em execução da transposição do rio São Francisco começou em 2007, com orçamento de 8,2 bilhões, e a promessa com apelo social e humanitário de levar para 12 milhões de pessoas que não teria acesso a água (GUIMARÃES JUNIOR, 2016; SOUSA; ALMEIDA; SANTOS, 2018). Mas desde quando ainda era um projeto, a transposição foi alvo e ainda é, de muitas contradições. De um lado, o governo, que destaca as vantagens econômicas e sociais que a obra em tese proporcionará. E do outro, pesquisadores e movimentos sociais, que apontam e denunciam seus impactos negativos ao meio ambiente e as comunidades locais.

Henks (2014) observa que a ideia de transpor as águas do Rio São Francisco remonta ao século XIX. Já no período moderno, com abertura democrática no começo da década de 1980, novas tentativas de transpor o rio foram iniciadas a exemplo do projeto de Mário Andreazza que resgatou o projeto em 1980; depois no governo Itamar Franco em 1994, nas mãos dos Ministros da Integração Regional, Aluizio Alves e do Planejamento, Beni Veras, no qual iniciou-se o licenciamento ambiental, neste projeto estimava-se em retirar 7,5% da vazão do rio para a obra, contra os 1,5% do atual. No governo de Fernando Henrique Cardoso (1996), foram destinados R\$ 500 milhões para a retomada do projeto, que mesmo após seus 2 mandatos, o projeto não teve início. Somente após o início do governo Lula a transposição do Rio São

---

<sup>2</sup> É importante destacar que os problemas da região Nordeste não se resumem as secas e pouca chuva, como é colocado pela mídia sobre os motivos das migrações nordestinas, mas também a falta de empregos, esgotamento de terra, fuga do recrutamento, recusa a se inserir em um esquema de dominação política, entre outros. (CAVALCANTI; GUILLEM, 2011)

Francisco, em meio a muitas críticas ao processo de licenciamento ambiental, saiu do papel e se desenvolveu ao longo dos governos seguintes (HENKS, 2014).

Atualmente a obra de transposição é chamada de Projeto de Integração da Bacia do rio São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional (PISF) que, apesar da mudança de nome, manteve o objetivo de construir nove estações de bombeamento que levam água por mais de 700 km de canais de concretos a 390 municípios. A distribuição da água ocorre por meio de dois eixos. O Eixo Norte (Latitude Sul 08° 32'41,1" e Longitude Oeste 39° 27'15,2") busca beneficiar Pernambuco (PE), Ceará (CE), Paraíba (PB) e Rio Grande do Norte (RN). E o Eixo Leste (Latitude Sul 08° 49'37,7" e Longitude Oeste 38° 24'43,3") que pretende alcançar parte do Sertão e as regiões agrestes de Pernambuco e da Paraíba, conforme Figura 1:

**Figura 1-** Mapa da obra de Integração



**Fonte:** Sousa, Almeida e Santos (2018).

Com um custo em torno de R\$ 6,56 bilhões apenas nos primeiros anos de sua implantação, os benefícios e os impactos negativos ainda são alvo de discussões e protestos pelo Brasil. Segundo Guimarães Junior (2016), os impactos ambientais e socioeconômicos são altos, e um dos motivos é que a argumentação técnica em defesa do Projeto é falha, mostrando desconhecimento/negligência da dimensão e da importância de questões ambientais do rio São Francisco, bem como de aspectos socioeconômicos do Semiárido brasileiro. Para o autor, a

principal falha técnica foi a vazão mínima do Projeto de 26,4 m<sup>3</sup>/s baseada em dados sem sustentação. O cálculo foi feito a partir “de uma série histórica hipotética que retrata uma condição irreal de uma bacia virgem”, que não “levou em consideração os diversos usos consuntivos (humano, animal, industrial e irrigação) existentes e planejados a médio e longo prazo em toda a bacia do rio São Francisco, incluindo-se aí a utilização de águas subterrâneas e a captação nas calhas dos afluentes do rio” (GUIMARÃES JUNIOR, 2016, p. 02).

Neste contexto, o Projeto deverá agravar os conflitos pelo uso da vazão na bacia do rio São Francisco pois, na época de sua aprovação praticamente toda a água<sup>3</sup> da bacia já se encontrava comprometida.

### 1.11 Adutora do Algodão – Território Identidade Velho Chico - BA

Matina é um município do interior da Bahia localizado no Território de Identidade do Velho Chico<sup>4</sup>, e faz divisa com mais sete Territórios de Identidade (Oeste Baiano, Bacia do Rio Corrente, Sertão Produtivo, Bacia do Paramirim, Chapada Diamantina, Irecê, Sertão do São Francisco). É uma região onde predomina o clima típico das regiões semiáridas. As chuvas na região ocorrem com maior densidade entre a primavera e o verão. O bioma do território é majoritariamente o cerrado, embora encontre municípios integralmente inseridos na Caatinga (SIAPC, 2021; BAHIA, 2015). (Figura 2).

Conforme Silva (2016), a região do Velho Chico é caracterizada pelo contraste entre o clima seco, sub úmido e semiárido, e a marcante presença do rio São Francisco que percorre todo seu território, além de outros importantes rios como o Corrente, Paramirim, Santo Onofre, rio Grande, rio Verde. O histórico de ocupação territorial revela um processo conflituoso de acesso à terra e aos recursos hídricos, onde:

A grande potencialidade hídrica possibilitou a ocupação das áreas por grupos privilegiados em relação ao acesso às terras e tecnologia para a irrigação, ao passo que determinados grupos (sobretudo os tradicionais, quilombolas, indígenas, dentre outros) tornaram-se marginalizados ao acesso à terra e à água. Tais grupos construíram suas trajetórias dentro deste conflito e até hoje buscam a conquista de espaço nesse território ainda conflituoso. Assim tem-se no território, profundas desigualdades no

---

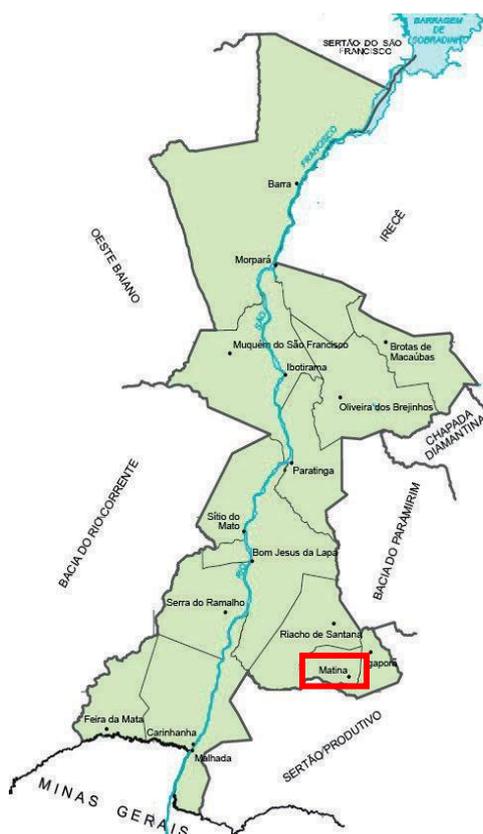
<sup>3</sup> O artigo de Guimarães Jr., traz um estudo detalhado das disponibilidades e necessidades hídricas da região que engloba o Projeto.

<sup>4</sup> O Território Velho Chico engloba 16 municípios numa área de 46.328,38Km<sup>2</sup>. O Território é banhado pelo Rio São Francisco e seus afluentes, beneficiando quase todos os municípios. De acordo com dados do Censo Demográfico 2010 (IBGE), a população registrava 371.744 habitantes, correspondendo a 2,65% do total da população baiana (SIPAC, 2021).

campo que necessitam de políticas públicas, sobretudo no acesso à educação e tecnologias de produção, para a equalizar essas características (SILVA, 2016, p. 02)

O direito a água está garantido em Lei Federal 11.445/2007, que estabelece a garantia de potabilidade desse recurso, acessibilidade e segurabilidade a uma determinada comunidade, população, ou cidade, e afim de atender esse direito básico, o Estado em suas três esferas (federal, estadual e municipal), criam Políticas Públicas com objetivo de sanar ou amenizar tais carências. Nesse sentido, como o intuito de aumentar a oferta hídrica na região, o Governo Federal, inaugurou em 2012 a Adutora do Algodão, com recursos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). A adutora recolhe a água do rio São Francisco, na região de Malhada, na qual é disseminada através de 270 km de tubulação e na época da inauguração, proporcionou água potável para cerca de 165 mil residências (DE ALMEIDA; DE OLIVEIRA, 2019).

**Figura 2**– Localização de Matina no Território Identidade do Velho Chico



**Fonte:** Ribeiro e Oliveira (2015); Observação: Matina está localizada no retângulo vermelho destacado no mapa.

Também chamado pelo nome de Sistema Integrado de Abastecimento de Água do Algodão (SIAA), após a conclusão da segunda etapa em 2016, o sistema passou a auxiliar em torno de 64 mil ligações, possibilitando que 290 mil pessoas em nove municípios tenham acesso

à água boa e em quantidade suficiente durante todo o ano, no qual, segundo a Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A (EMBASA, 2021), o sistema atualmente conta com “aproximadamente 350 km de tubulações de diversos diâmetros, nove grandes reservatórios e 15 estações elevatórias responsáveis por bombear a água desde a estação de tratamento até as cidades e localidades rurais atendidas”, que já totalizam até o momento um investimento de R\$ 190 milhões.

Em junho de 2021, o governador do estado da Bahia Rui Costa, assinou ordem de serviço para o início das obras da terceira etapa do SIAA. Nesta etapa, o objetivo foi levar a água do rio São Francisco para Lagoa Real e o distrito de Ibitira (Rio do Antônio), e mais 75 quilômetros de adutora que vão fornecer água para mais 67 mil imóveis nos municípios de Malhada, Iuiu, Palmas de Monte Alto, Matina, Candiba, Guanambi, Caetité e Lagoa Real (EMBASA, 2021).

#### 1.12 Propostas para o ensino de Física sobre a integração do Rio São Francisco

Realizamos uma busca de propostas de ensino de física que tratassem da Integração do Rio São Francisco. Utilizamos as palavras-chave: “Integração do Rio São Francisco”, “Transposição do Rio São Francisco”, “Rio São Francisco” e “Adutora” nas bases de pesquisa: Revista Brasileira de Ensino de Física - RBEF; Caderno Brasileiro de Ensino de Física - CBEF; Revista de Ciência, Tecnologia e Sociedade da Universidade Federal de Juiz de Fora – Governador Valadares - UFGV; A revista Ciência, Tecnologia & Ambiente (CTA) da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar; Revista ALEXANDRIA do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC; E por fim, o banco de Dissertações do MNPEF. Utilizamos todos os anos de publicações disponíveis nas bases de pesquisa e ampliamos as buscas nessas bases de pesquisa para “ensino de ciências”, mas não encontramos produções sobre o tema.

## 2 PROGRAMA DE FÍSICA

A construção do programa de ensino de física teve início no seguinte questionamento: "Quais conteúdos poderiam contribuir para compreender como ocorre a distribuição de água na comunidade de Matina - BA através da Adutora do Algodão?". Partindo da reflexão sobre os fenômenos observados na construção e funcionamento da adutora, elegemos "trabalho" e "energia" como conceitos pertinentes para a estruturação do programa de física que seria trabalhado em uma abordagem menos fragmentada no ensino de ciências e contida nas problematizações. Para tanto, utilizamos como base os "conceitos unificadores" que são categorias que encerram a característica de serem supradisciplinares e têm o objetivo didático de unir as unidades de ensino de um programa, reduzindo fragmentação dos conteúdos (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990).

Nas problematizações investigamos a presença dos quatro conceitos unificadores discutidos por Angotti (1993) (*Transformações, Regularidades, Energia e Escalas*) que associam e desenvolvem os conteúdos, independentemente da separação por áreas como *mecânica, eletricidade, termodinâmica*, por exemplo. Dessa forma, analisamos nas problematizações quais "processos de transformações" da matéria apresentada no espaço e no tempo. Nestas transformações, a presença das "regularidades" em modificações no espaço e no tempo. Diante das modificações da matéria, buscamos identificar a "energia" como "agentes das transformações" e "escalas", como a possibilidade de tratar eventos e fenômenos de diferentes dimensões e tempos, por exemplo, que extrapolam a barreira entre o micro e o macro. Para Angotti e Delizoicov (1990), a "reflexão e utilização sistemática de conceitos unificadores permitem perpassar as fronteiras rígidas impostas, sobretudo pelos livros didáticos, ao apresentarem os conteúdos de Física" (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990 p. 22). Além disso, definir os conceitos que serão trabalhados com base nos conceitos unificadores privilegia o estudo da Física de maneira dinâmica que vincula a natureza e seus elementos com a sua constante modificação no tempo.

### 2.1 Trabalho

O conceito de trabalho é concebido por Tipler e Mosca (2009) como "a transferência de energia por uma força" (TIPLER; MOSCA, 2009, p. 169). Similarmente Alvarenga e Máximo (2000), ao introduzir o conceito, afirmam que se trata de uma grandeza que está relacionada com a medida da energia. Para Halliday e Resnick (1983), é possível discutir ao conceito de

trabalho quando se determina o movimento de uma partícula submetida a forças que varia com a posição da partícula. Nesse sentido, Nussenzveig (2003) investiga o movimento de uma partícula ao exemplificar com um sistema constituído por um bloco suspenso por um bate-estaca e conclui que existe trabalho quando é observado na estaca do sistema um deslocamento na direção da força.

Todos os autores chamam a atenção para o significado de trabalho no escopo da física. Tipler e Mosca (2009) discutem que existe o hábito de conceituar o trabalho como “qualquer coisa que requeira esforço físico ou mental, como estudar para uma prova, carregar uma mochila ou pedalar uma bicicleta” (TIPLER; MOSCA, 2009, p. 169) e que essa conceituação não tem validade no sentido restrito da física. Analogamente, Halliday e Resnick (1983) afirmam que a noção de trabalho no sentido físico, quando correspondente ao uso do termo no cotidiano, causa dificuldade na compreensão do conceito, pois, nas palavras do autor:

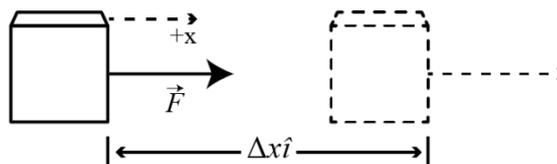
Uma pessoa parada que suporte um grande peso no ar pode dizer que está realizando trabalho duro – e que ela pode realizar um trabalho duro no sentido fisiológico – mas do ponto de vista da física afirmamos que ela não está produzindo nenhum trabalho, uma vez que a força aplicada não provoca deslocamento. (HALLIDAY; RESNICK, 1983, p. 123).

Essa mesma necessidade de diferenciar o conceito de trabalho também é apontada por Alvarenga e Máximo (2000), os quais utilizam o mesmo exemplo e sustentam a ideia de que a definição do conceito na física nem sempre coincide com o emprego vulgar do termo *trabalho* no cotidiano.

A definição de trabalho na forma mais simples considera a força  $\vec{F}$  como constante e o corpo realizando movimento retilíneo no sentido da força (HALLIDAY; RESNICK, 1983) (figura 3). Neste caso, o trabalho que a força constante realiza sobre o corpo é igual ao produto da componente da força pelo módulo do deslocamento, no sentido do deslocamento (TIPLER; MOSCA, 2009), definido por:

$$W = F|\Delta x| \quad (1)$$

**Figura 3** - Deslocamento de um bloco devido a força constante aplicada

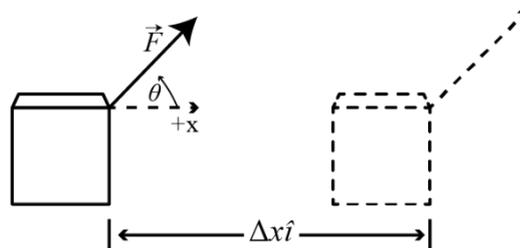


Fonte: elaboração do autor (2022)

Por outro lado, é necessário analisar o trabalho realizado pela força constante quando não está agindo no mesmo sentido do movimento do corpo. A situação pode ser ilustrada com uma corda tracionando uma caixa ligada a ela, onde é formado um ângulo com o deslocamento (figura 4). Através da figura, observamos que a força constante  $\vec{F}$  em relação ao eixo  $O_x$  apresenta uma inclinação  $\theta$ , de tal forma que a partícula apresenta deslocamento  $\Delta\vec{x}$  naquele eixo. Neste caso, Alvarenga e Máximo (2000) e em concordância com os demais autores apontam que a definição do trabalho da força constante  $\vec{F}$ , que forma com o deslocamento  $\Delta\vec{x}$  um ângulo  $\theta$ , é dado por:

$$W = F\Delta x \cos\theta \quad (2)$$

**Figura 4** - Deslocamento de um bloco devido a força aplicada com inclinação



Fonte: elaboração do autor (2022)

Nesta análise, é importante salientar que o trabalho realizado pela força ocorre apenas pela componente  $\vec{F}_x$ , isto é, a componente paralela ao deslocamento e que a componente da reação do plano de apoio ( $\vec{F}_y$ ) não influencia o corpo no deslocamento (ALVARENGA e MÁXIMO, 2000; HALLIDAY e RESNICK, 1983; TIPLER e MOSCA, 2009).

Com as equações 01 e 02, é possível entender que o trabalho  $W$  será maior em situações onde o deslocamento ou a força que o realiza forem maiores. A definição do trabalho não pode, por outro lado, encerrar em sua forma matemática, é o que enfatizam Tipler e Mosca (2009): “É usual se dizer que trabalho é força vezes distância. Infelizmente, a afirmação “trabalho é força vezes distância” é enganadoramente simples. Trabalho é realizado sobre um corpo por uma força quando o ponto de aplicação da força se desloca.” (TIPLER; MOSCA, 2009, p. 169)

Por outro lado, é um consenso na literatura de que o trabalho realizado por uma força sobre um corpo é caracterizado como positivo, negativo ou zero (ALVARENGA e MÁXIMO, 2000; HALLIDAY e RESNICK, 1983; NUSSENZVEIG, 2003; TIPLER e MOSCA, 2009). Esse dado sobre a grandeza pode ser entendido na análise dos casos: a, b e c, como segue:

**Caso a)** O trabalho realizado pela força  $\vec{F}$  se reduzirá à equação 01 (o produto do módulo da força pela distância percorrida) quando  $\theta$  for nulo, isto é, uma força na direção horizontal

age horizontalmente arrastando um corpo ao longo do sentido positivo do seu deslocamento (HALLIDAY; RESNICK, 1983). Em outras palavras, quando o ângulo dado pela força  $\vec{F}$  e o deslocamento  $\Delta x$ , estiver no intervalo de 0 a  $90^\circ$ , o trabalho da força  $\vec{F}$  será caracterizado como positivo, uma vez que cosseno de  $\theta$  neste intervalo é positivo e neste caso a força irá contribuir para o aumento no valor da velocidade do corpo (ALVARENGA; MÁXIMO, 2000).

**Caso b)** Uma segunda situação permite caracterizar o trabalho como nulo. O exemplo da força vertical que suporta um corpo a certa altura do solo não trabalha sobre o corpo, mesmo se este se mover horizontalmente no chão. Neste exemplo tomamos  $\theta$  igual a  $90^\circ$ , logo a força não apresenta componente na mesma direção do deslocamento (HALLIDAY; RESNICK, 1983). Esta análise torna visível a ideia de que não há trabalho de uma força sobre um corpo que não se move, em virtude de seu deslocamento ser zero ou da força ser perpendicular ao deslocamento. Além disso, Máximo e Alvarenga (2000) destacam que neste caso a “a força não colabora nem para aumentar nem para diminuir o valor da velocidade do corpo” (ALVARENGA; MÁXIMO, 2000, p. 287)

**Caso c)** Por sua vez, será negativo o trabalho realizado sobre um corpo quando a força  $\vec{F}$  estiver sentido oposto ao movimento do corpo (HALLIDAY; RESNICK, 1983), pois o ângulo  $\theta$  quando contido no intervalo entre  $90^\circ$  e  $180^\circ$ , apresenta cosseno negativo. Dessa forma, quando a força atuar em sentido contrário ao deslocamento, acaba por retardar o movimento do corpo (ALVARENGA; MÁXIMO, 2000).

Em outra perspectiva, Tipler e Mosca (2009) apontam que será positivo o trabalho realizado sobre um corpo por uma força se alguma energia for transferida para o corpo. A não existência de energia transferida, para os autores, implicará em trabalho realizado zero. Além disso, Halliday e Resnick (1983) destacam que o trabalho se trata de uma grandeza escalar, mesmo que a força e o deslocamento presentes na definição sejam vetoriais, o que é justificado pelo produto escalar entre  $\vec{F}$  e  $\Delta\vec{x}$  presente na definição.

Tipler e Mosca (2009), bem como Halliday e Resnick (1983) mostram que a equação 02 suporta apenas o trabalho realizado por uma força específica  $\vec{F}$  sobre o corpo. Devendo o trabalho de outras forças realizado sobre o corpo ser calculado separadamente, dessa forma o trabalho total corresponderá à soma de todos os trabalhos realizado por cada uma das forças.

O estudo até aqui trata somente do trabalho realizado por uma força constante no movimento unidimensional. Dessa forma, torna-se necessário considerar o caso em que apenas o módulo da força varia conforme o corpo se desloca (NUSSENZVEIG, 2003).

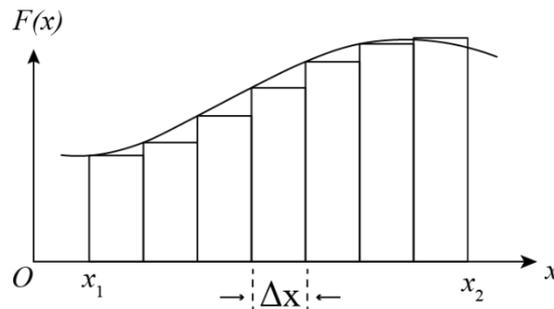
Halliday e Resnick (1983) propõe supor que a força que estamos estudando seja uma função da posição, de tal forma que o seu sentido seja orientado com o semi-eixo positivo  $O_x$ . Com isso, quando um corpo se move ao longo desse semi-eixo, temos:

$$\vec{F} = F(x)\hat{x} \quad (3)$$

Nesta situação,  $F(x)$  pode ser tanto positiva quanto negativa.

Uma das formas de determinar o trabalho que essa força realiza sobre o corpo ao deslocá-la de  $x_1$  até  $x_2$ , é dividir o deslocamento em uma sequência de deslocamentos pequenos, conforme mostra a figura 5. (HALLIDAY e RESNICK, 1983; NUSSENZVEIG, 2003)

**Figura 5** - Gráfico da área compreendida sobre a curva  $F(x)$  entre os limites  $x_1$  e  $x_2$  com divisões.



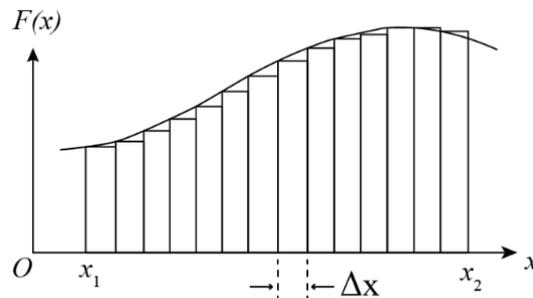
Fonte: elaboração do autor (2022)

Os autores Halliday e Resnick (1983) e Nussenzveig (2003) salientam que ao longo do pequeno deslocamento  $\Delta\vec{x}$  que vai de  $x_1$  até  $x_2 + \Delta x$ , o módulo da força  $\vec{F}$  é tomado como aproximadamente constante e isso implica no trabalho  $\Delta W_{12}$  seja equivalente ao somatório:

$$\Delta W_{12} = \sum_{x_1}^{x_2} F \cdot \Delta\vec{x} \quad (4)$$

Aumenta-se a aproximação da força  $\vec{F}$  ao passo que o deslocamento de  $x_1$  até  $x_2$  é dividido em um número maior de intervalos iguais, para que  $\Delta x$  se torne menor e a força  $\vec{F}$  apresente no começo dos intervalos valores mais próximos dos seus próprios valores no intervalo em questão. (HALLIDAY e RESNICK, 1983; NUSSENZVEIG, 2003)

**Figura 6** - - Gráfico da área compreendida sobre a curva  $F(x)$  entre os limites  $x_1$  e  $x_2$  com divisões infinitesimais.



Fonte: elaboração do autor (2022)

Conforme  $\Delta x$  for tomado cada vez menor em um maior número de intervalos, é possível obter aproximações ainda melhores (Figura 6). Dessa forma, o exato valor do trabalho que a força  $\vec{F}$  realizada sobre o corpo é obtido quando  $\Delta x$  fica próximo de zero, onde o número correspondente de intervalos tende a ser infinito (HALLIDAY e RESNICK, 1983; NUSSENZVEIG, 2003). Assim, o trabalho realizado pela força variável é:

$$\Delta W_{12} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \sum_{x_1}^{x_2} F \cdot \Delta x \quad (5)$$

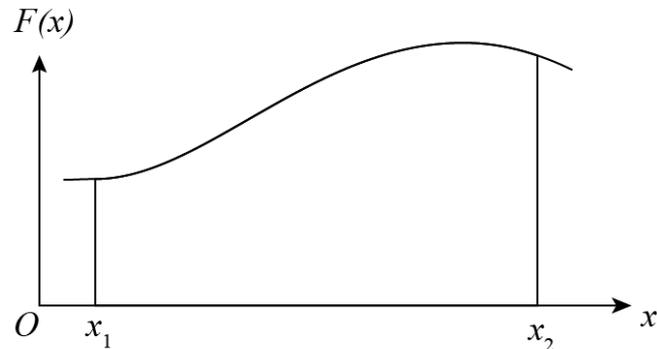
A área abaixo da curva  $\vec{F}(x)$  entre os pontos  $x_1$  e  $x_2$ , é formada pela soma de todos os retângulos de largura  $\Delta x$  contidos neste intervalo. Ao tomar a largura  $\Delta x$  dos retângulos como infinitesimal, a área abaixo da curva torna-se exata, devido aos erros na base superior tenderem a zero em uma largura da faixa infinitesimal,  $dx$ , tender a zero (HALLIDAY; RESNICK, 1983). Esta compreensão geométrica permite obter a seguinte relação:

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \sum_{x_1}^{x_2} F \cdot \Delta x = \int_{x_1}^{x_2} F \cdot dx \quad (6)$$

Em linguagem numérica a grandeza trabalho corresponde exatamente à área sob a curva da força variável  $F(x)$  e o eixo  $O_x$  limitado por  $x_1$  e  $x_2$  (NUSSENZVEIG, 2003) (figura 7). Isso significa que, geometricamente, a integral de uma curva é interpretada como uma área. Dessa maneira, o trabalho total realizado sobre o corpo que se desloca de  $x_1$  até  $x_2$  pela força  $\vec{F}$ , como:

$$W = \int_{x_1}^{x_2} F(x) \cdot dx \quad (7)$$

**Figura 7** - - Gráfico da área compreendida sobre a curva  $F(x)$  entre os limites  $x_1$  e  $x_2$ .



Fonte: elaboração do autor (2022)

Uma vez compreendido que o trabalho é realizado por uma força unitária ao deslocar um corpo em um comprimento de unidade na sua própria direção (HALLIDAY; RESNICK, 1983), apenas observando a equação que o define e considerando que  $\cos \theta$  é um número adimensional (ALVARENGA; MÁXIMO, 2000), é possível concluir que o trabalho apresenta dimensões do produto de força por deslocamento (NUSSENZVEIG, 2003).

Dessa forma, a unidade SI correspondente é

$$\text{Newton} \times \text{metro} = Nm$$

De acordo com Alvarenga e Máximo (2000), “esta unidade é denominada 1 joule em homenagem ao físico inglês do século XIX, James P. Joule, que desenvolveu vários trabalhos no campo de estudo da energia” (ALVARENGA; MÁXIMO, 2000, p. 286)

Então:

$$Nm = \text{joule} = J$$

Algumas relações pertencentes com outras unidades, conforme Halliday e Resnick (1983):

No sistema SI a unidade de trabalho é 1 newton-metro ou 1 joule (símbolo J); no sistema CGS é 1 dinacentímetro = 1 erg; No sistema métrico é 1 quilograma-força-metro ou quilogrâmetro e o sistema técnico inglês a unidade de trabalho é o pé-libra-força. Utilizando as relações entre Newton, dina e libra-força, de um lado, e metro, centímetro e pé, de outro, obtém-se  $1 \text{ joule} = 10^7 \text{ ergs} = 0,7376 \text{ lb-pé}$ . (HALLIDAY; RESNICK, 1983, p. 124)

Tipler e Mosca (2009) sugerem acrescentar outra possibilidade de unidade de trabalho que é o elétron-volt (eV), que seria empregada em física atômica e nuclear. A relação entre eV e J:

$$1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Para os autores: “Múltiplos comumente usados do eV são o keV ( $10^3 \text{ eV}$ ) e o MeV ( $10^6 \text{ eV}$ ). O trabalho necessário para arrancar um elétron de um átomo é da ordem de alguns eV,

enquanto o trabalho necessário para arrancar um próton e um nêutron de um núcleo atômico é da ordem de vários MeV” (TIPLER; MOSCA, 2009, p. 170).

## 2.2 Energia

“Energia” é tido como um dos temas mais relevantes e complexos não só para a física, mas para as ciências da natureza de uma maneira geral. Além de estar presente em todos os fenômenos, o termo “energia” é caracterizado pela de ampla utilização no vocabulário da comum (ALVARENGA e MÁXIMO, 2000; CORREIA, 2018; HALLIDAY e RESNICK, 1983; SILVA, 2022). A relevância do tema se deve, nas palavras de Silva (2022), ao fato de que:

A leitura do mundo contemporâneo nos permite compreender que a matriz energética assume papel significativo na forma como organizamos a sociedade, extrapolando o conceito físico, uma vez que a energia e suas aplicações fazem parte do cotidiano e interferem no rumo de nossas vidas (SILVA, 2022, p. 49).

Embora o emprego constante do termo no cotidiano favoreça uma compreensão inicial do seu significado, no âmbito da física implica em dificuldade de encerrar com poucas palavras o que vem a ser energia, além de contribuir para o desenvolvimento de obstáculos epistemológicos (ALVARENGA e MÁXIMO, 2000; CORREIA, 2018). Obstáculos epistemológicos se devem ao modo informal de explicar fenômenos, além de lentidões e conflitos cognitivos encontrados no próprio processo de aquisição de novos conhecimentos (BACHELARD, 1996). Lino (2016) discute que um conhecimento se torna obstáculo epistemológico quando persiste na estrutura cognitiva, sendo identificado quando o sujeito externa o que sabe sobre o conceito que está interagindo, utilizando palavras que tem maior familiaridade e uso diário. O autor defende que o conceito de energia apresenta historicamente, de modo geral, quatro formas de obstáculo, são eles: “1) a noção de força como obstáculo ao conceito, 2) a noção de ganhos sem perdas como obstáculo à sua conservação; 3) a restrição aos fenômenos particulares como obstáculo à sua generalização; 4) e a noção de substancialização (LINO, 2016, p. 329).

Correia (2018) sinaliza sobre os cuidados na conceituação de energia, para o autor “definir uma grandeza, a sua variação ou a sua transformação requer sutilezas que nem sempre são utilizadas de forma adequada” (CORREIA, 2018, p. 2). Dessa forma, para a evolução no entendimento de “energia” no sentido físico torna-se necessário discutir os conhecimentos que dificultam a compreensão do fenômeno científico, como afirma Bachelard (1996): “quando se procuram as condições psicológicas do progresso da ciência, logo se chega à convicção de que

é em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado” (BACHELARD, 1996, p. 17).

Tipler e Mosca (2009) reforçam que processos físicos em sua totalidade abrangem a grandeza energia, independentemente do uso de termos que descrevam a energia associada a estados e condições diferentes. Em uma perspectiva didática, Alvarenga e Máximo (2000) sugerem que uma forma de iniciar o estudo do conceito é estabelecer uma relação com trabalho. Nesse sentido, afirmar que um “corpo que possui energia” diz respeito à sua “habilidade de realizar trabalho”. Adotaremos também esse caminho para discutir o tema.

Tipler e Mosca (2009) e Halliday Resnick (1983) discutem sobre a diferença entre a força resultante que atua em um objeto ser nula ou não. Na primeira situação, a força resultante nula implica em aceleração nula no objeto. Sob os mesmos aspectos do sistema e tomando agora uma força resultante diferente de zero, tem-se um objeto acelerado.

Como o trabalho realizado por uma força resultante constante  $\vec{F}$  atuando em um corpo de massa  $m$ , ao deslocá-la  $\Delta x = x_2 - x_1$ , no eixo  $O_x$ , produzirá uma aceleração constante  $\vec{a}$ . Torna-se possível utilizar o conjunto de equações do movimento que ocorre por uma linha reta, neste caso serão as duas:

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t} \quad (8)$$

E

$$x = \frac{v_2 + v_1}{2} t \quad (9)$$

Para essas equações, temos que  $v_1$  é a velocidade do corpo no tempo  $t = 0$ . Substituindo as equações (8) e (9), na equação (1) o trabalho realizado será, portanto,

$$\begin{aligned} W &= F \Delta x \\ W &= m \frac{v_2 - v_1}{t} \frac{v_2 + v_1}{2} t \\ W &= \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \end{aligned}$$

Para Tipler e Mosca (2009), o trabalho realizado sobre um corpo apresenta como resultado a variação de uma quantidade  $\frac{1}{2} m v^2$ , que representa uma grandeza escalar associada ao movimento do corpo. Essa energia é denominada energia cinética,  $K$  definida como:

$$K = \frac{1}{2} m v^2 \quad (10)$$

Essa grandeza depende, por tanto, da rapidez do corpo e não da sua velocidade. Alterando a orientação da velocidade sem mudar a magnitude, não haverá modificação da energia cinética. (HALLIDAY e RESNICK, 1983; TIPLER e MOSCA, 2009).

Como o trabalho realizado por uma força resultante de módulo variável sobre um corpo de massa  $m$  que se desloca de  $x_1$  a  $x_2$ , na direção da força orientada no eixo  $O_x$ , é:

$$W = \int_{x_1}^{x_2} F(x) \cdot dx \quad (11)$$

Do princípio fundamental da dinâmica<sup>5</sup>, a aceleração pode ser escrita como  $\vec{F} = m\vec{a}$

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

Porém, utilizando as passagens matemáticas:

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = \frac{dv}{dx} v = v \frac{dv}{dx}$$

Chegamos em:

$$\begin{aligned} W &= \int_{x_1}^{x_2} F dx & (12) \\ W &= \int_{x_1}^{x_2} mv \cdot \frac{dv}{dx} dx = \int_{v_1}^{v_2} mv dv \\ W &= \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 \end{aligned}$$

O trabalho realizado sobre o corpo pela força resultante é sempre igual à variação da energia cinética do corpo.

$$W(\text{da força resultante}) = K_2 - K_1 = \Delta K \quad (13)$$

Essa equação é conhecida como o teorema do trabalho-energia para um corpo. A definição do teorema-energia para um corpo traduz a relação entre o trabalho total realizado por uma força resultante sobre um corpo e a energia cinética do corpo. Quando um corpo passa por um ponto  $x_1$  com energia cinética  $K_1$  e chega a um ponto  $x_2$  com energia cinética  $K_2$ , o trabalho total é equivalente à variação da energia cinética deste corpo. Resultado com validade tanto para força resultante variável, quanto constante. (ALVARENGA e MÁXIMO, 2000; HALLIDAY e RESNICK, 1983; TIPLER e MOSCA, 2009).

Os autores destacam que a energia cinética não depende da direção do movimento, mas massa e da rapidez do corpo, não da direção do movimento. Além disso, de acordo com a

---

<sup>5</sup> Veremos adiante que o enunciado da segunda lei de Newton, denominada de “Princípio Fundamental da Dinâmica” foi desenvolvida em termos do momento de um corpo.

equação (10), a energia cinética não pode ser negativa, assumindo valor zero apenas quando está em repouso. (ALVARENGA e MÁXIMO, 2000; HALLIDAY e RESNICK, 1983; TIPLER e MOSCA, 2009).

Através da análise da variação da energia cinética chegamos nas interpretações:

- a) **Rapidez constante:** Quando a rapidez do corpo não se altera, não será verificada variação de energia cinética na partícula e, conseqüentemente, o trabalho da força resultante será zero.
- b) **Rapidez aumenta:** De acordo com o teorema, se a partícula se movimenta mais rapidamente no fim do deslocamento, quando comparado com o início, observa-se que há aumento da energia cinética, implicando em trabalho total positivo.
- c) **Rapidez diminui:** Neste caso a redução da rapidez da partícula ao final do deslocamento está associado à perda de parte da sua energia cinética. Esse decréscimo da energia cinética leva a um trabalho realizado pela força resultante negativo, pois estão em sentidos opostos o componente resultante da força e o deslocamento da partícula na direção do movimento.

Tipler e Mosca (2009), discutem que existem situações em que a partícula compõe um sistema formado por duas ou mais partículas e, nestes casos, é necessário investigar o trabalho realizado por forças externas sobre o sistema. Desse modo, o autor conceitua “configuração de um sistema” como a forma com que partes diferentes do sistema estão posicionadas e qual a relação entre elas. Para os autores, a configuração do sistema está intimamente relacionada a energia potencial, enquanto a energia cinética é uma energia associada ao movimento.

O trabalho realizado por forças externas sobre um sistema, em geral, não altera a energia cinética total do sistema. Por outro lado, a energia é armazenada como energia potencial – energia associada às posições relativas das diferentes partes do sistema. Para Halliday Resnick (1983): “A energia potencial de um sistema de corpos é o trabalho que o sistema pode realizar devido à posição relativa de suas partes, isto é, em virtude de sua configuração.” (HALLIDAY; RESNICK, 1983, p. 144). Isso implica que, diferente da energia cinética, não é possível obter uma definição matemática que universalize a energia potencial. Torna-se necessário investigar em cada caso o trabalho realizado quando o sistema mudar de uma configuração para outra (TIPLER; MOSCA, 2009).

Quando um objeto está ocupando uma posição em relação à Terra temos a configuração de dois corpos que formam juntos um sistema. Dessa forma, a energia potencial será uma

propriedade desse sistema. Como analogia: uma pessoa levanta um balde de água de massa  $m$  até uma altura  $h$ . Com o balde de água partindo e terminando em repouso, a variação de energia cinética é zero, logo o trabalho total será zero. Neste exemplo, existem duas forças atuando sobre o balde de água: a força da gravidade e a força das mãos da pessoa. A força gravitacional sobre o balde de água será:

$$\vec{F}_g = m\vec{g} \quad (14)$$

De tal forma que o trabalho realizado sobre o balde por esta força, no momento em que é suspenso é:

$$W = -mgh$$

Uma vez o trabalho total realizado é zero, concluímos que o trabalho realizado sobre o balde de água pelas mãos da pessoa é:

$$W = +mgh$$

Consequentemente, a energia transferida ao sistema se define como:  $+mgh$ , pois considera-se o balde e o planeta Terra como um sistema de duas partículas.

Nas palavras de Halliday Resnick (1983) “É a posição relativa das partes do sistema que determina sua energia potencial. Esta é maior quando as partes estão mais afastadas do que quando estão próximas. A perda de energia potencial é igual ao trabalho realizado neste processo” (HALLIDAY; RESNICK, 1983, p. 145). Portanto, a energia transferida pelo trabalho realizado pela força das mãos da pessoa, é armazenada como energia potencial gravitacional,  $U$ , relacionada à configuração do balde de água e a Terra (altura do balde de água em relação a Terra), tem definição:

$$U = +mgh \quad (15)$$

Outra possibilidade de armazenamento de energia relacionado à configuração do sistema é observada em uma mola. Na compressão ou alongação de uma mola, em função do comprimento da mola, é armazenada uma energia potencial elástica (ALVARENGA e MÁXIMO, 2000). Por outro lado, Halliday Resnick (1983) afirmam que não é possível relacionar energia potencial com uma força não conservativa, pois neste caso a energia não retorna ao seu valor do início, na medida que o sistema recupera sua configuração inicial.

Tipler e Mosca (2009) e Halliday Resnick (1983) consideram que uma força será conservativa quando é nulo o trabalho total realizado por ela sobre um corpo e quando o trabalho depende somente das posições finais e iniciais do corpo. Isso representa a diferença de

energia potencial entre as configurações final e inicial do sistema, nas palavras de MOYSES, “É fácil ver que isso não acontece quando a força  $\vec{F}$ , além de depender da posição  $x$  da partícula, também depende da velocidade. (NUSSENZVEIG, 2003, p. 148). Como exemplo de força não conservativa, Alvarenga e Máximo (2000) citam a força de atrito. Para os autores, “de fato, se você deslocar um corpo sobre uma superfície, levando-o de um ponto a outro ponto, o trabalho realizado pelo atrito será valores diferentes, conforme o caminho que for seguido.” (ALVARENGA; MÁXIMO, 2000, p. 305).

A variação da energia cinética de uma partícula,  $\Delta K_i$ , como já discutido, é o trabalho realizado por uma força sobre essa partícula. Dessa forma, o trabalho total,  $W_{total}$ , é equivalente à variação de energia total do sistema de partícula,  $\Delta K_{sis}$ , (TIPLER; MOSCA, 2009):

$$W_{total} = \sum \Delta K_i = \Delta K_{sis} \quad (16)$$

São dois grupos de força que realizam trabalho em um sistema: Forças internas e forças externas, de tal modo que o trabalho total pode ser escrito como:

$$W_{total} = W_{ext} + W_{nc} + W_c$$

$W_{ext}$  = trabalho de forças externas;

$W_{nc}$  = trabalho de forças internas não conservativas;

$W_c$  = trabalho de forças internas conservativas;

O trabalho total realizado por todas as forças é igual ao trabalho realizado pelas forças externas e internas não-conservativas e conservativas.

$$W_{ext} + W_{nc} = W_{total} - W_c$$

Por outro lado,  $-W_c$  equivale à variação da energia potencial de um sistema

$$-W_c = \Delta U_{sis}$$

Que chega em

$$W_{ext} + W_{nc} = \Delta K_{sis} + \Delta U_{sis}$$

Simplificando,

$$\Delta K_{sis} + \Delta U_{sis} = \Delta(K_{sis} + U_{sis})$$

Chamando  $K_{sis} + U_{sis}$  de energia mecânica total,  $E_{mec}$ , de definição

$$E_{mec} = K_{sis} + U_{sis} \quad (17)$$

Em um sistema, se o trabalho realizado por todas as forças é zero, considera-se que a energia mecânica do sistema é conservada ( $E_{mec} = constante$ ).

$$E_{mec} = K_{sis} + U_{sis} = constante \quad (18)$$

O termo “força conservativa” tem origem na conservação da energia mecânica. Em outras palavras, quando a energia mecânica de um sistema é conservada, podemos relacionar a energia mecânica final com a energia mecânica inicial do sistema, sem considerar o movimento intermediário e o trabalho realizado pelas forças envolvidas. A conservação da energia mecânica nos permite resolver problemas que podem ser de difícil solução com o uso direto das leis de Newton. (ALVARENGA e MÁXIMO, 2000; TIPLER e MOSCA, 2009).

Halliday Resnick (1983) e Nussenzveig (2003) discutem que o significado real das equações demanda calcular a energia potencial  $U$  como dependente da configuração do sistema que sofre ação de forças conservativas:

$$W = \Delta K = -\Delta U$$

A força conservativa depende apenas da posição da partícula,

$$\Delta U = -W = -\int_{x_1}^{x_2} F(x)dx$$

Como a energia potencial  $U$  depende apenas da posição da partícula, chegamos em:

$$\frac{1}{2}mv^2 + U(x) = E_{mec} \quad (19)$$

As equações são denominadas lei da conservação da energia mecânica para forças conservativas. À proporção que a partícula se move,  $E_{mec}$  se mantém constante. É importante salientar que força e aceleração não estão presentes nesta relação, apenas a velocidade e a posição da partícula. (TIPLER e MOSCA, 2009; HALLIDAY e RESNICK, 1983).

Portanto, em um sistema que apenas forças conservativas atuam, ao passo que a energia potencial de um corpo varia, a sua energia cinética variará, de tal forma que a energia mecânica total,  $E_{mec}$ , permaneça constante. Esta é a análise basilar do “Princípio Geral de Conservação da Energia”, que apresenta o enunciado: “a energia pode ser transformada de uma forma em outra, mas não pode ser criada nem destruída; a energia total é constante”. Entretanto, a  $E_{mec}$  por considerar apenas forças conservativas para ser conservada, é tratada como um caso particular do Princípio Geral de Conservação da Energia, que se conserva sempre e trata da energia total (ALVARENGA; MÁXIMO, 2000).

Trabalho e energia, ambas grandezas escalares, apresentam dimensões do produto de força por deslocamento. Em um sistema, a energia cinética é o somatório (escalar) das energias de cada partícula presente no sistema. Dessa forma, no SI, a unidade de energia é o J. Outras duas unidades de energia são utilizadas, conforme conveniência, que são o pé-libra (ft-lb) e o elétron-volt (eV) (ALVARENGA e MÁXIMO, 2000; HALLIDAY e RESNICK, 1983; NUSSENZVEIG, 2003; TIPLER e MOSCA, 2009)

### 2.3 Estudos associados

Nesta sessão discutiremos de maneira simplificada um pequeno grupo de grandezas associadas ao programa desta pesquisa. Em todos os casos adotaremos o Sistema Internacional (SI) de unidades que atribui a unidade metro para o comprimento, quilograma para a massa, e o segundo para o tempo. Todas as demais unidades podem ser obtidas da análise dimensional dessas três. (NUSSENZVEIG, 2003)

Inicialmente, para discutir o movimento dos corpos, Alvarenga e Máximo (2000) indicam que o movimento realizado por um corpo visto por um observador depende do referencial adotado pelo observador. Nesse sentido, Nussenzveig (2003) conceitua *Referencial Inercial* como qualquer referencial onde a aceleração do corpo permanece nula quando não há forças atuando sobre o corpo. No que se refere à descrição do movimento de um corpo, Tipler e Mosca (2009) afirmam que é preciso ter condições de descrever tanto a posição de um corpo, quanto como essa posição se altera no decorrer do seu movimento. Se orientarmos o movimento de um corpo ao longo de uma reta no sentido positivo de  $x$ , a variação da posição de um corpo que está em  $x_1$  no tempo  $t_1$  e em  $x_2$  no tempo  $t_2$  é chamada de deslocamento  $\Delta\vec{x}$ :

$$\Delta\vec{x} = \vec{x}_2 - \vec{x}_1$$

É importante destacar que a *distância* de um corpo,  $s$ , é entendida como o comprimento do trajeto feito desde sua posição inicial até a final. Distância é, portanto, uma grandeza escalar e sempre positiva. A grandeza deslocamento, por outro lado, é vetorial e se refere à variação das posições e é positivo ao passo que a variação se desenvolve no sentido crescente do eixo que orienta o movimento e negativo se ocorre no sentido contrário ao eixo de orientação (ALVARENGA e MÁXIMO, 2000; HALLIDAY e RESNICK, 1983; TIPLER e MOSCA, 2009).

Ao analisar o movimento do corpo no decorrer do tempo, encontramos a *rapidez média* desse corpo quando dividimos a distância total percorrida pelo tempo do movimento:

$$\text{Rapidez média} = \frac{\text{distância total}}{\text{tempo total}} = \frac{s}{\Delta t}$$

Quando realizamos o mesmo procedimento de análise com o deslocamento, encontramos a *velocidade média* desenvolvida pelo corpo:

$$v_{\text{méd}_x} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \quad (20)$$

$$\text{Logo, } \Delta x = v_{\text{méd}_x} \Delta t.$$

Utilizando a ferramenta matemática de limite na velocidade média, chegamos na velocidade do movimento de um corpo em um dado instante  $t$ . À medida que o intervalo de tempo  $\Delta t$  se aproxima de zero, torna-se possível encontrar a velocidade que o corpo desempenha em dado instante de tempo (ALVARENGA e MÁXIMO, 2000; HALLIDAY e RESNICK, 1983; TIPLER e MOSCA, 2009). Portanto, a velocidade instantânea  $v_x$  é o limite da razão  $\frac{\Delta x}{\Delta t}$  quando  $\Delta t$  tende a zero:

$$v_x(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (21)$$

No SI, a velocidade tem unidade m/s.

Analogamente à análise da velocidade média, definimos a aceleração de um corpo como a razão entre a variação da sua velocidade média em relação ao tempo:

$$a_{\text{méd}_x} = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{v_{2x} - v_{1x}}{t_2 - t_1},$$

$$\text{Logo, } \Delta v_x = a_{\text{méd}_x} \Delta t$$

Partindo do limite da razão  $\frac{\Delta v_x}{\Delta t}$  quando  $\Delta t$  tende a zero, encontramos a aceleração instantânea do corpo em um dado instante de tempo:

$$a_x(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_x}{\Delta t} \quad (22)$$

Estendendo essas grandezas para duas dimensões, chegamos no vetor posição:

$$\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j}$$

E no vetor deslocamento

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

Dessa forma temos o vetor velocidade definido como:

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad (23)$$

Bem como a aceleração:

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} \quad (24)$$

No SI, a aceleração tem unidade  $m/s^2$ .

Quando o movimento do corpo é uma queda livre<sup>6</sup> a aceleração no movimento é denominada aceleração da gravidade,  $\vec{g}$ , e possui direção normal à superfície e sentido para o centro. Em relação à Terra, um corpo que está próximo à sua superfície se acelera em uma taxa aproximada de  $9,8 m/s^2$  ou  $980 cm/s^2$  ( $32 \text{ pés}/s^2$ ) (TIPLER; MOSCA, 2009).

Newton<sup>7</sup> desenvolveu suas três leis básicas do movimento que formam a base da mecânica clássica e são ferramentas que nos permitem analisar uma grande variedade de fenômenos mecânicos (TIPLER; MOSCA, 2009).

De acordo com Nussenzveig (2003), a Primeira Lei de Newton é a lei da inércia, sendo enunciada como: “Todo corpo persiste em seu estado de repouso, ou de movimento retilíneo uniforme, a menos que seja compelido a modificar esse estado pela ação de forças impressas sobre ele” (NUSSENZVEIG, 2003, p. 92).

Segunda Lei de Newton equivale ao Princípio Fundamental da Dinâmica e é enunciada da seguinte forma: “A variação do momento é proporcional à força impressa, e tem a direção da força” (NUSSENZVEIG, 2003, p. 95).

Terceira Lei de Newton ou Princípio da Ação e Reação, é enunciada: “A toda ação corresponde uma reação igual e contrária, ou seja, as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas em sentidos opostos”. (NUSSENZVEIG, 2003, p. 103)

No estudo sobre causas do movimento de um corpo, força é identificada como o agente que varia a velocidade um corpo, isto é, faz com que o corpo seja acelerado. Nas palavras de Tipler (2009), a força é “uma influência externa, ou ação, sobre um corpo, que provoca uma variação de velocidade do corpo, isto é, acelera o corpo em relação a um referencial inercial. Força é uma quantidade vetorial. Possui magnitude e orientação.” (TIPLER; MOSCA, 2009, p. 94). Alvarenga e Máximo (2000) acrescentam que forças diferentes podem atuar no mesmo corpo, e que o conjunto de todas as forças atuando no corpo pode ser substituído pelo que se chama de “força resultante”. Nesse sentido: “quando a resultante das forças que atuam em um corpo for nula, se ele estiver em repouso continuará em repouso e, se ele estiver em movimento, estará se deslocando com movimento retilíneo uniforme” (MÁXIMO; ALVARENGA, 2000,

---

<sup>6</sup> “Os experimentos de Galileu Galilei (1564 – 1642), e muito outros posteriores sobre a queda livre de um corpo, acabaram estabelecendo como fato experimental que o movimento de queda livre de um corpo solto ou lançado verticalmente, na medida em que a resistência do ar possa ser desprezada, é um movimento uniformemente acelerado, no qual a aceleração é a mesma para todos os corpos (embora sofra pequenas variações de ponto a ponto na Terra).” (NUSSENZVEIG, 2003, p. 58)

<sup>7</sup> Isac Newton (1642 – 1727), nascido na Inglaterra no ano que Galileu morreu, formulou três leis ou axiomas do movimento em seu célebre tratado “*Os Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*”, publicado em 1687. (NUSSENZVEIG, 2003; HALLIDAY e RESNICK, 1983).

p. 114). O que contribui para conceituar a condição de equilíbrio de um corpo: I – corpo em repouso; II – corpo em movimento retilíneo uniforme. Em ambas situações, é necessário que a resultante das forças que atuem no corpo seja zero:

$$\vec{F}_{res} = 0$$

ou

$$\sum \vec{F} = 0$$

A relação entre aceleração e força resultante é descrita como:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{res}}{m} \quad (25)$$

Onde a  $\vec{F}_{res} = \sum \vec{F}$ , isto é, o somatório das forças.

O coeficiente “ $m$ ” é denominado de massa inercial e está relacionado ao corpo que sofre ação da força resultante. Nesse sentido, o coeficiente mensura a “quantidade de matéria do corpo” (NUSSENZVEIG, 2003).

No âmbito da unidade de medida, a força resultante de 1 N atuando em um corpo de massa 1kg dá uma aceleração de 1 m/s<sup>2</sup>, de forma que:

$$1 \text{ N} = (1\text{kg})(1\text{m/s}^2) = 1\text{kgm/s}^2$$

A relação da força com a aceleração é comumente associada à segunda lei de Newton. Entretanto, não diz respeito à formulação definida originalmente, como afirma Nussenzveig (2003):

Newton começou definindo o que chamou de “quantidade de movimento, também conhecido como momento linear, ou simplesmente momento. A definição de newton foi: “a quantidade de movimento é a medida do mesmo, que se origina conjuntamente da velocidade e da massa. (NUSSENZVEIG, 2003, p 98)

Nesse sentido, convém denominar de momento linear  $\vec{p}$  o produto entre a velocidade e a massa de um corpo:

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$$

Onde, supondo a massa constante no tempo:

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}$$

Que chega em:

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

Que se traduz na proporcionalidade da variação temporal do momento de um corpo com a força que nele atua, se estabelecendo na direção da força. No escopo das forças que atuam entre as partículas elementares na natureza, é possível explicar as suas interações tomando por base quatro interações fundamentais (HALLIDAY e RESNICK, 1983; TIPLER e MOSCA, 2009). São elas:

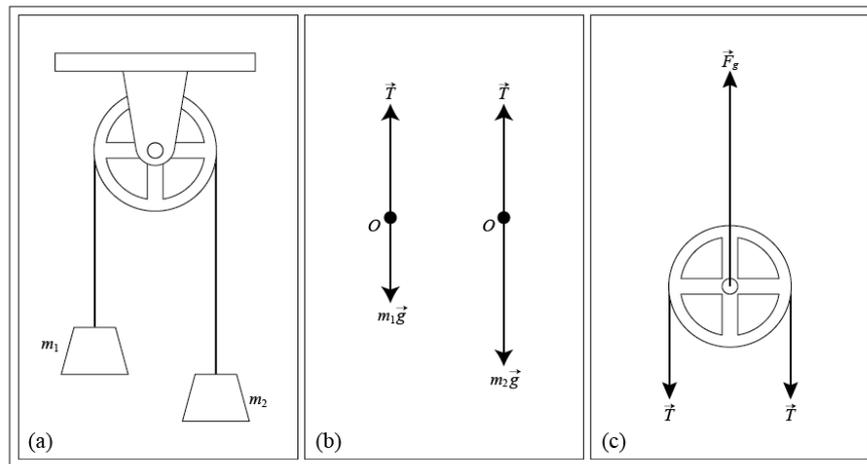
1 – **Interação gravitacional**: A interação de longo alcance entre partículas devida à suas massas. Alguns acreditam que a interação gravitacional envolve a troca de partículas hipotéticas chamadas de grávitons. 2 – **A interação eletromagnética** – a interação de longo alcance entre partículas eletricamente carregadas envolvendo a troca de fótons. 3 – **A interação fraca** – a interação de curtíssimo alcance entre partículas subnucleares que envolve a troca de produção de bósons W e Z. As interações eletromagnéticas e fraca são agora vistas como uma única interação unificada chamada de interação eletrofraca. 4 – **Interação forte** – a interação de curto alcance entre hádrons, estes constituídos de quarks, que mantém unidos prótons e nêutrons formando os núcleos atômicos. Envolve a troca de mésons entre os hádrons, ou de glúons entre os quarks. (TIPLER; MOSCA, 2009, p. 95, grifos nossos).

No movimento de queda livre, a aceleração  $\vec{g}$  é efeito da força gravitacional  $\vec{F}_g$  que a Terra exerce nos corpos. O módulo da força gravitacional sobre o corpo é o seu peso e tem definição:

$$\vec{F}_g = m\vec{g} \quad (26)$$

Uma das aplicações do estudo das forças é o sistema de polias. Esses sistemas são compostos por cordas ou fios intermediados por polias (ALVARENGA; MÁXIMO, 2000). Em uma configuração simples, vista na figura 8(a) formada por dois corpos de massas distintas  $m_1$  e  $m_2$ , unidos por uma corda que passa por uma polia em que se possa desprezar atrito e a sua massa. Na figura 8(b) estão indicadas as forças que agem em  $m_1$  e  $m_2$ , sendo  $\vec{T}$  a força de tensão da corda suposta inextensível.

**Figura 8** - Sistema com polias.



Fonte: elaboração do autor (2022)

Tomando  $m_1 < m_2$ , é positiva a aceleração orientada para cima, de tal modo que  $m_1$  tem aceleração  $\vec{a}$ , enquanto  $m_2$  tem  $-\vec{a}$ . Assim a equação dos movimentos dos corpos  $m_1$  e  $m_2$  são, respectivamente:

$$\vec{T} - m_1\vec{g} = m_1\vec{a}$$

e

$$\vec{T} - m_2\vec{g} = m_2\vec{a}$$

Que combinadas fornecem a aceleração dos corpos e da tensão na corda, nesta ordem:

$$a = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} g \quad (27)$$

e

$$\vec{T} = \frac{2m_1m_2}{m_1 + m_2} g \quad (28)$$

O módulo de T é sempre intermediário ao peso de  $m_1$  e  $m_2$ . No caso em que  $m_1 = m_2$ ,  $\vec{a} = 0$ , e

$$\vec{T} = m_1\vec{g} = m_2\vec{g} \quad (29)$$

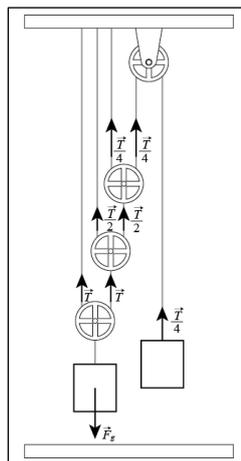
A figura 8(c) esboça as forças impressas na polia.  $\vec{F}_g$  é equivalente à força exercida sobre a polia pelo suporte e  $\vec{T}$  é força exercida por cada segmento de corda na polia. Considerando a polia como uma partícula e que as forças passam pelo seu centro temos, na ausência de movimento translacional da polia:

$$\vec{F}_g = \vec{T} + \vec{T} = 2\vec{T} \quad (30)$$

Na figura 9 vemos um esquema da equação 30. A aplicação do sistema de polias ou roldanas são amplamente aplicadas no cotidiano sendo uma das mais antigas máquinas simples desenvolvidas pelo homem para movimentar verticalmente grandes pesos empregando pequenas forças (MENEZES, 2016).

Salientamos que a análise deste estudo associado considerou e discutiu algumas grandezas da mecânica pertinentes ao produto educacional elaborado. Uma análise realizada da “energia” e do “trabalho” enquanto conceitos unificadores (neste caso o trabalho configurado como transformações e regularidades) demanda um estudo mais aprofundado e que versaria sobre a história da ciência e seria transversal aos ramos da Física como a termodinâmica e eletromagnetismo, por exemplo.

**Figura 9** - Sistema de polias



Fonte: elaboração do autor (2022)

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Tipo, abordagem e objetivos do estudo

O estudo foi realizado através de uma pesquisa de abordagem qualitativa do tipo estudo de caso. De acordo com Lüdke e André (1986, p. 14) uma abordagem qualitativa do estudo “se desenvolve numa situação natural, é rico em dados descritivos, tem plano aberto e flexível e focaliza a realidade de forma complexa e contextualizada”. Dessa forma buscamos confrontar o conhecimento teórico sobre o tema com os dados produzidos ao longo da pesquisa. O estudo de caso apresenta as características:

1 – Os estudos de caso visam à descoberta. 2 – Os estudos de caso enfatizam a ‘interpretação em contexto’. 3 – Os estudos de caso buscam retratar a realidade de forma completa e profunda. 4 – Os estudos de caso usam uma variedade de fontes de informação. 5 – Os estudos de caso revelam experiência vicária e permitem generalizações naturalísticas. 6 – Estudos de caso procuram representar os diferentes e às vezes conflitantes pontos de vista presentes numa situação social. 7 – Os relatos de estudo de caso utilizam uma linguagem e uma forma mais acessível do que os outros relatórios de pesquisa (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 21-23).

No que se refere aos objetivos, esta pesquisa é classificada como exploratória. Para Gil (2002, p.41), o objetivo de uma pesquisa exploratória é de conferir familiaridade do pesquisador com seu problema de estudo, buscando com isso construir hipóteses e tornar o problema explícito.

#### 3.2 Lócus e sujeitos da pesquisa

Desenvolvemos a pesquisa com alunos do Colégio Estadual Grandes Mestres Brasileiros, da rede pública do estado da Bahia. Esta unidade escolar oferece ao público processo de ensino e aprendizagem das três séries do Ensino Médio, Educação de Jovens e Adultos - EJA - Tempo Formativo III<sup>8</sup> e Educação Profissional na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos - PROEJA administração.

A escola está situada à Praça Helena Carmem de Castro Donato, s/n, Bairro Alto dos Bezerras, Matina – BA e dispõe de 05 salas de aula, 01 sala de professores, 01 sala de coordenação, 06 banheiros, 01 cantina, 01 sala de secretaria, 01 sala de direção, 03 salas de

---

<sup>8</sup> Os Tempos Formativos I, II e III são cursos de matrícula anual, nos quais as aulas são presenciais e exigem frequência diária. O currículo é organizado em eixos temáticos, temas geradores e áreas de conhecimento. O curso total é composto de três (03) segmentos distribuídos ao longo de sete (07) anos: O 1º Tempo Formativo (equivale ao 1º segmento da educação fundamental); O 2º Tempo Formativo (equivale ao 2º segmento da educação fundamental); O 3º Tempo Formativo (equivale ao ensino médio).

depósito, 01 laboratório de ciências com 03 salas, 01 quadra poliesportiva sem cobertura, 01 laboratório de informática, 01 biblioteca e 01 sala de vídeo. E no que se refere a materiais instrucionais, a escola dispõe de 08 televisões; 02 *Datashow*, 01 computador de apoio aos professores, 02 computadores para o corpo administrativo, 01 para uso da biblioteca e 01 para auxílio da gestão, além de 02 *notebook*, e impressoras para reprodução e impressão de textos/documentos.

O corpo docente do colégio conta com 16 docentes sendo 10 efetivos de formação em área específica e 06 professores em contrato temporário. O corpo administrativo é formado por 01 secretária escolar, 02 auxiliares administrativos, 01 de apoio e 4 merendeiras.

O transporte dos alunos da área rural é feito em parceria com o município, que é responsável pela educação básica de nível infantil e fundamental. No ensino regular, a disciplina de física dispõe da carga horária semanal de 1 hora aula (cinquenta minutos), na EJA Eixo VII<sup>9</sup>: 4 horas aulas (160 minutos) e na EJA Eixo VI: 01 hora aula (40 minutos).

Implementamos a sequência didática nas segundas e terças-feiras dos meses de março e abril, no turno noturno do ano de 2022 e o público estudantil escolhido foi dos Jovens e Adultos - Eixo de Formação VII. Contamos com uma turma de 27 alunos, não sendo observadas desistências ao longo da aplicação.

O quadro a seguir sistematiza a Sequência Didática em 03 Etapas:

**Quadro 1** - Sistematização da Sequência Didática

<b>ETAPAS</b>	<b>Proposta da etapa</b>	<b>Encontros utilizados</b>	<b>Número de aulas</b>	<b>Tempo didático</b>
Etapa 1	Primeiro Momento Pedagógico	Dia 01, Dia 02, Dia 03	12	480 min
Etapa 2	Segundo Momento Pedagógico	Dia 04, Dia 05, Dia 06	12	480 min
Etapa 3	Terceiro Momento pedagógico	Dia 07	4	160 min
Total		07 dias	28	1020 min

<sup>9</sup> Os Eixos Temáticos de formação configuram a estrutura da proposta curricular articulando diversas áreas do conhecimento. De acordo com a dinâmica expressa no modelo curricular, o Tempo formativo III – Eixo VII possui equivalência ao 3º ano do ensino médio e nele aplica-se na Base Curricular Comum: Ciências da Natureza e Matemática e suas Tecnologias; e na Base Diversificada: Artes e Atividades Laborais.

### 3.3 Instrumentos para a produção de dados

Para a produção dos dados, a pesquisa dispôs dos instrumentos:

- Questionário composto por questões de identificação (idade, sexo, profissão, histórico escolar e local de residência) e sobre o acesso e uso de tecnologia (celulares, computadores e internet em casa ou no trabalho).

- Gravações em áudio dos encontros realizados com os alunos em formato mp4 com auxílio de um *smartphone*.

- Anotações feitas em diário de bordo aula após aula com o registro da participação dos alunos e uma síntese do observado pela professora.

- Fotografias do desenvolvimento das atividades em sala de aula, em especial as atividades laborais dos alunos.

- Registros das respostas dos alunos nas atividades impressas.

Os dados coletados através do questionário foram tabulados e receberam tratamento estatístico descritivo através do *Statistical Package for the Social Sciences – SPSS*, versão 22.2 para *Windows*. Os gráficos foram plotados pelo *Microsoft Excel*.

### 3.4 Descrição da proposta

#### **ETAPA 01**

##### **Dia 01**

O primeiro dia de implementação teve os seguintes objetivos: 1 – Caracterizar a turma; 2 – verificar qual a concepção dos alunos sobre o Rio São Francisco e suas características; 3 – Problematicar a integração do rio São Francisco.

Para tanto, utilizamos os seguintes recursos didáticos:

- 1- slides com imagens e perguntas para orientar as discussões;
- 2- literatura de cordel referente à obra “Peleja de dois poetas sobre a transposição do Rio São Francisco”, dos autores Klévisson Viana e Rouxinol do Rinaré contendo 8 blocos selecionados do cordel original, impressos em formato de livreto e dispostos em cordões pela sala de aula (figura 10 e 11)
- 3- áudio do cordel gravado na voz dos repentistas Sebastião Marinho e Andorinha, disponibilizado pela Tupiniquim *Records*;

- 4- roteiro de discussão do cordel em formato de perguntas para serem projetadas na TV;

**Figura 10** - Cordel utilizado no encontro 01



Fonte: dados da pesquisa (2022)

**Figura 11**- Disposição do cordel pela sala de aula



Fonte: dados da pesquisa (2022)

Iniciamos a aula com a recepção dos alunos seguida de uma conversa com as pautas: como a pesquisa seria realizada, o programa de mestrado que suporta o estudo, qual o cronograma de atividades e como elas seriam realizadas.

Informamos aos alunos sobre a participação e sobre uso de imagem (gravação do áudio da aula e registro fotográfico) através da leitura do Termo de Consentimento Livre Esclarecido – TCLE. Somente após o consentimento em participar e assinatura dos termos a pesquisa foi iniciada. Aplicamos em seguida o questionário para obter características dos estudantes e verificar quais as possibilidades de realizar atividades digitais (com o uso do celular).

Com o auxílio da TV, projetamos imagens de cidades ribeirinhas próximas à Matina. As imagens das cidades de Bom Jesus da Lapa e Carinhanha continham as pontes que ligam as margens do Rio São Francisco na Região (Figuras 12 e 13). Dessa forma, os alunos identificaram o local e participaram da discussão de como o rio está presente na vida de muitas

peças, pois as fotos da ponte Gercino Coelho (Bom Jesus da Lapa) inaugurada em 1990 e da ponte Guimarães Rosa (Carinhanha) inaugurada 2010 ligam a capital do Brasil ao litoral baiano.

**Figura 12** - Ponte Guimarães Rosa - Carinhanha - BA



Fonte: (GUEDES, 2020)

**Figura 13**- Ponte Gercino Coelho - Bom Jesus da Lapa - BA



Fonte: (CBSF, 2018)

Com a finalidade de identificar como os alunos se referiam ao Rio São Francisco e sua transposição, utilizamos o contexto histórico das pontes para abordar as questões referentes à importância do rio para a comunidade, bem como o nível de conhecimento acerca da transposição para eles e para a população brasileira.

Após esta investigação, projetamos na TV as imagens da obra e situação atual dos canais da transposição nos estados de Pernambuco, Paraíba e Ceará (figura 14). Utilizamos o contexto da obra para direcionar o diálogo em torno das questões ambientais relacionadas ao processo da transposição.

**Figura 14** - Canais da transposição do rio São Francisco.



Fonte: (CBHSF, 2018)

**Figura 15** - Construção de adutoras do rio São Francisco.



Fonte: (COMPESA, 2018; EMBASA, 2020)

**Figura 16** - Captação da água para adutora.



Fonte: (COMPESA, 2018; EMBASA, 2020)

Comparamos a construção da Adutora do Algodão com a Adutora de Pernambuco através das imagens (figura 15) que retratam o momento da instalação dos dutos ao longo do percurso, possibilitando identificar semelhança entre os projetos. Em seguida, projetamos imagens do local de captação da água que atende a comunidade (Localidade de Julião – município de Malhada – BA), aproximando as estruturas micro (adutoras) e macro (canais) da transposição e identificando questões técnicas em torno da transposição (figura 16).

Utilizamos a literatura de cordel com a finalidade de mostrar a discussão existente sobre a transposição do rio e que configura a temática como controversa. Para isso, a segunda parte da aula teve início com o convite para que os alunos observassem os livretos que estavam pendurados em um cordão na sala (figura 11). Posteriormente, perguntamos se eles sabiam o que significavam os livrinhos pendurados em um cordão e recomendamos que os livretos fossem retirados e lidos. Para melhorar a dinâmica com a literatura de cordel, comentamos com a turma a existência de uma gravação do áudio do cordel, que foi reproduzido de acordo com a

vontade dos alunos. Após a reprodução do áudio, os alunos anotaram palavras e expressões não compreendidas por eles.

Iniciamos o trabalho com o cordel através da explicação das palavras destacadas pela turma, com a identificação dos personagens e na interpretação dos versos. Com a discussão em torno dos benefícios e prejuízos retratados na literatura, desenvolvemos o diálogo orientado acerca das contradições presentes no discurso da transposição do Rio São Francisco.

**Figura 17 - Leitura do cordel**



Fonte: dados da pesquisa (2022)

Ao final da aula, perguntamos aos alunos se eles saberiam dizer há quanto tempo a cidade é beneficiada pela transposição e qual foi o investimento para a obra. Em seguida discutimos os pontos positivos e negativos no âmbito ambiental. A aula foi finalizada com a identificação da necessidade de ter mais informações sobre a transposição e que este momento aconteceria na aula seguinte.

## **Dia 02**

Buscamos no segundo dia de implementação da SD os objetivos: 1- problematizar a transposição; 2- identificar as contradições presentes na temática.

Para tanto, utilizamos os seguintes recursos didáticos:

1- Material de apoio contendo informações adaptadas de jornais, notícias e estudos sobre a bacia hidrográfica do São Francisco, transposição do rio São Francisco, Adutora do Algodão, pontos positivos e negativos da transposição, impactos ambientais e questões políticas relacionadas à obra. Este material de apoio foi diagramado em formato de jornal e, para incentivar a sua leitura, desenvolvemos um estudo dirigido composto por 10 perguntas sobre a temática.

Figura 18 - Texto informativo em formato de jornal.



Fonte: Dados da pesquisa. (2022)

No segundo dia retomamos parte da sequência do dia anterior (apresentação do projeto, cronograma, orientação do TCLE, questionário e cordel) para os alunos que estavam ausentes, afim de evitar defasagem, enfocando as problematizações do final do primeiro bloco de aulas e refazendo a leitura do cordel. Partindo das mesmas imagens exibidas no dia anterior que remetem à importância do rio para os alunos, iniciamos discussão sobre as possíveis contradições na transposição do Rio São Francisco no escopo das questões socioambientais.

Para aumentar o repertório argumentativo dos alunos, utilizamos o material de apoio (figura 18) em formato de jornal e visando o bom desenvolvimento desta atividade, solicitamos aos alunos que guardassem o aparelho celular, pois não seria necessário fazer pesquisa na internet. Para lidar com a possibilidade de resistência com a leitura do jornal, dividimos a turma em grupos de 4 pessoas e entregamos a eles um estudo dirigido simples, contendo 10 questões gerais sobre os temas contidos no jornal. Finalizamos o encontro com a discussão das questões do estudo dirigido.

Figura 19 - Leitura do jornal



Fonte: dados da pesquisa (2022)

O terceiro encontro teve como objetivos: 1 - identificar o território identidade da Bahia “Velho Chico”, suas características e contrastes sociais; 2 - Manipular aplicativo de *GPS* para localização geográfica, análise de curvas de nível e mensuração de distâncias; 3 - discutir conceitos de física presentes no processo de obtenção de água pela comunidade (retirada da água do poço e no percurso da água na adutora até as casas).

Utilizamos como recursos didáticos nestas aulas:

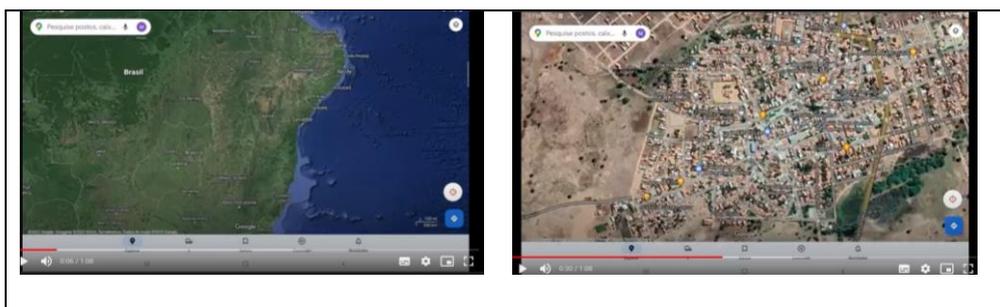
- 1- *slides* com imagens dos territórios identidade da Bahia;
- 2- vídeos gravados com o tablet, do aplicativo google maps; (figura 20)
- 3- roteiro com a atividade “Localiza aí” associada ao uso do aplicativo *Google Maps* para a localização das cidades e mensuração de distância através desse aplicativo.

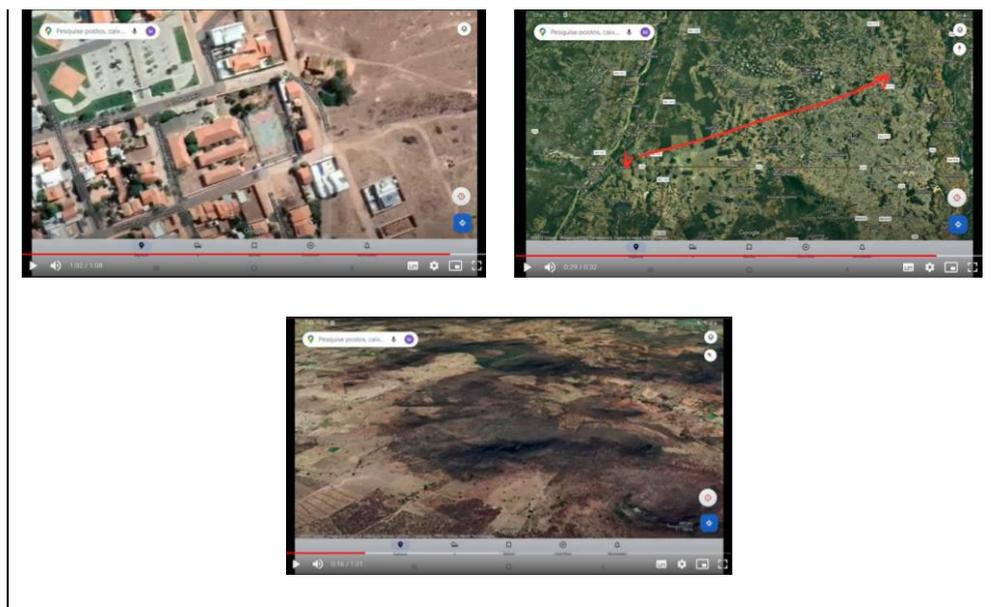
Para favorecer a conexão com o significado do SF e as problematizações voltadas à física, cotejamos situações vivenciadas pelos estudantes com a transposição das águas do SF na cidade de Matina. Retomamos as imagens da Adutora do Algodão e do local onde a água é captada, indagando a localização geográfica das cidades. Dialogamos com os alunos o significado de “território” sobre os territórios-identidade da Bahia e, em especial, sobre o território Velho Chico, onde os alunos estavam inseridos.

Ao longo do diálogo, fornecemos dados históricos sobre a região, os povos e questões atuais de acesso à recursos e desenvolvimento, características econômicas, além da delimitação e localização geográfica.

Na continuidade da discussão sobre território, iniciamos a atividade “Localiza aí”, através da reprodução dos vídeos como “onde estamos?”, que localizava os alunos do o continente até a escola através da gravação do *Google Maps*, e do vídeo “onde está o Rio São Francisco?”, que localizava o rio partindo da cidade de Matina.

**Figura 20** - Vídeos de localização geográfica





Fonte: dados da pesquisa (2022)

Entregamos o roteiro da atividade que orientava inicialmente como atualizar e utilizar a ferramenta. A atividade “Localiza aí” consistia em localizar cidades pelo *GPS*, em especial a cidade onde a água é captada, a calcular a distância entre elas e analisar as condições de relevo. Em seguida, reproduzimos o vídeo da planta da adutora para ilustrar a construção do sistema de distribuição da água e, partindo dessa exibição, questionamos aos alunos sobre a diferença de nível presente na região, enfocando na problematização sobre o significado dos termos “alto” e “baixo”, abrindo espaço para as problematizações voltadas para física, como: “É possível fazer com que a água passe de um lugar mais alto para outro mais baixo?”; “Você poderia descrever quais as transformações que a água sofre ao subir com o balde?”.

Finalizamos a aula com uma breve conversa sobre o que seria abordado nos próximos encontros.

Etapa 02 - Segundo Momento Pedagógico: Organização do conhecimento

#### **Dia 04**

As aulas do dia 04 tiveram os seguintes objetivos: - 1: explorar o significado dos conceitos unificadores; - 2: destacar e aprofundar nas problematizações iniciais os conceitos, grandezas físicas e suas unidades presentes.

Para atingir tais objetivos utilizamos os recursos didáticos:

1 - projeções adaptadas para a turma em formato de *Slide*;

2 - Atividade adaptada do Grupo de Reelaboração Ensino de Física - Adaptado (GREF, 1998, p. 46 e 85).

3 – Leitura dos textos “Força elástica” e “força peso” do livro Quanta Física (KANTOR et al., 2010)

Para viabilizar o tratamento dos conceitos relacionados à Trabalho e Energia por meio de uma abordagem conceitual unificadora, priorizamos a construção de um caminho conceitual que permitisse aos alunos a apropriação dos significados dos conceitos unificadores: transformações, regularidades, energia e escalas.

Inicialmente, discutimos o significado em torno da palavra “transformação” em sua forma mais ampla, haja vista que os alunos demonstraram nos diálogos anteriores dificuldade na compreensão do que uma “transformação” significaria e não utilizaram expressões que pudessem estar relacionadas às transformações que ocorreriam nos fenômenos. Com isso foram observadas e discutidas as transformações no cotidiano, tanto para matéria viva quanto para a não viva.

Com as observações registradas dos alunos nos encontros anteriores estruturamos com o auxílio dos conceitos unificadores o início do segundo momento pedagógico. A organização do conhecimento referente aos conceitos de Força, Campo e Aceleração teve origem no questionamento sobre a influência da diferença de nível no processo da queda d’água, pois o desenvolvimento dos conceitos em torno das regularidades observadas no fenômeno citado (queda ou subida da água, processo de retirada da água do poço com ajuda de um balde) exigiu a identificação dessas grandezas.

Abordamos o conceito de trabalho com a aplicação da proposta adaptada do GREF (1998, p. 85) (material referente ao *Jornal da Light* e discussão sobre o que era o trabalho na física), uma vez que os alunos externaram o significado do conceito de trabalho como um esforço físico ou uma função social remunerada, combinando com a proposta do grupo.

A aula foi finalizada com a discussão de como esses conceitos ajudam a compreender a construção da adutora e também na diferença entre o conceito de trabalho no sentido físico e emprego do termo trabalho no cotidiano. Neste momento também realizamos uma avaliação do processo de ensino-aprendizagem por meio do diálogo com os alunos.

## **Dia 05**

O conjunto de aula número 05 teve como objetivos:

-1: aprofundar os conceitos físicos destacados através da abordagem conceitual unificadora.

-2: manusear o dinamômetro e comparar quais as diferenças observadas no acoplamento de roldanas no sistema.

Para esse fim, utilizamos os recursos didáticos:

-1: *Slides* com ilustrações combinadas com o material impresso.

Atividade de roldanas e os materiais (Roteiro de atividade, roldanas de plástico, dinamômetros, balança, fio de nylon, suportes e pêndulos)

**Figura 21** - Materiais utilizados para atividade com roldanas



Fonte: dados da pesquisa (2022)

A abordagem unificadora feita no encontro anterior trouxe a necessidade do aprofundamento conceitual das grandezas que estavam sendo trabalhadas, exigindo que o segundo momento pedagógico (organização do conhecimento) abrangesse mais um dia de aula. Para tanto, ao serem retomadas as problematizações “*é possível fazer com que a água passe de um lugar mais alto para outro mais baixo?*” e “*e de um lugar mais baixo para outro mais alto?*”, direcionamos o diálogo para os significados dos conceitos de Tempo, Deslocamento,

Velocidade, Aceleração, Força e Campo, presentes nestas problematizações. Também discutimos a diferença entre peso e massa neste contexto, bem como a generalização de força como causa do movimento e aceleração como seu efeito.

Abordamos trabalho e aprofundamos o conceito no sentido físico como trabalho de uma força e aderimos mais características ao conceito (trabalho motor, resistivo e nulo). A definição matemática do trabalho foi rediscutida intuitivamente, sendo possível formalizá-la ao final da aula. Como um aluno compartilhou a utilidade de “carretilhas” (roldanas) na retirada da água do poço como algo que facilitaria o processo, mas encontrou dificuldade de explicar como seria e que se deve a contribuição do equipamento neste tipo de atividade, desenvolvemos a atividade de roldanas.

**Figura 22** - Esquema utilizando as polias



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

A primeira tarefa da atividade de roldanas consistiu em aferir a massa dos pêndulos com a ajuda de uma balança e analisar qual a marcação do dinamômetro. Solicitamos que os alunos refizessem as medições três vezes, calculassem a média e anotassem esses resultados no roteiro recebido.

Para a segunda tarefa da atividade, organizamos os alunos em grupos de 4 alunos. Os arranjos observados na figura 22 foram montados com ajuda dos grupos. Nas situações da figura 23, os alunos observaram e anotaram o que marcava o dinamômetro, comparando-as em seguida. Discutimos com os alunos os resultados da atividade com as roldanas e culminância da aula se deu com a discussão feita com a turma em torno das diferenças entre massa e peso.

**Figura 23** - Desenvolvimento da atividade com roldanas



Fonte: dados da pesquisa (2022)

### **Dia 06**

O sexto encontro teve como objetivo: -1: trabalhar com o conceito de energia, suas características e unidades de medidas usuais.

Para tanto, contou com os recursos didáticos: -1: *slides*; -2: atividade impressa. - 3: Textos “Energia ao longo da história” e “Energia muitas formas e muitos nomes” Quanta Física” (KANTOR et al., 2010).

Partindo dos elementos conceituais obtidos na discussão das palavras “transformações” e “regularidades”, aprofundamos o significado destes conceitos unificadores com a finalidade de efetivar o resgate da problematização do processo de retirada da água do poço, com enfoque na questão: “*Você poderia descrever quais as transformações que a água sofre ao subir com o balde?*”. Finalizamos a apresentação da energia com a projeção de imagens que ilustravam o emprego de “energia” no contexto científico, retratando a complexidade deste conceito.

Dialogamos com os alunos a identificação das regularidades presentes nas transformações e o formalismo físico do conceito foi abordado de forma mais elaborada para diferenciar as situações cotidianas em que o termo energia é utilizada fora da física. Contudo, já no escopo da física, discutimos com os alunos as formas cinética e potencial gravitacional de energia, trazendo suas peculiaridades e unidades de medida usuais.

Partindo da problematização: “- *É a mesma transformação que sofre ao descer?*”, discutimos a energia como algo que altera grandezas no sistema e, posteriormente, sua relação com o conceito de trabalho, entrelaçando a conversão de energia como algo que dialoga com as transformações e regularidades.

Projetamos novamente para a turma os vídeos da região que ilustraram a diferença de nível nos pontos onde a adutora foi construída. A atividade consistia em analisar as conversões de energia, o trabalho utilizado e a função das máquinas instaladas nos conjuntos motor-bomba

para a correção de nível ao longo do trajeto observado nos vídeos. Em seguida, abordamos as características da Energia cinética e Energia potencial gravitacional, suas definições e unidades de medida, bem como a relação entre trabalho e energia cinética.

O sexto dia de implementação foi concluído com uma atividade final sobre energia. A atividade referida exigiu dos alunos a identificação do tipo de energia em situações do cotidiano diferentes da problematização, a realização do cálculo, a discussão de problemas teóricos e análise de situações onde existem a conversão de energia.

### Etapa 03 – Terceiro Momento Pedagógico: Aplicação do conhecimento

#### **Dia 07**

O último dia de aula teve como objetivos: -1: os conceitos adquiridos em novas situações; -2: debater as questões socioambientais em torno da transposição do São Francisco utilizando com os conceitos trabalhados. Para a aula utilizamos os recursos didáticos:

-1: slides;

-2: atividades “Nordeste enfrenta a maior sequência de anos com seca extrema já registrada” e “De onde vem a crise hídrica que seca a bacia do rio São Francisco” selecionadas do encarte disponível no apêndice A da dissertação de Braga (2019).

-3: texto “porque a transposição do Rio São Francisco é tão polêmica<sup>10</sup>”.

O sétimo encontro se refere à implementação do terceiro momento pedagógico e iniciamos a aula com a retomada as problematizações iniciais. Realizamos esta atividade com auxílio de imagens relacionadas às questões do acesso à água (retirada da água do poço e das imagens da adutora/transposição). Contudo, discutimos as problematizações com o auxílio dos conceitos abordados e das unidades de medida próprias para as grandezas envolvidas ao longo da implementação da SD. Em paralelo à essa retomada das problematizações, dialogamos com os alunos as implicações da técnica nas questões territoriais, políticas e ambientais em torno do acesso à água.

A continuação do terceiro momento pedagógico teve como objeto central de estudo o princípio da conservação de energia. Para tanto projetamos novamente imagens da bacia do São Francisco e especificamos no mapa os municípios de Paulo Afonso e Sobradinho. Em seguida

---

<sup>10</sup> Disponível em <https://super.abril.com.br/ideias/por-que-a-transposicao-do-rio-sao-francisco-e-tao-polemica/>

discutimos a importância do Rio São Francisco nos locais ocasionada pelas Usinas Hidrelétricas de Paulo Afonso e Sobradinho.

Partindo das imagens destas hidrelétricas e dos conceitos desenvolvidos com os alunos, estabelecemos a relação entre energia, a diferença de nível existente entre as turbinas e a água do SF. Como atividade, foram as atividades “Nordeste enfrenta a maior sequência de anos com seca extrema já registrada” e “De onde vem a crise hídrica que seca a bacia do rio São Francisco”.

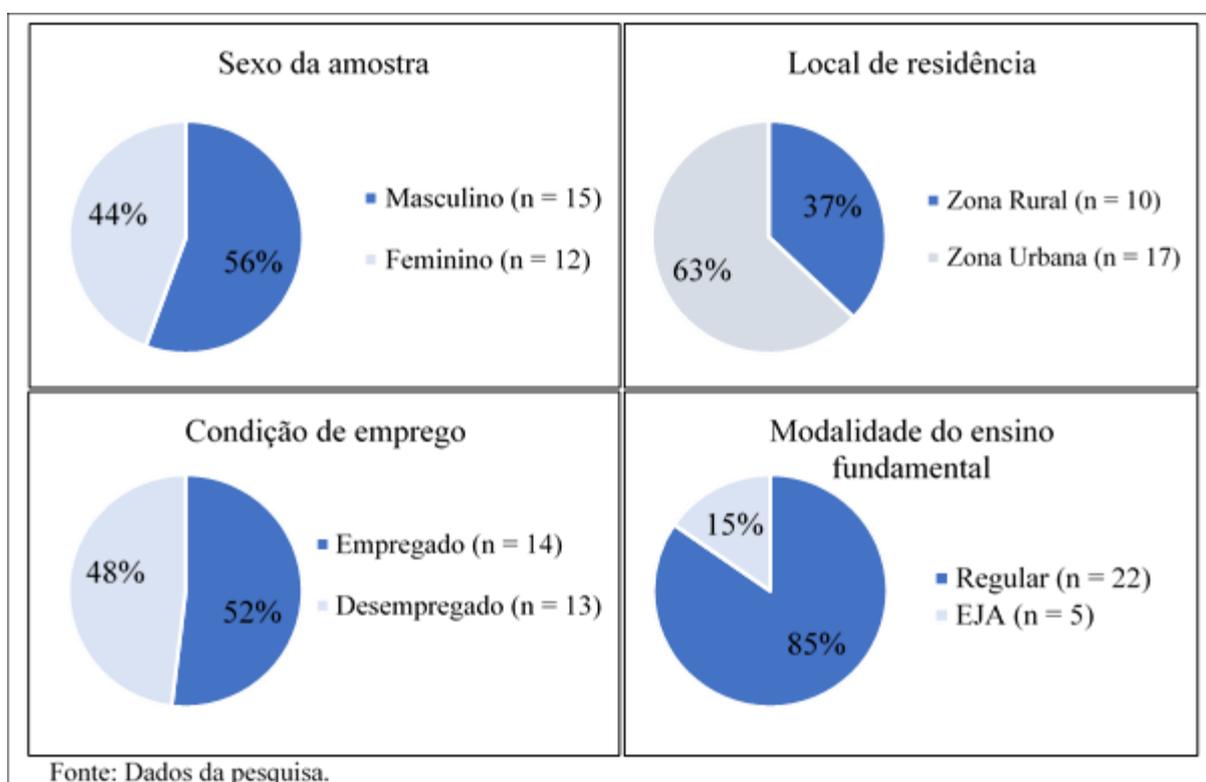
Após a aplicação deste material, os alunos fizeram a leitura do texto “porque a transposição do Rio São Francisco é tão polêmica”. Propomos em seguida um debate sobre a temática. Para encerrar a implementação da SD os alunos avaliaram por meio de diálogo, tanto sobre a SD quanto ao próprio aprendizado.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo apresentaremos os resultados e discussões referentes às atividades desenvolvidas por meio da proposta didática desta pesquisa. Os resultados referem-se à análise dos dados contidos nas gravações em áudio, diário de bordo e atividades impressas respondidas pelos alunos. Iniciaremos informando algumas características sociodemográficas dos estudantes e posteriormente discutiremos o potencial da sequência didática sobre a distribuição da água na comunidade onde a escola está inserida. Tomaremos por base os conceitos do espaço social de Milton Santos e consideraremos a perspectiva do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade, através de uma abordagem unificadora dos conteúdos articulados metodologicamente pelo caminho dialógico-problematizador dos Três Momentos Pedagógicos para a Educação de Jovens e Adultos. Diante da complexidade de todos os pensamentos, nos pautaremos pela interface teórica que cada uma delas oferece para a compreensão da realidade de maneira crítica para o ensino de Física.

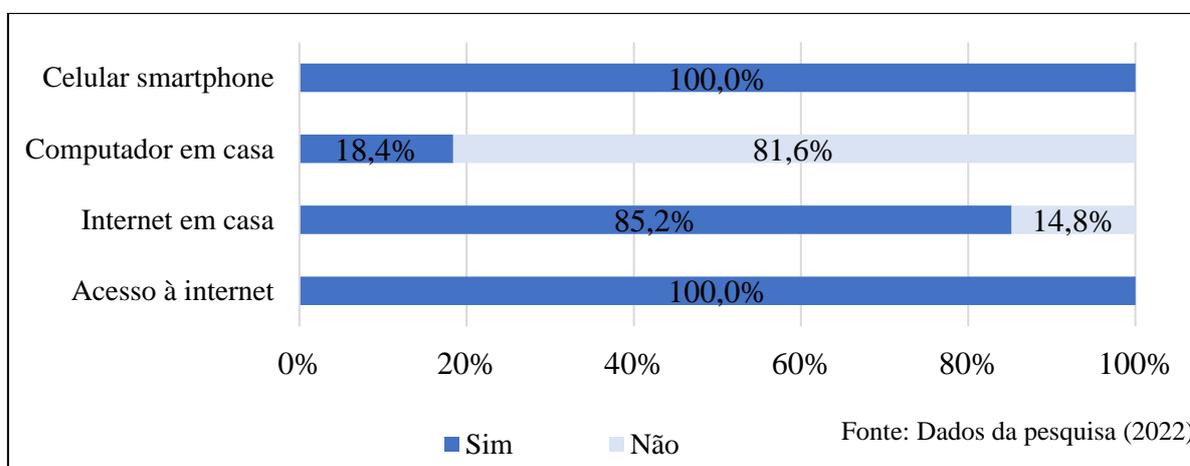
Algumas informações sobre o grupo de alunos que participaram da pesquisa estão contidas na figura 24 a seguir.

**Figura 24** – Características dos alunos da EJA VII



Identificamos nestes alunos a predominância do sexo masculino 15 (55,6%), residência na área urbana da cidade de Matina 17 (62,9%), situação de trabalho como empregados 14 (51,9%) e frequentaram o ensino fundamental na modalidade regular em 22 (81,6%), como mostra a figura 24. No que se refere à idade, trata-se de uma turma composta em sua maioria por jovens, uma vez que a turma apresentou média de 22,51 ( $\pm 6,77$ ) anos, sendo a maioria dos estudantes com 19 anos. Diferentes dessa característica, frequentaram apenas 3 estudantes com idades de 39, 40 e 42 anos. A seguir temos a figura 25 que condensa as informações referentes ao uso de aparelhos eletrônicos de informação e ao acesso à internet:

**Figura 25** - Informações sobre acesso à internet e aparelhos telefone e computador



Com auxílio da figura 25, observamos que todos os alunos tinham um aparelho celular smartphone e apenas 18,4% aparelho computador. Sobre o acesso à internet, em algum momento do dia todos acessavam a rede, mas 85,2% faziam o acesso do recurso instalado em casa.

Neste momento, discutiremos os resultados da proposta de ensino acerca dos conceitos “trabalho”, “energia” para o ensino de Física na EJA, evidenciados por meio do registro das principais constatações no diálogo com os estudantes a respeito da distribuição de água na cidade de Matina através da Adutora do Algodão. Refletimos sobre os objetivos da prática educacional e os caminhos utilizados que respondem às questões da pesquisa.

Consideramos que esta pesquisa suporta a ideia de que a Transposição do Rio São Francisco é um tópico que se ajusta aos problemas tratados no viés Ciência Tecnologia e Sociedade, da mesma forma que considera o ensino dos conceitos físicos Trabalho e Energia como necessários para compreensão e discussão do tema, contribuindo para formação cidadã e participativa dos estudantes.

No ano de 2010, a Assembleia Geral das Nações Unidas reconheceu a importância da água potável e do saneamento como direito humano essencial para desfrutar a vida e os demais direitos humanos (UN, 2003). Discutir o acesso à água no ambiente de ensino de ciências, levando em consideração não somente a técnica aplicada no manejo, mas os desdobramentos políticos, sociais e ambientais presentes na temática, caminha de acordo com propostas pedagógicas desenvolvidas sob o viés CTS.

Em uma análise dos pressupostos teóricos da abordagem CTS no contexto da educação brasileira, Santos e Mortimer (2000) discutem que diante de um mundo controlado pela ciência e tecnologia, as propostas educacionais CTS no ensino médio buscam desempenhar uma alfabetização tecnológica e científica cidadã que possibilite ao estudante a construção de valores e conhecimentos essenciais para o seu posicionamento e atuação em pautas sociais influenciadas pela ciência e tecnologia.

No que diz respeito à educação para a cidadania, Santos e Schnetzler (1998) investigaram como poderia o ensino de ciências influenciar a formação cidadã, visando a promoção da participação e da aptidão para tomada de decisão. Para os autores, este tipo de currículo é construído a partir de temas sociais que tomam por base características da ciência, tecnologia e sociedade. Dessa forma o tripé composto por “direitos”, “deveres” e “participação do indivíduo na sociedade”, estabelece o ensino de ciências como potencial na formação cidadã ao passo que leva em consideração a vida comunitária dos alunos. Em síntese, o educar para a cidadania exige a formação para que o sujeito venha a participar democraticamente da sociedade, gozando de seus direitos e se responsabilizando pelos seus deveres (SANTOS e SCHENETZLER, 1998).

Para a comunidade de Matina, o acesso ao recurso se configura como um problema ainda mais complexo. A água que atende à cidade é originada do Rio São Francisco e ao ser mediada pela Adutora do algodão, teve a finalidade de amenizar os problemas causados pelos longos períodos de estiagem que se refletiam no desenvolvimento local. Entretanto, realidades contrastantes são notadas quando parte da comunidade não é atendida pela obra.

O quadro a seguir destaca o início do diálogo entre a professora e os estudantes sobre o significado do Rio São Francisco:

**Quadro 2** - Transcrição do diálogo da professora com os estudantes (gravados em áudio durante as aulas)

Professora: Para vocês o que é o Rio São Francisco? Estudante 1: “uma fonte de abastecimento”. Estudante 2: “é o Velho Chico. Um rio grande”.
---

Professora: E qual a importância do rio para você?

Estudante 1: “a importância do rio é a água”

Estudante 2: “se não fosse o rio nós ia morrer de sede”

Estudante 3: “a água que abastece a gente aqui é de lá”

Estudante 4: “O rio é importante porque é a água que a gente bebe”

Professora: Como era obtida a água antes de ser a do São Francisco?

Estudante 4: “A água vinha de caminhão pipa ou então era da chuva. A água da chuva ficava nos açudes e secava rápido.”

Estudante 2: “antigamente não tinha coisa de água boa e limpa não ... água de poço não era boa. É salgada.”

Professora: Todos os alunos recebem a água do Rio São Francisco :

Estudante 4: “Só chega aqui na cidade”

Estudante 5: “Lá na roça não chega não”

Professora: Como a água chega até vocês atualmente?

Estudante 6: “água vem de caminhão pipa”

Estudante 4: “a água vem da embasa”

Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Através do diálogo contido no quadro 2, constatamos que a problemática do acesso à água está relacionada ao significado e importância que os estudantes atribuem ao Rio São Francisco, demonstrando a presença do tema na vida cotidiana. A relevância social do tema foi reafirmada nas falas dos alunos que expressavam as mudanças em suas vidas causadas pela chegada da água, sobretudo na fala do estudante 5, residente no campo, que revela desigualdade em torno da distribuição do recurso na comunidade.

Auler e Delizoicov (2011) discutem sobre o que norteia a formulação dos problemas da ciência que serão investigados e versam a partir disso sobre a presença da intencionalidade do “lugar geográfico”, “sujeitos” e “objeto do conhecimento” no processo em que ocorre a produção da ciência e tecnologia. Para os pesquisadores, existe uma demanda para C&T que não está alinhada aos modelos determinados pela Ciência. Nesse sentido, quando os parâmetros de escolha dos problemas buscam atender contextos e conflitos em um certo “espaço e tempo” como tema significativo e historicamente situado, com contradições sociais gerais observadas em expressões locais, originam demandas que apresentam a característica “espaço-temporal”.

No que se refere à temporalidade do espaço, Santos (1977, p. 1) afirma:

Se a Geografia deseja interpretar o espaço humano como o fato histórico que ele é, somente a história da sociedade mundial, aliada à da sociedade local, pode servir como fundamento à compreensão da realidade espacial e permitir a sua transformação a

serviço do homem. Pois a História não se escreve fora do espaço e não há sociedade a-espacial. O espaço, ele mesmo, é social (SANTOS, 1977, p.1)

Desta forma, diante da concordância do tema com o espaço geográfico e momento histórico, a transposição do Rio São Francisco é caracterizada como demanda para C&T originada no espaço social. Por outro lado, ao passo que encontramos sinais de identificação do tema como relevante para os alunos, as transcrições das falas evidenciaram uma possível ausência de conhecimento sobre o que seria “Transposição do Rio São Francisco”, visto que nenhum aluno participou do diálogo.

Observamos no diálogo indícios de compreensão limitada sobre a realidade concreta a respeito da distribuição desigual da água no município, como mostra o quadro 3. Em “Pedagogia do Oprimido”, Paulo Freire (1987) nos presenteia com a concepção das “situações-limites” que se traduzem como o entendimento sobre a realidade que, uma vez aprendidas pelos homens como barreiras intransponíveis, funcionam como empecilhos para sua libertação. Tais situações são consequências de um conjunto de injustiças históricas que promovem violência daqueles que oprimem. Entretanto, para o autor, “não são as “situações-limites”, em si mesmas, geradoras de um clima de desesperança, mas a percepção que os homens tenham delas num dado momento histórico, como um freio a eles, como algo que eles não podem ultrapassar.” (FREIRE, 1987, p. 58)

Na pedagogia libertadora proposta por Freire (1987) exige-se uma constante luta para a humanização e neste contexto, a desumanização é tida como um fato concreto da história, embora não seja o único futuro possível. A humanização é alcançada através da superação das “situações-limites” por meio do processo de conscientização que insira criticamente os oprimidos na realidade concreta para que nela atuem e a transformem. Tal transformação parte, portanto, da mudança na concepção de que a realidade concreta de opressão não pode ser superada para a concepção de que é algo que os limita e que é passível de transformação.

**Quadro 3** - Transcrição do diálogo da professora com os estudantes (gravados em áudio durante as aulas)

<p>Professora: Quais foram as mudanças na vida após a chegada da água do SF?  Estudante 4: “mudou o sofrimento de ter que empurrar carrinho de mão, professora .... era ruim demais buscar água com carrinho de mão perto do posto”  Estudante 3: “agora pode tomar banho todo dia”  Estudante 2: “a gente não fica mais tanto doente por causa da água”  Estudante 5: “mas não chega água pra nós”  Estudante 6: “lá na roça a água é da chuva. Então não mudou nada”  Professora: Uma pessoa só usa água para cozinhar, tomar banho e em outras coisas em casa?</p>
---

Estudantes 3: “não, professora”  
 Estudantes 2: “molhar as plantas”  
 Estudantes 4: “dar água para os bichos”

Professora: Alguém na cidade ou conhece alguém próximo à cidade que utilizou a água para plantar ou criar animais?

Estudante 4: “ninguém não. Aqui na cidade ninguém faz isso não. Só na roça”

Estudante 6: “não chega água pra nós fazer isso, porque nós é da roça”

Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Este diálogo mostra que os estudantes da área rural desconhecem os limites político-econômicos que a realidade os impõe. De forma fatalista, a fala do Estudante 6 considera a condição de residência no campo como uma barreira imposta a eles no desenvolvimento socioeconômico e cultural, pois sugere que residir na zona rural do município é o motivo que impossibilita o acesso à água via Adutora do Algodão.

Para Delizoicov e Auler (2006) a perspectiva de que na realidade existe um limite estagnante é consequência de construções históricas sociais, onde a superação exige pensar a Ciência e Tecnologia como não-neutras. Para que isso ocorra, é fundamental um olhar crítico sobre as decisões tecnocráticas, bem como sobre a noção redentora ou salvacionista referida à Ciência & Tecnologia e o determinismo tecnológico.

Através da ideia de que o olhar crítico sobre as questões C&T tem potencial para a transformação do mundo contemporâneo, os autores destacam elementos comuns entre os pressupostos de Paulo Freire para a libertação e a perspectiva do movimento CTS: A leitura crítica da realidade, proposta pelo educador, requer uma compreensão crítica sobre as interações CTS, visto que a evolução da dinâmica social está vinculada ao desenvolvimento científico-tecnológico, implicando em não-neutralidade, como propõe o movimento.

Projetamos as imagens de canais da Integração do Rio São Francisco em Pernambuco, Ceará e Paraíba (figura 14 e 15 da página 71) e a comparação construção e captação das adutoras. Ao problematizar a transposição do rio São Francisco com o auxílio de fotos dos Eixos Leste e Oeste, observamos pelas falas espontâneas dos alunos: “Estudante 8: *só tem areia e cimento*” e “Estudante 4: *tem só um pouquinho de mato*” a percepção de degradação ambiental nos canais.

Ao longo da projeção das imagens que comparavam a Adutora do Agreste (Pernambuco) e Adutora Varjota (Ceará) com a Adutora do Algodão, percebemos nas falas dos estudantes: “Estudante 4: *Então é assim que a água chega até nós?*” e “Estudante 8: *É igual aqui... Vem de longe então*”, a compreensão de que a água que têm acesso é mediada por uma

adutora e que este tipo de sistema faz parte de um projeto de âmbito nacional. Além disso, constatamos com a fala “Estudante 8: *isso aí é dentro do rio ... os peixes não vão embora nesses canos não?*” o questionamento sobre o prejuízo à fauna local.

Desta forma, inferimos que a problematização da transposição do rio São Francisco com o uso de imagens viabilizou a percepção dos estudantes de que, além do acesso à água, a construção e funcionamento da transposição do rio apresenta danos ambientais.

Na interpretação do texto do cordel “Peleja de dois poetas sobre a transposição do Rio São Francisco” (VIANA, 2006), observamos indícios de que os estudantes se identificaram com a história, pois compararam o local onde vivem com o agreste descrito pelos cordelistas. Em falas dos estudantes como: “Estudante 8: *eles querem água, mas um concordava e o outro não concordava. Igual nós aqui falando hoje*”, notamos o autorreconhecimento no debate acerca da transposição contido no cordel, reafirmando que este tipo de recurso didático aplicado na problematização apresenta relevância social e validade cultural (SANTOS, 2021)

Além disso, verificamos que versos como “Nosso destino é incerto/E disso tenho certeza/ Que mesmo próximo do rio/ Vê-se flagrante pobreza/ Pois quem vive em suas margens/ Também falta pão à mesa” foram potenciais para a problematização no âmbito social, pois sustentou a ideia de que somente o acesso à água não garante o desenvolvimento social. Este, por outro lado, depende do acesso a outras perspectivas de interesse da sociedade, como educação, saúde e trabalho, por exemplo. Nesse sentido foram abordados os interesses da sociedade atrelados ao desenvolvimento humano, mediados pela tecnologia e suportados por políticas públicas.

No livro “Valores e atividade científica 2”, Lacey (2010) ilustra a relação entre ciência e ética por meio da contradição presente na agroecologia e o cultivo de transgênicos sob a influência dos valores sociais. Na visão do autor, fatores associados aos riscos de plantar e comercializar espécies transgênicas, por exemplo, são discutidos de maneira diferente de acordo com a adoção de valores (comerciais ou não) vigentes. A manifestação desses valores na sociedade responde ao enaltecimento da implementação de novas tecnologias, onde o impacto social é relativizado pela valorização dos benefícios e os impactos negativos são avaliados sem prioridade. Este é um comportamento social observado mundialmente e é suportado por instituições políticas e econômicas dominantes. Para o autor, a superação dessa influência ocorre através do desenvolvimento de políticas públicas determinadas por representações de sociedade e cientistas que discutem o tema.

No âmbito educacional, Santos e Auler (2019) apontam para uma carência nos objetivos das propostas de ensino: a discussão sobre a participação em questões decisórias que envolvem

o desenvolvimento de políticas públicas para C&T. Para tanto, sugerem confrontar o pensamento conformista que caracteriza C&T como neutra através da problematização dos modelos decisórios tecnocráticos que podem fragilizar o surgimento da cultura de participação.

Nesse contexto, Strieder (2012) afirma que a participação ocorre efetivamente na atuação das políticas públicas, no pensar dos seus objetivos, formas para conquistá-los e meios de conter sua aplicação. Este pensamento revela que existem problemas na atualidade que necessitam mais do que o desenvolvimento da ciência para serem elucidados, requerendo mais esferas políticas participando das decisões sobre CT. Portanto, uma proposta de ensino com compromisso social é aquela que busca desenvolver a participação social em uma camada mais crítica, que corresponde às esferas públicas. Neste viés, os sujeitos estarão comprometidos politicamente com seus futuros, compreendendo e responsabilizando-se com os perigos.

No âmbito tecnológico, partindo dos versos “Disso estamos cientes/ E o projeto do momento/ Prever revitalizar/ Com o reflorestamento/ Contra a erosão do solo/ Que causa assoreamento”, retomamos o diálogo sobre a construção dos canais e dutos, estabelecendo relação entre os impactos ambientais causados pela técnica utilizada em razão do desenvolvimento social, mostrando que existem custos em aplicações tecnológicas deste porte. Durante o diálogo os estudantes citaram as cidades vizinhas que fazem a exploração de minério de ferro e urânio, contribuindo para a discussão dos aspectos negativos que o desenvolvimento tecnológico pode causar.

Através da interpretação do cordel e o contexto tecnológico utilizado para construir uma adutora, apontamos a presença da ciência e tecnologia no cotidiano. Assim foi possível dialogar sobre C&T em outros segmentos da sociedade, bem como fatores que influenciam e são influenciáveis pela produção dos aparatos tecnológicos. Entretanto, a atividade do cordel não foi eficiente para discutir a limitação da construção da ciência e de suas relações com a sociedade, por não conter informações que problematizem discussões neste sentido.

Strieder e Kawamura (2017) sistematizaram propostas metodológicas pautadas no movimento CTS que revelam a carência na investigação de sentidos novos para a tecnologia e política científica no Brasil. Tais propostas discutem que é necessário superar a perspectiva de que a racionalidade científica e suas conclusões são incontestáveis, bem como o aumento C&T implicará em um bem-estar social garantido. No pensamento das autoras, isso ocorre devido à atribuição da qualidade de ser racional à ciência, embora haja na construção da própria ciência diferentes racionalidades. Esse entendimento, conseqüentemente, faz com que a ciência não garanta o “progresso” ou “certezas”, pois a racionalidade científica é empregada como instrumento decisório nos valores que configuram o “progresso”. Diante da complexidade da

realidade social, é observada a insuficiência da ciência na compreensão e resolução de problemas, e para garantir decisões sociais mais abrangentes e que envolvam outros valores.

Com o jornal (recurso didático), os educandos tiveram acesso a informações adaptadas de noticiários e estudos sobre a transposição do rio São Francisco. O uso deste recurso didático contribuiu para o aumento do repertório argumentativo dos estudantes na discussão geral do tema, viabilizando o pensamento crítico. No diálogo do quadro 4 observamos que alunos residentes na área rural externaram um novo entendimento sobre o acesso à água pela Adutora do Algodão.

**Quadro 4** - Transcrição do diálogo dos estudantes (gravados em áudio durante as aulas)

Professora: Quem são os maiores beneficiados com a água?

Estudante 2: “os fazendeiros”

Estudante 3: “os agropecuários”

Estudante 6: “o povo que tem dinheiro”

Professora: Mas como que a água chega até vocês?

Estudante 4: “a adutora”

Professora: Sim. A construção das adutoras passa por algumas cidades e vai para outros lugares. Vocês acham que seria difícil levar água para todas as localidades?

Estudante 6: “se chegou até aqui, pode ir pra lá ... eles é que não quer”

Professora: Então não chega nas localidades porque é zona rural ou porque a adutora não foi construída para chegar até lá?

Estudante 4: “acho que nós ia tudo morrer de sede se dependesse deles”

Estudante 6: “não vai água pra nós porque eles não querem ... lá não tem agropecuária... não tem plantação...”

Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Os estudantes demonstraram compreender que a água do Rio São Francisco não chega em suas casas pela ausência de políticas públicas que priorizem água para todos e o interesse econômico na distribuição. Este diálogo sustenta o pensamento de que abordar o tema levando em consideração os âmbitos técnicos, políticos e sociais, possibilita um olhar crítico sobre a realidade (AULER; DELIZOICOV, 2006).

Na atividade realizada com o aplicativo de visualização e mensuração de mapas, os alunos se familiarizaram com as características geográficas da região e entenderam com facilidade que as linhas marrons, nas imagens de relevo indicavam diferença de nível, conforme mostra o quadro 5.

**Quadro 5** - Transcrição do diálogo dos estudantes (gravados em áudio durante as aulas)

Professora: O que indicam as linhas marrons nos vídeos?

Estudante 9: “é morro”

Estudante 8: “Subida e descida”

Professora: As subidas e descidas da superfície são um problema para a tubulação? Porque?

Estudante 9: “é mais difícil para a água”

Estudante 3: “dá mais trabalho”

Estudante 5: “Tem que usar máquinas ... uma bomba”

Conversa entre os alunos sobre a água passar por subidas e descidas e o projeto da adutora:

Estudante 6: “mas tem morro em tudo, era a adutora tava indo pra outro lugar”

Estudante 4: “a gente ainda deu sorte ... Indo pra Guanambi”

Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Após a exibição da planta da adutora e a comparação com os vídeos, os alunos demonstraram entender que a implementação dos dutos fica prejudicada com o relevo, sendo necessário o emprego de máquinas em algum ponto para fazer a água chegar na cidade. Ao mesmo tempo, observamos nas falas o entendimento de que o fator limitante para a água chegar a todos é a ausência da instalação dos dutos para este fim.

Iniciamos as problematizações voltadas para a física por meio das características presentes na construção da adutora. Neste momento consideramos como fundamental o emprego de conceitos de física para a continuidade e aprofundamento da discussão acerca das implicações da transposição do Rio São Francisco considerando a relevância social, o emprego da técnica e as consequências ambientais.

Na Problematização Inicial desenvolvida em torno do significado do Rio São Francisco, destacamos a relevância deste tema na vida dos estudantes e a presença de conceitos de física na técnica necessários para ampliar o entendimento do processo da construção e distribuição da água na comunidade. Entendemos que o conhecimento das informações técnicas e dos conceitos científicos, especialmente os de física, possibilitaram uma compreensão crítica da realidade, pois contribuiu para analisar a influência de fatores sociais no desenvolvimento tecnológico, favorecendo participação em decisões políticas.

Em “Educação como Prática para Liberdade”, Paulo Freire (1967) aponta que a libertação se deriva da conscientização crítica do homem sobre o próprio contexto. Além disso, toma-se como imprescindível o reconhecimento dos homens como produtores de cultura e

pertencentes a ela. Através da conscientização crítica sobre a realidade, o homem será mais democrático e terá responsabilidades sociais e atuações políticas.

Este pensamento freiriano busca enfrentar a postura de uma escola que privilegia a memorização de fatos desvinculados da realidade e que, por consequência, promove uma consciência ingênua do mundo na qual, nas palavras do autor, “é próprio desta consciência o **fatalismo**, que leva ao cruzamento dos braços, à impossibilidade de fazer algo diante do poder dos fatos, sob os quais fica vencido o homem” (FREIRE, 1967, p. 105 grifo nosso). O caminho para superar a percepção ingênua da realidade é o diálogo constante com o outro sobre situações concretas, no qual homens discutem os problemas do seu espaço e tempo, efetivando seu direito à participação, mediado por uma mudança de atitude.

Nesse sentido, Freire (1967) destaca a potencialidade do debate ativo e participativo sobre situações existenciais e desafiadoras, como método para criticizar o homem. Por outro lado, no que tange a complexidade das situações existenciais:

O homem, contudo, não capta o dado da realidade, o fenômeno, a situação problemática pura. Na captação, juntamente com o problema, com o fenômeno, capta também seus nexos causais. Apreende a causalidade. A compreensão resultante da captação será tão mais crítica quanto seja feita a apreensão da causalidade autêntica (FREIRE, 1967, p. 104).

Em concordância, Menezes (1980) salienta que o trabalho com situações reais abrange fatores históricos e sociais. Estes devem ser discutidos, pensados e aprendidos pelos estudantes, pois contribuem para compreender a realidade dos sistemas sociais de forma crítica. No entanto, discute o autor, na maioria das vezes os currículos não abordam como os valores políticos e econômicos são distribuídos e aplicados na sociedade. Inadequadamente, pois a construção da ciência “não está “na natureza”, mas sim é um produto humano que descreve (e não raro determina) sua relação com a natureza” (MENEZES, 1980. p 96), sendo influenciada pela economia, cultura e política.

No que se refere à física, Menezes (1980) defende que a escolha da temática a ser investigada deve ser balizada também pela sua presença no contexto dos estudantes e pela relevância de propriedades físicas para compreensão do fenômeno ou evento contidos no tema. O autor propõe que a abordagem tenha início no que é familiar para o aluno, contribuindo para sua participação ativa por meio do diálogo. Neste momento, questões “não físicas” como valores políticos e sociais, por exemplo, podem surgir. E enfatiza que o aprendizado desses aspectos é tão importante quanto questões “físicas”, pois somente em conjunto expressam a

complexidade da realidade. Contudo, o autor não desvaloriza o conhecimento específico de física:

Explicação ou generalização teórica, abstrações e modelos e generalizações teóricas, aprendidas em seguida, serão também úteis, permitindo ligar fatos diferentes e aumentar o poder analítico do estudante. Estes devem, contudo, ser aprendidos quando o momento está maduro para tal, ou seja, quando o estudante sente necessidade. (MENEZES, 1980. p 96)

Investigamos estes conceitos por meio dos registros dos diálogos estabelecidos ao longo das problematizações e entendemos que tratar os fenômenos presentes no cotidiano de forma não fragmentada atribuiu maior significado à discussão e propiciou maior participação dos alunos. Buscamos na construção da adutora e no acesso à água do poço com ajuda de um balde, ambas situações vivenciadas pelos estudantes, explorar conceitos relacionados a Trabalho e Energia. Essa aproximação favoreceu o compartilhamento das experiências dos estudantes, já que os alunos conseguiam falar sobre o que vivenciam relacionado à temática. Em problemas como Professora: *“é possível fazer com que a água passe de um lugar mais alto para outro mais baixo?”*, registramos respostas dos estudantes *Estudante 7: “Na cachoeira ... é normal”, Estudante 5: “Não precisa fazer nada ... é só deixar a água que ela desce ... de onde ela vem já vem com pressão mesmo”*. Contrapondo com outro questionamento levantado: Professora: *“é possível fazer com quem a água passe de um lugar mais baixo para um mais alto?”* onde encontramos respostas como *Estudante 3: “É possível também... com encanação”, “Coloca uma bomba ... Tem que ter energia na bomba também” e Estudante 6: “Uma lata também... Com água”*.

Em questionamentos como: Professora: *“uma pessoa ao tirar água de um poço com ajuda de um balde e uma corda, realiza trabalho?”*, registramos em falas espontâneas a concepção do conceito “trabalho” como sendo um esforço físico, passível de remuneração e ligado direta ou indiretamente com a sobrevivência. Embora os estudantes entendessem máquina como o Estudante 9: *“equipamento que facilita a vida e associam a motor e a intenção de ajudar nas atividades humanas”*, se referiram ao trabalho realizado por uma máquina como a substituição do esforço humano e até mesmo na diferença financeira, o que reforça a complexidade da discussão conceitual de trabalho no sentido físico.

É encontrada na literatura uma alta quantidade de produções que versam sobre as dificuldades conceituais sobre “trabalho” e, por interrelação, “energia” (KRAUSE; SCHEID, 2018). Isso se justifica pelo trajeto histórico-conceitual que esses conceitos percorrem ao longo da evolução da ciência (BUCUSSI, 2007). Entende-se que é comum a associação do conceito

de “trabalho” à “esforço físico”, devido a influência da vida cotidiana, sendo esta associação observada frequentemente em livros didáticos que introduzem o tema (SILVA, 2012). Por outro lado, a diferenciação entre o conceito científico e o do cotidiano, de acordo com Doménech et al. (2003), deve ser ponderada:

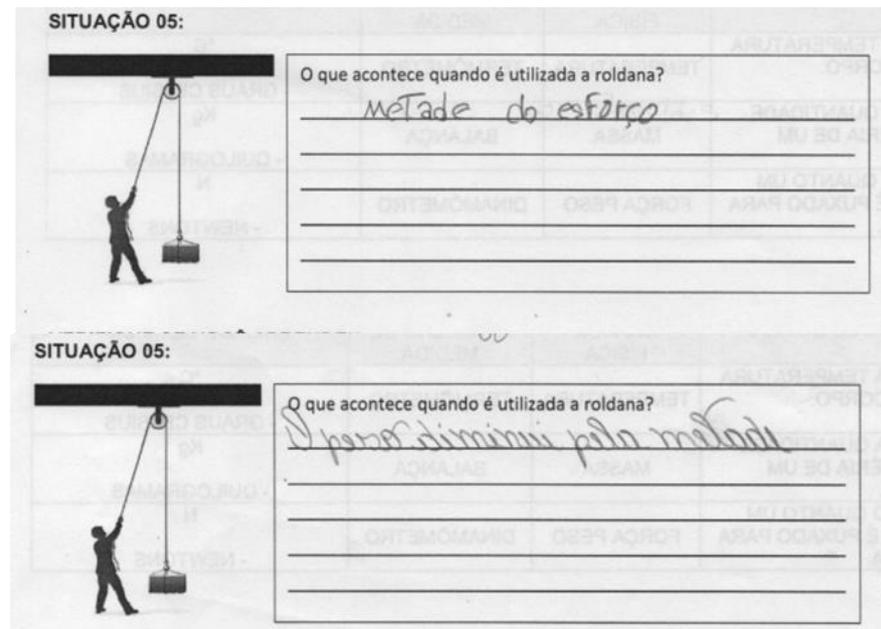
Consideramos, portanto, essencial nos determos ao significado desses conceitos, sem nos limitarmos a uma gestão puramente operacional. Não podemos, por exemplo, definir o trabalho apenas como “o produto escalar da força pelo deslocamento”, ainda, para que não haja dúvidas sobre a opção operativa adotada, de que “o conceito físico de trabalho nada tem a ver com seu significado na vida cotidiana”. Insistimos mais uma vez que, agindo assim, favorece-se uma visão dogmática da ciência, nos antípodas de sua verdadeira natureza tentativa: os conceitos são invenções, por via de hipóteses, baseadas em considerações qualitativas e que podem sofrer retoques ou modificações posteriormente remodelações profundas. (DOMÉNECH et al., 2003, p. 196 tradução nossa)

Assim como “trabalho”, o conceito de “peso” também apresentou concepção diversa do definido pela física. Para os estudantes “peso” possuía significado equivalente à marcação de uma balança e expresso em unidades de massa.

A investigação dos fenômenos físicos não fragmentada promoveu a identificação de situações não previstas como as roldanas chamada de “carretilha” por um estudante. Na discussão sobre o trabalho realizado para retirar água do poço, notamos o relato espontâneo: Estudante 8: *“Fica mais fácil com carretilha, porque puxar direto a água do poço dá muito trabalho... Ai cê coloca a carretilha e fica mais fácil ... Dez vezes mais leve”*. Entretanto não aprofundamos o diálogo sobre o emprego das roldanas, pois esbarramos nas limitações do aluno para explicar como esse tipo de equipamento funcionava e em que outras situações cotidianas poderiam ser utilizadas.

A figura 26 mostra as respostas de dois estudantes após a atividade prática com polias. Por meio das imagens, observamos que um estudante utilizou o termo “esforço” para se referir à “força” e o outro o conceito de Peso. Entretanto, ambos os estudantes compreenderam que o arranjo com a polia reduz o equivalente da intensidade da força peso pela metade.

**Figura 26** - Respostas dos alunos na atividade de roldanas.



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Entendemos que esta abordagem proporcionou eleger temas pertinentes para serem ensinados, pois estão presentes no cotidiano dos estudantes e diretamente ligados às demandas sociais, como o acesso à água, mas que a compreensão está limitada no campo científico. Ao mesmo tempo, faz com que o aluno veja as relações entre os conceitos nos fenômenos, sendo favorecido pela observação da repetição na ocorrência dos fenômenos, o que pode ser identificado como “regularidade” nas situações problematizadas. “Regularidades” nesta perspectiva são compreendidas como um conjunto que “categoriza e agrupa as transformações mediante regras, semelhanças, ciclos abertos ou fechados, repetições e/ou conservação no espaço e tempo.” (ANGOTTI, 1993, p. 195)

Nos registros do primeiro momento pedagógico, observamos que os alunos não utilizavam verbalmente palavras que transmitissem a ideia de “transformação”, “regularidade”, “energia” ou “escala”. Para tanto, discutimos o significado amplo destes conceitos unificadores e posteriormente seus significados no âmbito da física. Essa ampliação vocabular com enfoque nos conceitos unificadores contribuiu para o aumento na participação verbal dos alunos sobre as problematizações e entendemos que não conhecer o significado das palavras limita a abordagem conceitual unificadora.

Observamos um forte impacto da abordagem não fragmentada na organização do conhecimento. Visto que a “Organização do Conhecimento” deriva da estrutura dos Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011), e que nas

palavras de Delizoicov (2001) nesta parte do trabalho “os conhecimentos selecionados como necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são sistematicamente estudados neste momento sob a orientação do professor” (DELIZOICOV 2001, p. 13), assumimos, para tanto, com a intenção de balizar a seleção dos conteúdos para que se reduzam as fragmentações, apoia-se nos conceitos unificadores, pois estes:

[...] têm potencial para estreitar vínculos entre “cientistas, professores e currículo”, para que se estabeleça diálogos com estudantes e crianças. Mais ainda, que os “conteúdos” sejam definidos por temas significativos de amplo alcance e que os conceitos unificadores sejam sistematicamente utilizados para que as transferências e as desejadas apreensões ocorram, e daí o conhecimento em Ciências Naturais possa vir a ser instrumento real de exercício de qualquer profissão ou atividade da cidadania. (ANGOTTI, 1993, p. 22)

Os estudantes investigaram quais transformações estavam presentes nas problematizações iniciais e observamos em frases espontâneas como Estudante 4: “*eu peguei muita água no poço ... nunca vi transformação de nada... é transformação do que, professora?*”, caminho suficiente para discutir os fenômenos e conceitos físicos presentes nas situações levantadas. O diálogo originado neste questionamento permitiu eleger quais conceitos físicos seriam necessários para a compreensão dos fenômenos relacionados à obtenção de água.

Em consequência, categorizamos com o diálogo com os alunos aquelas transformações que alterariam ou não a matéria e, desta forma, pudesse ser classificada como transformações físicas ou químicas. Posteriormente foram observadas as regularidades nas transformações, chegando ao entendimento da presença desses conceitos em processos do cotidiano e, especificamente, as regularidades em transformações nos fenômenos físicos. A identificação de um fenômeno físico através das regularidades observadas em transformações presentes possibilitou a discussão sobre grandezas físicas. Este caminho também é observado nas atividades propostas pelo livro “Física” (ANGOTTI; DELIZOICOV, 1990), desenvolvido por meio dos 3MP e que tem em seus pressupostos os conceitos unificadores. Como exemplo, citamos o estudo da eletricidade articulada com a compreensão da distribuição de energia, partindo da produção de uma usina hidrelétrica contida em texto introdutório e culmina na discussão de grandezas físicas elétricas (MUENCHEN; DELIZOIVOC, 2014). A importância dessa abordagem para o processo de ensino-aprendizagem, segundo os PCN+:

A Física tem uma maneira própria de lidar com o mundo, que se expressa não só através da forma como representa, descreve e escreve o real, mas, sobretudo na busca de regularidades, na conceituação e quantificação das grandezas, na investigação dos fenômenos, no tipo de síntese que promove. Aprender essa maneira de lidar com o mundo envolve competências e habilidades específicas relacionadas à compreensão e investigação em Física. (BRASIL, 1999, p. 23)

Uma das limitações sobre o significado de energia observada nas falas dos alunos é a associação frequente com eletricidade. Segundo Figueira (2010), por meio das experiências dos indivíduos com seu mundo são produzidas concepções que buscam explicar os fenômenos do cotidiano. Essas concepções são identificadas pela maneira simplificada de abordar e descrever os fenômenos e recebem na literatura nomenclaturas como “ideias intuitivas” (Driver, 1986) e “concepções alternativas” (Santos, 1998).

Por esse motivo, assim como discutimos “transformações” e “regularidades”, exploramos o significado do conceito unificador “energia” de forma mais abrangente e posteriormente de forma restrita na física, juntamente com o significado da palavra “potencial”. Para os alunos os conceitos de energia potencial se referem à ideia “poder fazer alguma coisa”, quando mencionado que estava relacionado à altura, um aluno disse “então pode cair”. Projetamos novamente para a turma os vídeos da localização geográfica que ilustraram a diferença de nível nos pontos onde a adutora foi construída na região. A atividade consistia em analisar as conversões de energia, o trabalho utilizado, função das máquinas instaladas nos conjuntos motor-bomba para a correção de nível e a compreensão do sistema de referência.

No questionamento feito por um estudante: Estudante 8: “*mas a transformação aí da queda da água não mudou a água*”, dialogamos sobre quais as transformações seriam possíveis e através de falas como Estudante 4: “*é água de beber igual era antes*” e Estudante 8: “*ela é a mesma substância*”, trabalhamos com a energia e conversões retomando as transformações físicas e químicas.

Com essa abordagem ampla foi possível identificar as características da Energia cinética e Energia potencial gravitacional, suas definições e unidades de medida. Dessa mesma forma, formalizamos matematicamente a relação entre trabalho e energia cinética.

Os alunos passaram a identificar e caracterizar melhor as forças nos problemas, entretanto o conceito de trabalho seguiu como um esforço físico o que dificultou a caracterização do trabalho motor, resistente e nulo. Segundo um aluno Estudante 7 “*uma pessoa que tem trabalho nulo então não faz nada*”. Embora encontramos essas contradições levantadas pelos estudantes, a discussão acerca da conservação da energia ocorreu sem dificuldades.

A Organização do Conhecimento referente aos conceitos de força, campo e aceleração teve origem no questionamento sobre a influência da diferença de nível no processo da queda d’água, pois o desenvolvimento dos conceitos em torno das regularidades observadas no fenômeno citado (queda ou subida da água) exigiu a identificação dessas grandezas.

Para retomar à concepção de trabalho no sentido físico foi necessário a conceituação de grandezas como o tempo, a massa, o deslocamento, velocidade, aceleração, força e campo, reforçando a necessidade da abordagem conceitual mais detalhada dessas grandezas. O desenvolvimento destes conceitos se deu através de analogias com situações reais cotidianas, com o auxílio de recursos como imagens, levando em consideração as características da turma e suas limitações teóricas.

Encontramos maior resistência no desenvolvimento do conceito unificador “escalas”, visto que o domínio da matemática deste grupo de alunos foi um fator limitante em toda discussão sobre dimensões e escalas das grandezas.

A atividade de roldanas foi proposta após um aluno externar a aplicação dessa ferramenta nas situações problematizadas. A atividade contribuiu para o melhor entendimento de forças. Ao longo do desenvolvimento da atividade, os alunos relacionaram força a algo que puxa ou empurra objetos, entenderam que corpos são “puxados” para baixo sob ação de uma força, mas essa discussão foi dificultada com o emprego da palavra “peso”, entendida como “massa”.

Desenvolvemos o momento Aplicação do Conhecimento por meio da análise de dois textos. Observamos na discussão que o conceito unificador mais empregado na análise foi “energia”. Os alunos utilizaram a conversão de energia para discutir os argumentos do texto “Porque a transposição do Rio São Francisco é tão polêmica” (REVISTA ABRIL, 2016). Discutimos os fatores técnicos do texto de Braga (2019): “De onde vem a crise hídrica que seca a bacia do rio São Francisco” e “Nordeste enfrenta a maior sequência de anos com seca extrema já registrada”. Utilizando os conceitos unificadores energia, regularidades e transformações. O conceito unificador Escalas foi o menos empregado para dimensionar a abrangência da transposição.

Entendemos que abordagem conceitual unificadora contribuiu para uma visão geral da física no cotidiano, uma vez que revela a interligação entre conceitos rompendo com sua fragmentação nos fenômenos. Tanto a visão geral da ciência, quanto a interligação dos conceitos foram fundamentais para que os estudantes externassem situações relacionadas à problematização inicial e diferente da proposta, mostrando como o tema é relevante. Além disso, a abordagem facilitou a identificação de fenômenos e grandezas nas situações problematizadas, fornecendo um caminho conceitual por meio de analogias, sendo mais relevante que tratar conceitos em fenômenos deslocados, para o público de jovens e adultos na educação.

Como limitações, a abordagem promove a identificação de uma alta variabilidade de conceitos, o que dificulta o aprofundamento de conhecimentos basilares, sobretudo quanto aos obstáculos epistemológicos que surgem constantemente ao longo das problematizações. Ao considerar relevante o que o aluno relata de experiência e que demanda de conhecimento físico que não possui para explicar, o programa pode exceder a proposta inicial, por não ser um conjunto rígido de conteúdo. Dada a complexidade do tema “Transposição do Rio São Francisco” para a comunidade escolar, a sua abordagem feita em uma única disciplina pode ser considerada um dos fatores limitantes.

Entendemos que nesta temática há a necessidade de uma ação transformadora, aqui já discutida, pela presença de elementos suportados pelo viés CTS juntamente com a pedagogia de Paulo Freire (Delizoicov e Auler, 2006). Dentre os pontos que articulam a perspectiva CTS e o pensamento do educador no contexto educacional, explorados por Nascimento e Linsingen (2006), chamamos a atenção para “a perspectiva interdisciplinar do trabalho pedagógico (...)” (NASCIMENTO; LINSINGEN, 2006, p 97). Para os autores, as propostas pautadas nesses dois pensamentos teriam potencial significativamente maior se seus temas fossem abordados de maneira incorporada e coerente a outras áreas do conhecimento. Contudo, restringir o tratamento de temas relacionados à ciência e tecnologia somente às disciplinas das ciências naturais, pode promover um problema aos alunos, pois a análise de “(...) temas sociais marcados pela dimensão científico-tecnológica, unicamente a partir do ângulo das ciências naturais, poderão construir a compreensão de que tal campo é suficiente para compreender e buscar soluções para problemas sociais” (AULER, 2007, p. 7).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A complexidade do espaço social proposta pelo geógrafo Milton Santos (1926 – 2001) nos deu condições para refletir sobre essa temática e sua contradição social. Problematizar o acesso a água por meio das categorias externas e internas do espaço social miltoniano forneceu um olhar crítico reflexivo sobre fatores políticos e sociais na comunidade de Matina. Entender o espaço social como uma construção história e humana, onde a técnica, ideologia e heranças influenciam à dinâmica social, possibilitou problematizar com os estudantes o seu contexto e refletir sobre como ocorre a distribuição de água na comunidade.

O desenvolvimento da proposta de ensino de física para a EJA em um contexto socioambiental foi amparado pelos pressupostos CTS. Compreendemos que diante das modificações causadas pelo homem por meio da Ciência e Tecnologia, torna-se imprescindível olhar o par C&T como não-neutros. O pensamento CTS nos forneceu elementos para discutir que C&T é social, isto é, fruto de ações humanas e voltadas para o próprio desenvolvimento humano e assim problematizar o acesso à água. Dessa forma, partindo de uma análise crítica da sociedade de classes em torno da distribuição desigual de recursos e produtos, discutimos os sujeitos da EJA como inseridos no contexto socioambiental e capazes de compreender fatores científicos e tecnológicos necessários para a participação dos eventos que envolvem e produzem C&T.

Consideramos o caminho dialógico e problematizador como essencial pra o desenvolvimento da nossa proposta de ensino. A dinâmica inicial dos Três Momentos Pedagógicos proporcionou ouvir os estudantes sobre a história do acesso à água na comunidade, sendo possível dialogar sobre as questões compartilhadas por eles, aproximando a turma e a professora do tema. Dessa forma entendemos que a mediação pedagógica estabelecida por esta pesquisa organiza os Três Momentos Pedagógicos traduz como algo além de uma simples proposta metodológica. Os 3MP contribuíram para desenvolver um tema cuja relevância foi se reafirmando ao longo das problematizações. Além disso, permitiu relacionar de maneira constante e contextualizada o conteúdo de física do programa proposto pela pesquisa sem afastá-lo do tema problematizado. Essa é uma contribuição valiosa para a EJA, pois esse público compartilha vivências que necessitam ser consideradas no ambiente de ensino e partindo da proposta dos 3MP, conseguimos direcionar o processo de ensino aprendizagem neste caminho.

Nas problematizações, utilizamos recursos didáticos como jornal, vídeos, mapas, imagens e o cordel. Estes recursos foram potenciais para promover a identificação dos alunos com as problematizações. Destacamos o resgate da identidade cultural do cordel que, dentre as

possibilidades de discutir a contradição no tema da transposição, contribuiu para valorização da cultura nordestina.

Destacamos como o resultado mais relevante desta pesquisa o desvelamento da realidade por parte dos estudantes do campo sobre a realidade do acesso à água que chega pela adutora. Discutir o funcionamento e construção deste aparato tecnológico de forma dialógica problematizadora, levou à compreensão de que a água não chega em todos os pontos por uma questão de viabilidade, partindo de políticas públicas, em contraponto à ideia de que moradores do campo não recebem água por serem do campo. Para percepção crítica da realidade, foi necessário abordar conceitos de Trabalho e Energia e concluímos por meio do diálogo com os alunos que a causa da distribuição desigual da água não é uma questão científica e tecnológica, mas histórica, social e política. Organizar esses conhecimentos de maneira fluida e necessária para posteriormente rediscuti-los em outras situações, conforme a proposta dos 3MP, tem contribuição significativa para o público da EJA e de um ensino voltado para questões da sua realidade.

Diante da preocupação que esta pesquisa teve de realizar uma prática pedagógica voltada para o estudante inserido em seu contexto, a seleção dos conteúdos de física que formaram o programa de ensino não poderia, por coerência de ideias, acontecer de maneira abstrata, solta ou meramente recortada. Acreditamos como contribuição principal dos conceitos unificadores nessa problemática social para a EJA o segundo momento pedagógico: Organização do Conhecimento. Para desenvolver as problematizações no que se refere à exigência de conceitos científicos para elucidar o que vinha sendo questionado e debatido pelos estudantes, a escolha dos conceitos necessitava amparar o evento e seu contexto. A abordagem unificadora para física permitiu que a ideia desta pesquisa não se perdesse ao longo do trabalho com os conteúdos conceituais. Embora refletimos previamente quais conceitos seriam valiosos para o entendimento da distribuição da água entre o campo e a cidade, através da construção e funcionamento da adutora, a seleção aconteceu nas problematizações ao longo das aulas, pois identificamos mais eventos e fenômenos, além de outros conceitos pertinentes.

Como exemplo de estudos associados ao programa inicial que foi definido ao longo da prática foi a aplicação da Polia. Durante a problematização da retirada da água do poço, um dos estudantes compartilhou sua memória sobre esta máquina simples, com isso abordamos no programa, extrapolando o planejamento das aulas. Argumentamos que se o ensino for voltado para o aluno, o programa de ensino, não pode ser rígido ou fechado e que, ao considerar uma abordagem unificadora dos conteúdos de física de forma contextualizada, existe a possibilidade de alterar o planejamento.

É possível desenvolver uma prática pedagógica em que pressupostos teóricos do Espaço Social dialogue harmonicamente com o viés Ciência, Tecnologia e Sociedade. E o seu desenvolvimento tem contribuição complementar quando é abordado unificadamente os conceitos de física ao longo de problematizações, organizadas pelos momentos pedagógicos. Salientamos, contudo, que esses pressupostos oferecem um aparato teórico muito mais rico do que o abordado nesta pesquisa; nos restringimos aqui com um diálogo na interface em que cada teoria converge com a outra.

Destacamos que o Ensino de Física, especificamente os conceitos de Trabalho e Energia, foi essencial para a compreensão do evento contido na temática. Corroborando com a ideia de que o Ensino de Física contribui para compreensão crítico reflexiva da realidade. Os obstáculos epistemológicos foram evidenciados, mas o tempo de aplicação foi insuficiente para evoluir as formas de explicação dos eventos, mesmo assim, foi possível discutir socialmente a problemática.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE JR, Durval Muniz. **Falas de Astúcia e Angústia: A seca no imaginário Nordeste – De problema a solução (1877 – 1922)**. 1988. Dissertação (Programa de mestrado em História) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1988.
- ALMEIDA, Adriana de. CORSO, Angela Maria. **Educação de jovens e adultos: interfaces política, histórica e pedagógica**. UNICENTRO, Paraná. 2014. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/651254>. Acesso em: 02 de fev. 2023.
- ALMEIDA, Vagner Santos Dantas de; OLIVEIRA, Manoel Alves de. Abastecimento de água na cidade de Caetité entre 2012 e 2016: influência de aspectos naturais e implantação da adutora do algodão. **GEOPAUTA**, Vitória da Conquista, v. 3, n. 1, p. 47-60, 2019. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5743/574362568004/574362568004.pdf>. Acesso em: 22 de abr. 2022.
- ALVARENGA, Beatriz e MÁXIMO, Antônio. **Curso de Física**, volume 1. Ed. Scipione, 2000.
- ANGOTTI, J. A. P. Conceitos unificadores e ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 15, n. 1-4, p. 191 – 198, 1993. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol15a20.pdf>. Acesso em: 22 de mar. 2022.
- ARAÚJO, Abelardo Bento; SILVA, Maria Aparecida da. Ciência, tecnologia e sociedade: trabalho e educação: possibilidades de integração no currículo da educação profissional tecnológica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 14, p. 99-112, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/dqq6HYJTdnXhyQCwKfKxvGd/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 20 de mar. 2022.
- ARAÚJO, Diorge Darlon Batista. **Como Funciona um Motor Elétrico e um dínamo de bicicleta? equipamentos geradores no ensino de física**. 2020. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2020. Disponível em: <http://www2.uesb.br/ppg/mnpef/wp-content/uploads/2020/05/Disserta%C3%A7%C3%A3o-vers%C3%A3o-aprovada-pela-banca-Diorge-Darlon-14-05-20.pdf>. Acesso em: 20 de mar. 2022.
- AULER, Décio. Enfoque Ciências- Tecnologia-Sociedade: Pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2007.
- BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 314 p.
- BAHIA. Secretaria de Desenvolvimento Rural. **Território de Identidade, Velho Chico: perfil sintético**. Bahia, 2015). Disponível em: [http://www.portalsdr.ba.gov.br/intranetsdr/model\\_territorio/Arquivos\\_pdf/Perfil\\_Velho%20Chico.pdf](http://www.portalsdr.ba.gov.br/intranetsdr/model_territorio/Arquivos_pdf/Perfil_Velho%20Chico.pdf).
- BARREIROS, Débora. Base Nacional Comum Curricular (BNCC): sujeitos, movimentos e ações Políticas. **In: 38ª Reunião Nacional da ANPED – 01 a 05 de outubro de 2017, UFMA, 2017**. Disponível em:

[http://anais.anped.org.br/sites/default/files/arquivos/trabalho\\_38anped\\_2017\\_GT12\\_227.pdf](http://anais.anped.org.br/sites/default/files/arquivos/trabalho_38anped_2017_GT12_227.pdf). Acesso em: 22 de mar. 2022.

BRAGA, G. R. **A Teoria da Flexibilidade Cognitiva como estruturantes dos Três Momentos Pedagógicos: contribuições ao ensino de Física na Educação de Jovens e Adultos**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Programa de Pós-Graduação em Ensino, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista. Disponível em: [http://www2.uesb.br/ppg/ppgen/wp-content/uploads/2019/07/GRACIELYROCHABRAGA\\_DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_VE\\_RS%C3%83O-FINAL.pdf](http://www2.uesb.br/ppg/ppgen/wp-content/uploads/2019/07/GRACIELYROCHABRAGA_DISSERTA%C3%87%C3%83O_VE_RS%C3%83O-FINAL.pdf). Acesso em: 22 de mar. 2022.

BRASIL. A Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2021.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico. PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

BRASIL. RESOLUÇÃO CNE/CEB Nº 1, DE 5 DE JULHO DE 2000. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação de Jovens e Adultos. Brasília, 2000.

BRESOLIN, Karine Rita. **Projetos Temáticos: Ensino de Física na Educação de Jovens Adultos (EJA)**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/128180>. Acesso em: 20 de mar. 2022.

BUCUSSI, Alessandro A. Introdução ao conceito de energia. **Textos de Apoio ao Professor de Física**, Rio Grande do Sul. v.17 n.2, 2006.

CARNEIRO, Ulisses dos Santos. **O Funcionamento Básico de Uma Usina Hidrelétrica, baseado na abordagem CTs, como intervenção ao Ensino De Física na EJA**. 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Amazonas e Instituto Federal de Educação, Manaus, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ifam.edu.br/jspui/handle/4321/443>. Acesso em: 03 de abr. 2022.

CORREIA, Jornandes Jesus; LIMA, Ludiane Silva; MAGALHÃES, Livia Diana Rocha. Obstáculos Epistemológicos e o Conceito de Calor. **Sitientibus Série Ciências Físicas**, v. 04, p 1-10, 2008

COSTA, Renato Pontes; Duarte Filho, José Elesbão. Paulo Freire e a alfabetização de jovens e adultos: uma perspectiva sobre o analfabetismo na contramão do preconceito contra o analfabeto. **RevistAleph**, Niterói, n. 38, fevereiro, 2022. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/revistaleph/article/view/51561/31238>. Acesso em: 15 de ago. 2022.

CRUZ, Claudete Robalos da. **Paulo Freire e Milton Santos: Fundamentos para uma Pedagogia do Espaço**. 2014. 174 pg. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014. Disponível em:

[https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFPL\\_53c4a6b70525bc7beb99d06a958c58b7](https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFPL_53c4a6b70525bc7beb99d06a958c58b7). Acesso em: 20 de mar. 2022.

DATHEIN, Ricardo. Inovação e Revoluções Industriais: uma apresentação das mudanças tecnológicas determinantes nos séculos XVIII e XIX. **Publicações DECON Textos Didáticos**, Porto Alegre, v. 2, p. 2003, 2003. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/napead/projetos/descobrimdo-historia-arquitetura/docs/revolucao.pdf>. Acesso em: 22 de abr. 2022.

DELIZOICOV, D. Problemas e Problematizações. In: PIETROCOLA, M. (org.). Ensino de Física – **conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed.da UFSC, 2001.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 5 ed. São Paulo: Cortez, 2018.

DELIZOICOV, Demétrio; AULER, Décio. Ciência, tecnologia e formação social do espaço: questões sobre a não-neutralidade. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, Florianópolis, v. 4, n. 2, p. 247-273, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37690>. Acesso em: 20 de mar. 2022.

DOMÉNECH, Josep Lluís; GIL-PÉREZ, Daniel; GRAS-MARTI, Albert; GUIASOLA, Jenaro. La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para um replanteamiento global. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.20, n.3: p. 285-311, dez. 2003.

DRIVER, R. Psicologia cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. **Enseñanza de las Ciencias**, University of Leeds. England, v. 4, n.1, p. 3-15, 1986.

ESPÍNDOLA, K.; MOREIRA, M. A. **A estratégia dos projetos didáticos no ensino de Física na educação de jovens e adultos (EJA)**. Textos de Apoio ao Professor de Física. 2006. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, v.17, n.2, 62p., 2006. Disponível em: [https://www.if.ufrgs.br/tapf/v17n2\\_Espindola\\_Moreira.pdf](https://www.if.ufrgs.br/tapf/v17n2_Espindola_Moreira.pdf). Acesso em: 20 de mar. 2022.

FIGUEIRA, Angela Carine Moura. **Investigando as concepções dos estudantes do ensino fundamental ao superior sobre ácidos e bases**. 2010. Dissertação (Programa de pós-graduação em educação em ciências: Química da vida e da saúde) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

FIGUEREDO, Geneci Libarino. **Levantamento bibliográfico sobre TDIC no ensino ciências na EJA: o conectivismo na perspectiva dialógico-problematizadora**. 2021. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2021.

FONSECA, Kamilla Nunes et al. Milton Santos e Paulo Freire na educação em Ciências: a forma-conteúdo expressa no tema gerador. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto

Alegre, v. 23, n. 2, p. 331-351, 2018. Disponível em:  
<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/1026>. Acesso em: 22 de abr. 2022.

FOUREZ, Gerard. **A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências**. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.

FREIRE, Paulo. **Conscientização**. São Paulo: Cortez e Moraes, 1979

FREIRE, Paulo. **Educação Como Prática da Liberdade**. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra LTDA, 1967.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 71. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2019.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUIMARÃES JR, João Abner. Reforma hídrica do Nordeste como alternativa à transposição do rio São Francisco. **Cadernos do CEAS: Revista crítica de humanidades**, Salvador, n. 227, p. 80-88, 2016. Disponível em:  
<https://cadernosdoceas.ucsal.br/index.php/cadernosdoceas/article/view/135>. Acesso em: 22 de abr. 2022.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 4;

HENKES, Silvana L. A política, o direito e o desenvolvimento: um estudo sobre a transposição do Rio São Francisco. **Revista Direito GV**, São Paulo, v. 10, p. 497-534, 2014. Disponível em:  
<https://www.scielo.br/j/rdgv/a/T7yQr3DX7CSLhzb6FgSvByb/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 22 de abr. 2022.

HOBSBAWM, Eric. **A era das revoluções: 1789-1848**. Editora Paz e Terra, 2000.

JOSÉ, Wagner Duarte et al. ENEM, temas estruturadores e conceitos unificadores no ensino de Física. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 16, n. 3, p. 171-188, 2014. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/pdf/epec/v16n3/1983-2117-epec-16-03-00171.pdf>. Acesso em: 22 de mar. 2022.

JOSÉ, Wagner Duarte; ANGOTTI, José André Peres; BASTOS, Fábio da Purificação de. Ensino de Física por meio de questões do PISA associadas a Temas Estruturadores e Conceitos Unificadores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 2, p. 333-354, 2016. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5634644>. Acesso em: 22 de mar. 2022.

KANTOR, Carlos A.; et al. **Quanta física**. São Paulo: Editora PD, 2010

KAWAMURA, Maria Regina Dubeux; HOSOUKE, Yassuko. A contribuição da Física para um novo Ensino Médio. **Física na Escola**, [on-line], v. 4, n. 2, p. 22-27, 2003. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/354401721/A-Contribuicao-Da-Fisica-Para-Um-Novo-Ensino-Medio>. Acesso em: 22 de mar. 2022.

KRAUSE, João Carlos; SCHEID, Neusa Maria John. Concepções alternativas sobre conceitos básicos de física de estudantes ingressantes em curso superior da área tecnológica: um estudo comparativo. **Revista Espaço pedagógico**. v. 25, n. 2, Passo Fundo, p. 227-240, maio/ago. 2018.

KRELLING, Lígia Marcelino et al. **A educação de jovens e adultos e o ensino de ciências naturais: contribuições da utilização dos conceitos unificadores**. 2015. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1632>. Acesso em: 22 de mar. 2022.

LIMA, Maria Ida. **Alfabetização Científica no Contexto da Educação de Jovens e Adultos: uma sequência didática Com Temas Geradores e os Três Momentos Pedagógicos**. 2019. Produção Técnica Educacional (Mestrado em Ensino) - Universidade Estadual do Norte do Paraná – Campus Cornélio Procópio, Cornélio Procópio, 2019. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/432989?mode=full>. Acesso em: 20 de mar. 2022.

LINO, Alex. **O desenvolvimento histórico do conceito de energia: seus obstáculos epistemológicos e suas influências para o Ensino de Física**. 2016. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016.

LOPES, Selva Paraguassu; SOUSA, Luzia Silva. EJA: uma educação possível ou mera utopia. **Revista Alfabetização Solidária (Alfasol)**, [on-line], v. 5, p. 75-80, 2005. Disponível em: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/31001456/revista\\_selvaplopes-libre.pdf?1392182060=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEJA\\_uma\\_educacao\\_possivel\\_ou\\_mera\\_utopia.pdf&Expires=1674919412&Signature=eu8bOIL0OEIlgCypqNHHP~igujzhRNwby7g8kd25ORcaEpw7sTUagZOYJ6~vWKrdEtC1wQ2EI8SdIARnu72kY9wta5zey9gjNTWqXdfEI3RM7d8DKBNn0TtymYXz2knWVKjCp8gguO69Vvkbx0ta-N8F43UISRUZaTXHZoiS4eSBzUO2iApmA66xRu1sKtbqBrtiby2FF-N6bqOZ2utlBaOQ8A11CbvHm-mH7uKXnKd5tkLeoBseFnTRVRm4vVYSGeED7HDZnZWz2vQSMt7tPLNLcSCzTSvT76eybr-1sN~sZDKPCs3AmyKTFxDEsfqXUCozuF5CvjEFYMxH4TuVLQ\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/31001456/revista_selvaplopes-libre.pdf?1392182060=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEJA_uma_educacao_possivel_ou_mera_utopia.pdf&Expires=1674919412&Signature=eu8bOIL0OEIlgCypqNHHP~igujzhRNwby7g8kd25ORcaEpw7sTUagZOYJ6~vWKrdEtC1wQ2EI8SdIARnu72kY9wta5zey9gjNTWqXdfEI3RM7d8DKBNn0TtymYXz2knWVKjCp8gguO69Vvkbx0ta-N8F43UISRUZaTXHZoiS4eSBzUO2iApmA66xRu1sKtbqBrtiby2FF-N6bqOZ2utlBaOQ8A11CbvHm-mH7uKXnKd5tkLeoBseFnTRVRm4vVYSGeED7HDZnZWz2vQSMt7tPLNLcSCzTSvT76eybr-1sN~sZDKPCs3AmyKTFxDEsfqXUCozuF5CvjEFYMxH4TuVLQ_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA). Acesso em: 22 de abr. 2022.

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

LUZ, Rodrigo; QUEIROZ, Marcelo Bruno Araújo; PRUDÊNCIO, Christiana Andréa Vianna. CTS ou CTSA: o que (não) dizem as pesquisas sobre educação ambiental e meio ambiente?. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 12, n. 1, p. 31-54, 2019. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7012834>. Acesso em: 20 de mar. 2022.

MENEZES, Luis Carlos. Novo(?) Método(?) para Ensinar(?) Física(?). **Revista de Ensino de Física**, São Paulo, v. 2, p. 85-97, 1980.

MUENCHEN, Cristiane. **A Disseminação dos Três Momentos Pedagógicos: Um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS**. 2010. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/93822>. Acesso em: 20 de mar. 2022.

MUENCHEN, Cristiane. **Configurações curriculares mediante o enfoque CTS: desafios a serem enfrentados na EJA**. 2006. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/6802>. Acesso em: 20 de mar. 2022.

MUENCHEN, Cristiane. DELIZOICOV, Demétrio. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014

MUENCHEN, Cristiane; AULER, Décio. Configurações curriculares mediante o enfoque CTS: desafios a serem enfrentados na educação de jovens e adultos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, p. 421-434, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/JbfM5RXBW4rYfJvPY8Mw74k/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 20 de mar. 2022.

NASCIMENTO, Tatiana Galieta; LINSINGEN, Irlan Von. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o Ensino de Ciências. **Convergência**. Toluca México, v. 13, n. 042, p. 95 – 116, 2006.

NEHRING, Cátia Maria et al. As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, p. 88-105, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/mpwCZX3frDmbMGnSfgvTqLc/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 22 de abr. 2022.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica: Mecânica**. São Paulo: E. Blücher, 2002;

OLIVEIRA, Agamenon. Um Esboço do Passado, Presente e Futuro da Ciência e Tecnologia. **Revista Scientiarum Historia**, v. 1, p. e360, 15 jul. 2022. Disponível em: <http://revistas.hcte.ufrj.br/index.php/RevistaSH/article/view/360>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2023.

OLIVEIRA, Ivanilde Apoluceno et al. Educação de jovens e adultos e educação popular: um estudo sobre produções em periódicos. **Perspectiva**, v. 38, n. 1, p. 1-25, 2020.

PITANO, Sandro de Castro; NOAL, Rosa Elena. Paulo Freire e a Geografia: diálogos com Milton Santos. **Geografia Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, vol. 21, n. 1, jan/abr (2017), p. 78-86, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/21881>. Acesso em: 20 de mar. 2022.

SACCHI, Victória Regina et al. Ciência, tecnologia e sociedade. In: **Congresso de extensão universitária da UNESP**. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2015. p. 1-6. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/142423>. Acesso em: 20 de mar. 2022.

SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos Santos. **Ensino de Ciências como mudança conceitual à fronteira de uma abordagem afetiva**. 1996. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

SANTOS, Lyvia Barreto. **Literatura de Cordel: Elo entre cultura e Ensino de Ciências**. 2021. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2021. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/123456789/8334/1/Literatura%20de%20cordel%20-%20elo%20entre%20cultura%20e%20ensino%20de%20ci%C3%A7ncias.pdf> .Acesso em 22 de janeiro de 2023.

SANTOS, M. J. C. dos. O currículo de matemática dos anos iniciais do ensino fundamental na base nacional comum curricular (BNCC): os subalternos falam?. **Horizontes**, [S. l.], v. 36, n. 1, p. 132–143, 2018. Disponível em: <https://revistahorizontes.usf.edu.br/horizontes/article/view/571>. Acesso em: 22 de mar. 2022.

SANTOS, M. **Por uma Geografia Nova**. São Paulo: Hucitec, Edusp, 1978.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4 ed., 2. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, v. 1, 2006.

SANTOS, Milton. **Espaço e Método**. 1ª edição [1985]. São Paulo, Brasil: Edusp, 2014.

SANTOS, Milton. Sociedade e espaço: a formação social como teoria e como método. **Boletim Paulista de geografia**, n. 54, p. 81\_100-81\_100, 1977. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/boletim-paulista/article/view/1092/949>. Aceso em: 22 de abr. 2022.

SCHWAB, Klaus. **A Quarta Revolução Industrial**. Trad. Daniel Moreira Miranda. - São Paulo, Edipro, 2016.

SILVA, Antônio Carlos da. **Peleja de dois poetas sobre a transposição do Rio São Francisco**. Fortaleza: Tupynanquim, 2005, 8 p.

SILVA, Cátia Antonia da. Espaço e Tempo em Milton Santos: Alguns elementos para a reflexão da história social do território. **Revista Intellectus**. Rio de Janeiro, v. 8, n.2, 2009.

SILVA, Cristian da Costa e. Eletricidade no Cotidiano Para a EJA a Partir dos Três Momentos Pedagógicos. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto de Ciências Exatas e Geociências) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2019. Disponível em: <http://tede.upf.br/jspui/handle/tede/1835>. Acesso em 20 de mar. 2020.

SILVA, Douglas Pereira Gomes da. O ensino de energia e o livro didático de Física: Um olhar através do construtivismo humano. 2012. Dissertação (Programa de Pós-Graduação do Centro de Ciências) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

SILVA, Emerson Pires. **Educação CTS e energia: Uma análise das possibilidades e limites para o Ensino de Física no contexto da EJA**. 2019. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, 2019. Disponível em: <http://www2.uesb.br/ppg/ppgecfp/wp->

[content/uploads/2021/01/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Emerson-Pires-da-Silva-.pdf](#) . Acesso em 22 de janeiro de 2023.

SILVA, Maria Joseane Rusch da Silva. **Análise da aplicação de projeto de ensino de física com enfoque curricular CTS e metodologia de ensino-aprendizagem PBL na modalidade de educação de jovens e adultos**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018. Disponível em: <http://guaiaca.ufpel.edu.br/handle/prefix/4454>. Acesso em 20 de mar. 2022.

SOUSA, Alice dos Santos. Problemática socioambiental sob o olhar da abordagem CTS: uma proposta para o ensino de Ciências na Educação de Jovens e Adultos. 2016. Dissertação (Mestrado em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas do Instituto de Educação Matemática e Científica) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/handle/2011/9429>. Acesso em: 20 de mar. 2022.

SOUSA, Lorena Amorim; ALMEIDA, Lucas Kaitohn Pereira de; SANTOS, Paulo Sérgio Alves dos. Transposição do Rio São Francisco. **Revista de Estudos Interdisciplinares do Vale do Araguaia-REIVA**, Jussara, v. 1, n. 01, 21 jun. 2018. Disponível em: <http://reiva.emnuvens.com.br/reiva/article/view/23>. Acesso em: 22 de abr. 2022.

STRELHOW, Thyeles Borcarte. Breve história sobre a educação de jovens e adultos no Brasil. **Revista HISTEDBR**, [on-line], v. 10, n. 38, p. 49-59, 2010. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8639689>. Acesso em: 19 de mar. 2022.

STRIEDER, Roseline Beatriz; KAWAMURA, Maria Regina Dubeux. Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 27-56, 2017. Disponível em: <https://periodicosteste3.sites.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2017v10n1p27>. Acesso em: 20 de mar. 2022.

TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene, **Física para Cientistas e Engenheiros** - Vol. 1, 5a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009;

UNITED NATIONS – UN. Committee on Economic, Social and Cultural Rights. **General Comment 15**: The right to water (Twenty-ninth session, 2003). Geneva, 2003.

**APÊNDICE****APÊNDICE – A****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE**

Prezado (a) Senhor (a), sou Mariana Luiz Dias e estou realizando o estudo sobre A transposição do Rio São Francisco e o Ensino de Física, como pré-requisito para a conclusão do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, gerido pela Sociedade Brasileira de Física – SBF e financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES. O Sr. (a) está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), desta pesquisa. Para participar deste estudo o Sr (a) não terá nenhum custo, também não receberá qualquer vantagem financeira. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelos pesquisadores, que tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. O acesso e a análise dos dados coletados se farão apenas pelo (a) pesquisador (a) e/ou orientador (a). Os resultados gerais obtidos nesta pesquisa serão utilizados apenas para alcançar os objetivos propostos, incluída sua publicação em revistas e eventos de cunho científico. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não serão liberados sem a sua permissão. Se consentes com a divulgação das informações assine abaixo:

---

Assinatura do Participante

Matina, 14 de março de 2022

APÊNDICE – B

**QUESTIONÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO**

IDADE: \_\_\_\_\_

SEXO: ( ) MASCULINO ( ) FEMININO

PROFISSÃO: \_\_\_\_\_

LOCAL ONDE MORA: \_\_\_\_\_

TEM ACESSO À INTERNET: ( ) SIM ( ) NÃO

POSSUI INTERNET EM CASA: ( ) SIM ( ) NÃO

POSSUI COMPUTADOR: ( ) SIM ( ) NÃO

POSSUI APARELHO CELULAR: ( ) SIM ( ) NÃO

CASO NÃO TENHA CELULAR PRÓPRIO, FAZ USO DE CELULAR DE  
TERCEIROS EM CASA (FILHOS, IRMÃOS, CONJUGE, PAIS) ( ) SIM ( ) NÃO

## APÊNDICE – C: PRODUTO EDUCACIONAL



**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**PRODUTO EDUCACIONAL**

**ADUTORA DO RIO SÃO FRANCISCO COMO UMA DEMANDA ORIGINADA NO  
ESPAÇO SOCIAL: possibilidades para o Ensino de Física na EJA.**

Mariana Luiz Dias

Orientador: Prof. Dr. Wagner Duarte José

Vitória da Conquista – BA  
Janeiro de 2023



## APRESENTAÇÃO

Este trabalho é uma proposta de ensino no formato de produto educacional que utiliza os conceitos de “trabalho” e “energia” para discutir a transposição do rio São Francisco. A proposta de ensino foi estruturada nos Três Momentos Pedagógicos e utiliza os Conceitos Unificadores para abordar os conceitos de Física. A proposta foi planejada para o público da Educação de Jovens e Adultos e prevê um tempo didático de 28 horas/aulas. Buscamos desenvolver este produto através de um processo dialógico e problematizador no espaço ambiente de ensino que evidencie as relações entre ciência, tecnologia e sociedade como construções humanas e situadas historicamente. Para o processo de ensino-aprendizagem programamos atividades teóricas, experimentais, de leitura e atividade laboral de localização geográfica. Além dos conceitos físicos explorados ao longo da proposta de ensino, problematizamos os eventos relevantes no âmbito ambiental, social e político no contexto onde Ciência e Tecnologia são produzidos com a finalidade de valorizar a identidade cultural e experiências de vida dos estudantes, configurando uma prática de ensino contextualizada.



## LISTA DE IMAGENS

<b>Imagem 1-</b> Rio São Francisco .....	127
<b>Imagem 2-</b> Rio São Francisco .....	127
<b>Imagem 3-</b> Rio São Francisco .....	127
<b>Imagem 4-</b> Cordel pendurado na sala de aula.....	128
<b>Imagem 5 -</b> Capa do Cordel.....	128
<b>Imagem 6 -</b> Jornal "Folha do São Francisco" .....	131
<b>Imagem 7-</b> Montagem final do sistema com roldanas.....	145



## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	122
<b>SEQUÊNCIA</b> .....	125
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	152
<b>ANEXOS</b> .....	153



## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento social impõe necessidades novas que representam desafios para sociedade como um todo, e envolve os mais diversos complexos sociais como política, ciência, economia, educação, entre outros. A ocupação humana em territórios como o semiárido na Bahia enfrenta o problema de abastecimento de água, seja para o consumo dos moradores, ou para o desenvolvimento de atividades econômicas, o que representa um desafio para os governos e para as políticas públicas. Com o objetivo de aumentar a oferta hídrica nestas regiões, através do Plano de Aceleração do Crescimento (PAC), lançado em 28 de janeiro de 2007, foram desenvolvidos projetos como a Integração da Bacia do rio São Francisco (transposição do rio São Francisco como ficou conhecida) e o Sistema Integrado de Abastecimento de Água do Algodão (SIAA), a Adutora do Algodão (HENKS, 2014; ALMEIDA, OLIVEIRA, 2019).

Através da análise histórica, Gerard Fourez (1995) em “A construção das ciências” afirma que o desenvolvimento das organizações sociais humanas ocorreu entrelaçado à produção da ciência e tecnologia (C&T). Para o autor, C&T são produtos humanos destinados a outros humanos e se expressam no conhecimento e nas técnicas, ferramentas ou meios, no qual se estabelece o campo das possibilidades humanas. Nesse sentido, o conhecimento demanda um certo domínio da Natureza, e por extensão “ao poder que o ser humano possui um sobre o outro” (FOUREZ, 1995, p. 207). Em outras palavras, o conhecimento significa o que pode ser feito e traz como consequência o significado de um possível objeto de decisão na sociedade.

Essas tendências citadas, também exercem influência para além da ciência, do campo político e também na educação escolar. Tendo em vista que o conhecimento é um dos principais, mas não único, “produto” escolar, é fundamental que coloque a questão: De que forma o processo de ensino-aprendizagem está alinhado com o ensino de Ciências numa perspectiva que ultrapasse o ensino como “uma coisa” separada da sociedade, inserido a importância do conhecimento científico para a transformação da realidade e solução de problemas na sociedade tanto de ordem local (a questão do abastecimento de água, por exemplo) ou global (preservação do meio ambiente).

É no sentido de demonstrar esse vínculo entre ciência, tecnologia, cotidiano e sociedade, partindo da contextualização sócio-histórica e dos conhecimentos científicos que apontam possibilidades de intervenção na natureza e nas decisões políticas, que este trabalho propõe uma sequência didática que discuta Ciência, Tecnologia e Sociedade, por meio da problematização



da Integração do Rio São Francisco, partindo de uma abordagem conceitual unificadora dos conceitos de física pautada nos Três Momentos Pedagógicos para a Educação de Jovens e Adultos (EJA). A EJA é uma modalidade de ensino escolar, que como o próprio nome revela, é destinada a população jovem e adulta, que segundo a Lei de Diretrizes e Bases de 1996 (LDB, Lei nº 9.394), é direcionada a todos os que não tiveram acesso ou condições de permanência para continuar os estudos no ensino fundamental e médio na idade apropriada (ALMEIDA e CORSO, 2001; FIGUEREDO, 2021)

Conforme Silva (2018), uma das principais características da abordagem CTS é justamente a formação de uma consciência crítica, o que envolve o conhecimento de como a ciência e as tecnologias impactam a sociedade. Sendo assim, a autora destaca o papel importante que a tecnologia tem no enfoque CTS, pois o objetivo é formar um cidadão que seja capaz de apreender de que forma a tecnologia impacta no desenvolvimento da sociedade e que os estudantes reflitam sobre os aspectos positivos e negativos do emprego de novas tecnologias, perpassando questões políticas, econômicas e culturais.

Em uma análise da dimensão didático-pedagógica com a cultura do aluno, a perspectiva é de tornar a compreensão dos eventos e fenômenos como o desafio inicial, onde seja necessário adquirir novos conhecimentos para compreender criticamente a realidade (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018). Destacam-se as contribuições do educador e pesquisador Paulo Freire a respeito do processo de ensino aprendizagem, que abarcam duas categorias principais (dialogicidade e a problematização), ao trabalho de educadores de Guiné-Bissau preocupados com o estabelecimento de um vínculo entre o conhecimento das Ciências Naturais e o meio sociocultural dos estudantes, desenvolvendo um “roteiro pedagógico” para identificar os temas relevantes. O desenvolvimento posterior deste projeto, realizado pelos pesquisadores Delizoicov e Angotti (1994), culminou no processo hoje conhecido como os Três Momentos Pedagógicos (3MP) (MUENCHEN, 2010).

A dinâmica dos 3MP se caracteriza por três etapas distintas, mas conectadas: **Problematização Inicial**, **Organização do Conhecimento** e **Aplicação do Conhecimento**. Na problematização inicial busca-se identificar quem é o aluno e qual sua percepção com o tema. Neste processo o docente tem função de questionar e fomentar discussões em torno dos posicionamentos dos alunos, para que contradições, limites e lacunas sobre o conhecimento acerca tema sejam identificados. Os conhecimentos selecionados como necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são sistematicamente estudados neste momento, sob a orientação do professor. As mais variadas atividades são então empregadas, de modo que o professor possa desenvolver a compreensão científica das situações problematizadas. Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo 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 (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018, p. 156)

Pode-se inferir que os 3MP é uma das formas de sistematização da proposta CTS, que tem por objetivo problematizar e contextualizar os conhecimentos cotidianos com os científicos e tecnológicos e relacioná-los aos problemas e atividades do cotidiano do estudante. E para além disso, a abordagem CTS, bem como o objetivo a ser atingido pela didática dos 3MP, mais do que contextualizar e articular as disciplinas de Ciências com a realidade, é analisá-las criticamente. Isso significa ponderar os impactos negativos e positivos do uso dos conhecimentos científicos e dos avanços tecnológicos, levando em consideração o desenvolvimento sustentável, uma vez que o objetivo maior de uma abordagem dialógica é ajudar o sujeito a compreender sua participação e possibilidades de transformação em seu próprio contexto social.

Assim como a abordagem CTS, os princípios fundamentais dos 3MP podem ser aplicados em qualquer modalidade de ensino, onde já sejam introduzidas as disciplinas de ciências, incluindo a modalidade EJA. O ensino de ciências e especificamente o de física para EJA, exige uma perspectiva que dialogue com o cotidiano destes indivíduos e que leve em consideração suas origens, cultura e saberes prévios. Sendo assim, a proposta dos 3MP parte da seleção de temas, aos quais serão subordinados os conteúdos de física, e visando um processo ensino aprendizagem que se diferencia da simples transmissão de informações, a proposta dos 3MP é um caminho didático-pedagógico que visa dialogar com conhecimento e realidade do educando, necessária no contexto da EJA.

Os conceitos unificadores foram desenvolvidos para superar a fragmentação dos fenômenos estudados no ensino de ciência. Estes conceitos podem e devem ser trabalhados simultaneamente. É por meio destes conceitos que métodos, procedimentos e investigações que compõem a dinâmica dos processos científicos e tecnológicos podem ser representados para os estudantes. Krelling (2015), coloca que

Os Conceitos Unificadores (Energia, Transformações, Escalas e Regularidade), propostos por Angotti (1991), são meios desfragmentadores do ensino, refletem relações que ocorrem de modo geral, nas Ciências Naturais. Nota-se, portanto, que a interdisciplinaridade e contextualização são aspectos primordiais para a aprendizagem, e que um perfaz o outro, a interdisciplinaridade expressa uma profunda interação entre sujeitos de diferentes áreas e níveis do conhecimento, significando diálogo e reflexão, em busca de uma situação real e concreta em que os conteúdos escolares são estudados por serem necessários naquele contexto e, por isso, produzem



sentido para os estudantes, caracterizando-se uma busca pela contextualização. (KRELLING, 2015, p. 33)

Esse pensamento aplicado na proposta de ensino tem, portanto, o objetivo de investigar o potencial de uma sequência didática para o ensino de física sobre a Integração do Rio São Francisco como uma demanda originada no espaço social na perspectiva do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade, envolvendo os conceitos unificadores e os três momentos pedagógicos para a Educação de Jovens e Adultos.

## SEQUÊNCIA

A tabela a seguir sistematiza a Sequência Didática em 03 Etapas, podendo o professor expandir o tempo conforme a necessidade da turma.

**Tabela 1** - Etapas da sequência didática

<b>ETAPAS</b>	<b>Proposta da etapa</b>	<b>Encontros utilizados</b>	<b>Número de aulas</b>	<b>Tempo didático</b>
Etapa 1	Primeiro Momento Pedagógico: Problematização Inicial	Encontro 01, Encontro 02, Encontro 03	12	480 min
Etapa 2	Segundo Momento Pedagógico: Organização do Conhecimento	Encontro 04, Encontro 05, Encontro 06	12	480 min
Etapa 3	Terceiro Momento pedagógico: Aplicação do Conhecimento	Encontro 07	4	160 min
Total		07 dias	28	1020 min



## Etapa 01: Problematização Inicial

### Encontro 01



#### Atividade 1:

O debate social central será em relação a distribuição desigual da água por meio da Adutora do Algodão. Para o desenvolvimento desta atividade, indicamos como recurso didático: Imagens do Rio São Francisco; Imagens da Transposição; Roteiro de perguntas para realizar a discussão orientada; Aparelho celular para registrar as interações entre o professor e a turma.

Com o auxílio das imagens (que podem ser impressas ou exibidas em TV, conforme disponibilidade de recursos do professor), investigar qual a familiaridade dos estudantes com o tema.

Roteiro das discussões:

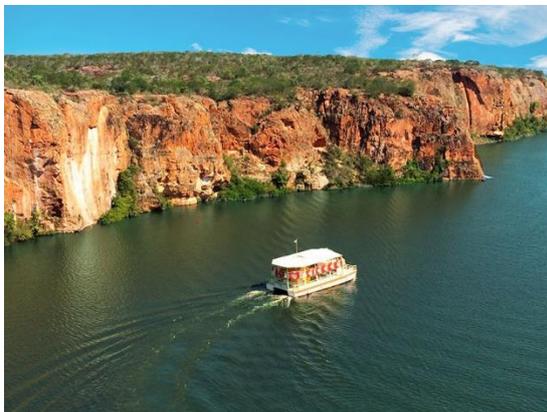
1. *O que é o Rio São Francisco?*
2. *Qual a importância do Rio São Francisco para você?*
3. *Você já ouviu falar sobre a Transposição do Rio São Francisco?*
4. *O que a transposição representa para você?*
5. *E para a população brasileira, nordestina ou ribeirinha?*

Neste momento é importante dialogar e incentivar a participação dos alunos. Sugerimos não realizar todas as perguntas de uma vez. Essas são questões iniciais, podendo o diálogo evoluir em outros tópicos sem engessamento. Para o bom desenvolvimento das atividades



futuras, ressaltamos a importância de registrar as falas dos alunos, especialmente as espontâneas.

**Imagem 1-** Rio São Francisco



Fonte: <https://www.jaraguaturismo.com/passeios-turisticos/canions-do-rio-sao-francisco/>

**Imagem 2-** Rio São Francisco



Fonte: <http://luisclaudioguedes.com.br/index.php/artigos/245-destaques/4913-uma-ponte-bem-mais-pro-futuro-ii#:~:text=A%20ponte%20entre%20Carinhanha%20e,e%20ainda%20o%20litoral%20nordestino.>

**Imagem 3-** Rio São Francisco



Fonte: <https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/comunidades-quilombolas-do-velho-chico-terao-encontro-em-bom-jesus-da-lapa/>

**Atividade 2:**



Para o desenvolvimento desta atividade, o professor utilizará o cordel sobre a transposição do Rio São Francisco.

A leitura se refere à obra “Peleja de dois poetas sobre a transposição do Rio São Francisco” dos autores Klévisson Viana e Rouxinol do Rinaré. Sugerimos utilizar 8 blocos selecionados do cordel original, impressos em formato de livreto e organizá-los em cordões pela sala de aula.

#### **Imagem 4-** Cordel pendurado na sala de aula

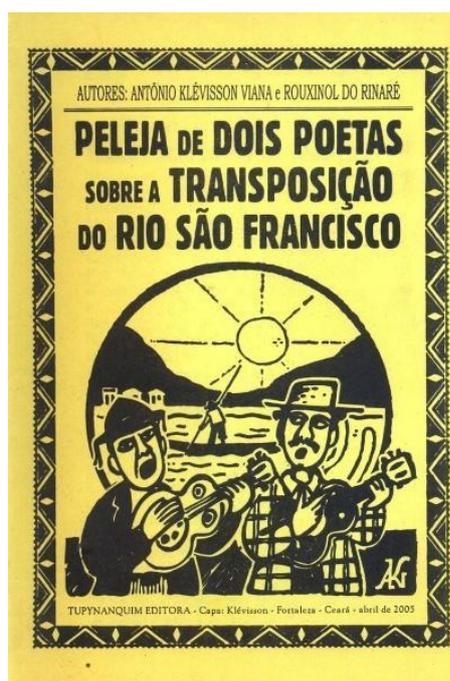


Fonte: elaboração do autor (2022)

Reforçamos a importância de discutir o que seria “cordel” como um livreto pendurado em uma corda, para resgatar a memória cultural.

#### **Leitura do cordel:**

#### **Imagem 5 - Capa do Cordel**





(VIANA, 2006)

Na praça de uma cidade  
Num encontro matutino  
Um grupo de conhecidos  
Debatem sobre o destino  
Da água e do semi-árido  
Um drama bem nordestino  
Passavam dois cantadores  
Ao perceberem o dilema  
Se aproximaram da roda  
Cada qual a par do tema  
Um era Chico Sabino  
E o outro Zé Jurema

CS: Nos meus versos de improviso  
Canto firme e não me arrisco  
E nesse assunto polêmico  
Não sou poeta arisco  
Defendo a transposição  
Das águas do São Francisco

ZJ: Colega troque esse disco  
Mude a música e o refrão  
Insistindo nesta idéia  
Comigo perde a razão  
Pois eu sou do lado contra  
Desta tal transposição

ZJ Outro dia, ouvi falar  
Que muitos dos afluentes  
Que correm pro São Francisco  
Estão ficando doentes  
Devido ao desmatamento  
Nas encostas das nascentes

ZJ: Poeta, eu estou atento  
Abra do olho, meu irmão

Político só lembra a gente  
Quando é tempo de eleição  
Pode ser mais uma farsa  
Essa tal transposição

CS: O presidente da nação tem disposição  
Está fazendo o que é certo  
Nascido no semi-árido  
Conhece a seca de perto  
Não está impondo nada  
Pra o debate está aberto

ZJ Nosso destino é incerto  
E disso tenho certeza  
Que mesmo próximo do rio  
Vê-se flagrante pobreza  
Pois quem vive em suas margens  
Também falta pão à mesa  
[...] ZJ: A solução pro Nordeste  
Passa por Reforma Agrária  
Pois só na luta operária  
Se acaba com a fome a com a peste  
Para isso tem um teste  
Que precisa de solução  
Acabar com a exploração  
É latifúndio demais  
E o povo e os animais  
Já estão quase em extinção

Disso estamos cientes  
E o projeto do momento  
Prever revitalizar  
Com o reflorestamento  
Contra a erosão do solo  
Que causa assoreamento.

Sugerimos utilizar o áudio do cordel gravado na voz dos repentistas Sebastião Marinho e Andorinha, disponibilizado pela Tupiniquim *Records*;

O link a seguir direciona para o DRIVE que disponibiliza toda mídia necessária:



[https://drive.google.com/drive/folders/1MUNBkzgLXF9Agm77Zj\\_yNQTOFLfh8dZ1?usp=share\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1MUNBkzgLXF9Agm77Zj_yNQTOFLfh8dZ1?usp=share_link)

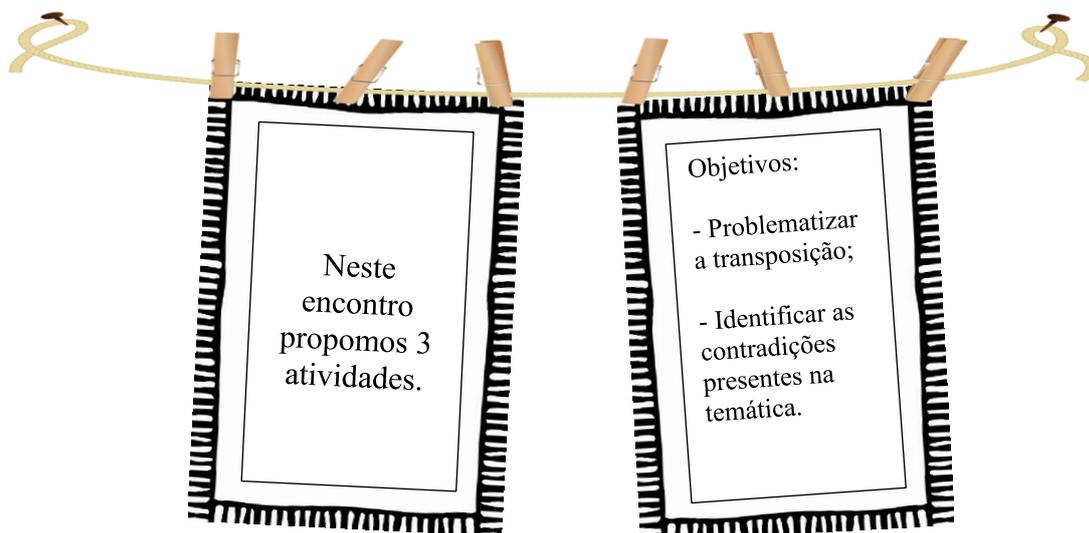
### **Atividade 3:**

Para o desenvolvimento da atividade 3, sugerimos orientar a discussão sobre o cordel com os pontos a seguir:

O roteiro de discussão do cordel em formato de perguntas podem ser projetadas ou verbalizadas.

1. *Quem são os personagens presentes no cordel?*
2. *O que eles estão discutindo?*
3. *Existe algum ponto em que eles concordam ou discordam?*
4. *Para você, existe algum lado “mais certo” do que o outro na história?*

### **Encontro 02**



Neste encontro o professor irá fornecer informações sobre a transposição e sobre o acesso à água na comunidade.

### **Atividade 1:**



Para tanto, utilizamos os seguintes recursos didáticos: Material de apoio contendo informações adaptadas de jornais, notícias e estudos sobre a bacia hidrográfica do São Francisco, transposição do rio São Francisco, Adutora do Algodão, pontos positivos e negativos da transposição, impactos ambientais e questões políticas relacionadas à obra. Este material de apoio foi diagramado em formato de jornal e, para incentivar a leitura dos estudantes, sugerimos aplicar um estudo dirigido composto por 10 perguntas sobre a temática.

### Imagem 6 - Jornal "Folha do São Francisco"



Fonte: elaboração do autor (2022)

Disponível no *DRIVE*



[https://drive.google.com/drive/folders/1MUNBkzgLXF9Agm77Zj\\_yNQTOFLfh8dZ1?usp=share\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1MUNBkzgLXF9Agm77Zj_yNQTOFLfh8dZ1?usp=share_link)

O professor deverá organizar os estudantes em grupos e distribuir o material para leitura. Orientar os estudantes que ao final da leitura, eles responderão colaborativamente um estudo dirigido.

#### ATIVIDADE DO ESTUDO DIRIGIDO:

### ATIVIDADE COLABORATIVA – ESTUDO DO JORNAL



01. Explique como a água do São Francisco chega até a cidade de Matina. De quando é o projeto? Ele tem um nome?

---

---

---

---

---

02. O que é a transposição do Rio São Francisco? Quantos estados ela atende? Como funciona?

---

---

---

---

---

03. O que é projeto PAC?

---

---

---

---

---

04. Quais são os impactos ambientais observados no Rio São Francisco após a transposição para animais? E para vegetação?

---

---

---

---

---

05. Como é dividida a bacia do São Francisco? Qual a sua extensão? Ela passa por quais estados?

---

---

---

---

---

06. Quais são os problemas ambientais que impactam a bacia do São Francisco?

---

---

---

---

---



07. O que são usinas hidrelétricas? Como elas funcionam?

---

---

---

---

---

08. Quais são as principais usinas hidrelétricas da bacia do São Francisco?

---

---

---

---

---

09. Qual foi o primeiro objetivo da transposição do Rio São Francisco? Em qual época foi?

---

---

---

---

---

10. Quem são os maiores beneficiados pela transposição do Rio Francisco?

---

---

---

---

---

### **Atividade 03:**

Dialogar com a turma em torno dos pontos:

1. *O que mudou na vida de vocês com a chegada da água do São Francisco?*
2. *A chegada da água melhorou a vida em algum aspecto financeiro?*
3. *Vocês acham que o pessoal que vive na foz (local onde o rio desagua) do SF teve a vida alterada de alguma maneira?*
4. *A obra pode ter causado algum impacto negativo? Quais?*
5. *Existem danos ambientais em trechos da obra?*
6. *O governo fala sobre os impactos causados pela obra?*
7. *Você conhece a proposta original da transposição? Qual era o tempo previsto? E qual a situação atual da execução?*
8. *O que é transmitido pelos jornais, internet, cartazes, etc, por meio do governo governo fala sobre como lidar com possíveis impactos ou apenas dos benefícios?*



Ressaltamos que essas informações gravadas em áudio são significativas para o desenvolvimento de problematizações futuras, ficando para o professor o encargo de registrar.

### Encontro 03



As atividades programadas têm a finalidade de discutir os elementos geográficos e físicos contidos ao redor da escola.

#### Atividade 1:

Utilizamos como recursos didáticos nestas aulas: *slides* com imagens dos territórios identidade da Bahia;

Todo recurso de mídia está disponível no *DRIVE*



[https://drive.google.com/drive/folders/1MUNBkzgLXF9Agm77Zj\\_yNOTOFLfh8dZ1?usp=s\\_hare\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1MUNBkzgLXF9Agm77Zj_yNOTOFLfh8dZ1?usp=s_hare_link)

Projetar as imagens do Território identidade e discutir com os alunos em torno das questões a seguir:

- *O que é território?*
- *Existe mais de um tipo de território?*



- O que é identidade?

- A Bahia é dividida em 26 territórios identidade. Você saberia dizer qual é o seu território identidade?

Abordar mais informações partindo do Slide 01 com as informações sobre o território velho chico, história e cultura.

## Atividade 2:

vídeos gravados com o tablet, do aplicativo *google maps*; roteiro com a atividade “Localiza aí” associada ao uso do aplicativo *Google Maps* para a localização das cidades e mensuração de distância através desse aplicativo;

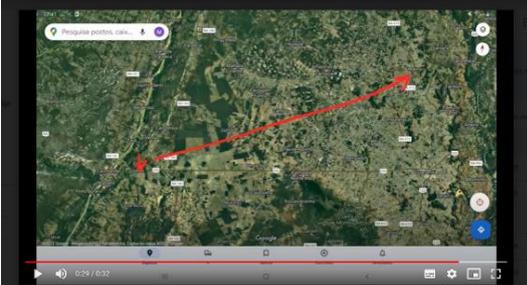
Na continuidade da discussão sobre território, iniciar a atividade “*Localiza aí*”, através da reprodução dos vídeos como “onde estamos?”, que localizava os alunos do o continente até a escola através da gravação do *Google Maps*, e do vídeo “onde está o Rio São Francisco?”, que localizava o rio partindo da cidade de Matina.

Todo recurso de mídia está disponível no *DRIVE*



[https://drive.google.com/drive/folders/1MUNBkzgLXF9Agm77Zj\\_yNQTOFLfh8dZ1?usp=share\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1MUNBkzgLXF9Agm77Zj_yNQTOFLfh8dZ1?usp=share_link)

## Quadro 1 - Vídeos da atividade de localização

Vídeos	
	
	



Fonte: Elaboração do autor (2022)

Observar a ordem de reprodução dos vídeos:

1. “ONDE ESTAMOS?”
2. “ONDE ESTÁ O RIO SF?”

Como auxílio, temos o vídeo explicativo que pode ser exibido para a turma: “COMO MEDIR DISTÂNCIA?”

Neste momento, o professor distribuirá o roteiro da atividade:  
ROTEIRO:

### O QUE É GPS?

O Sistema de Posicionamento Global, mais conhecido pela sigla GPS (em inglês *global positioning system*), é um [sistema de navegação por satélite](#) que fornece a um aparelho móvel a sua posição, assim como o horário, sob quaisquer condições atmosféricas, a qualquer momento e em qualquer lugar na Terra.

### GOOGLE MAPS

Google Maps é um serviço de pesquisa e visualização de mapas e imagens de satélite da Terra gratuito na web fornecido e desenvolvido pela empresa estadunidense Google.

### ATIVIDADE

Nesta atividade, você irá identificar o seu local e realizar medidas para os pontos solicitados.

#### **Primeiro: Identificando o aplicativo:**

**Passo 01:** Abra o aplicativo PLAY STORE

**Passo 02:** Clique em “Pesquisar apps e jogos” na guia de pesquisa:

**Passo 03:** digite “google maps”

**Passo 04:** Selecione “google maps” nas escolhas

**Passo 05:** Instale ou atualize seu aplicativo em “atualizar”

**Em poucos minutos seu aplicativo estará pronto para uso.**



## ATIVIDADE:

### Conhecendo o aplicativo:

**Atividade 01.** Localize a sua cidade. Para fazer isso digite o nome da sua cidade em “*Pesquise postos, caixas 24h*”

**Atividade 02.** Altere o modo de visualização para “satélite”

**Atividade 03.** Amplie até identificar onde você mora ou trabalha. Registre com um *printsc* da sua casa e envie no grupo da turma.

**Atividade 04.** Localize no aplicativo “Medir distância”

### Atividade 05.

- Qual a distância em linha reta de Matina até Bom Jesus da Lapa?
- Qual a distância em linha reta de Matina até Malhada?
- Qual a distância em linha reta de Matina até Carinhanha?
- Qual a distância em linha reta de Matina até Serra do Ramalho?
- Quais as cidades mais próximas do município de Malhada?
- Qual a distância em linha reta que a água percorre com a adutora?

---

### Atividade 3:

vídeos gravados com o tablet, do aplicativo *google maps*;  
Todo recurso de mídia está disponível no *DRIVE*



[https://drive.google.com/drive/folders/1MUNBkzgLXF9Agm77Zj\\_yNQTOFLfh8dZ1?usp=share\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1MUNBkzgLXF9Agm77Zj_yNQTOFLfh8dZ1?usp=share_link)

Depois de socializar os resultados das medidas com os alunos da atividade anterior, exibir os vídeos e comentar sobre o caminho que a água percorre, sobre a construção da Adutora do Algodão, sobre as linhas de diferença de nível e refletir com os alunos sobre o que é “alto” ou “baixo”.

Exibir os vídeos na ordem abaixo:

“*DE ONDE VEM A ÁGUA?*”

“*POR ONDE A ÁGUA PASSA?*”

“*O QUE É DIFERENÇA DE NÍVEL?*”



“O QUE É ALTO OU BAIXO?”

#### **Atividade 4:**

Nesta atividade utilizamos como recursos didáticos *slides*

Todo recurso de mídia está disponível no *DRIVE*



[https://drive.google.com/drive/folders/1MUNBkzgLXF9Agm77Zj\\_yNQTOFLfh8dZ1?usp=share\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1MUNBkzgLXF9Agm77Zj_yNQTOFLfh8dZ1?usp=share_link)

Ao final, sugerimos ao professor que faça os seguintes questionamentos:

- *É possível fazer com que a água passe de um lugar mais alto para outro mais baixo? E de um lugar mais baixo para outro mais alto?*

- *Para você, o que é trabalho? Uma pessoa ao tirar água de um poço com ajuda de um balde e uma corda, realiza trabalho? Máquinas em geral realizam trabalho?*

- *Você conhece um moinho de água? Por que água em movimento pode fazer girar o moinho?*

- *O processo de subida ou descida da água passa por algum tipo de transformação? Você poderia descrever quais as transformações que a água sofre ao subir com o balde? É a mesma transformação que sofre ao descer?*

O vídeo “MOINHO DE ÁGUA” está disponível no slide 02 e pode ser exibido para a turma.

Finalizar a aula com uma breve conversa sobre o que seria abordado nos próximos encontros.

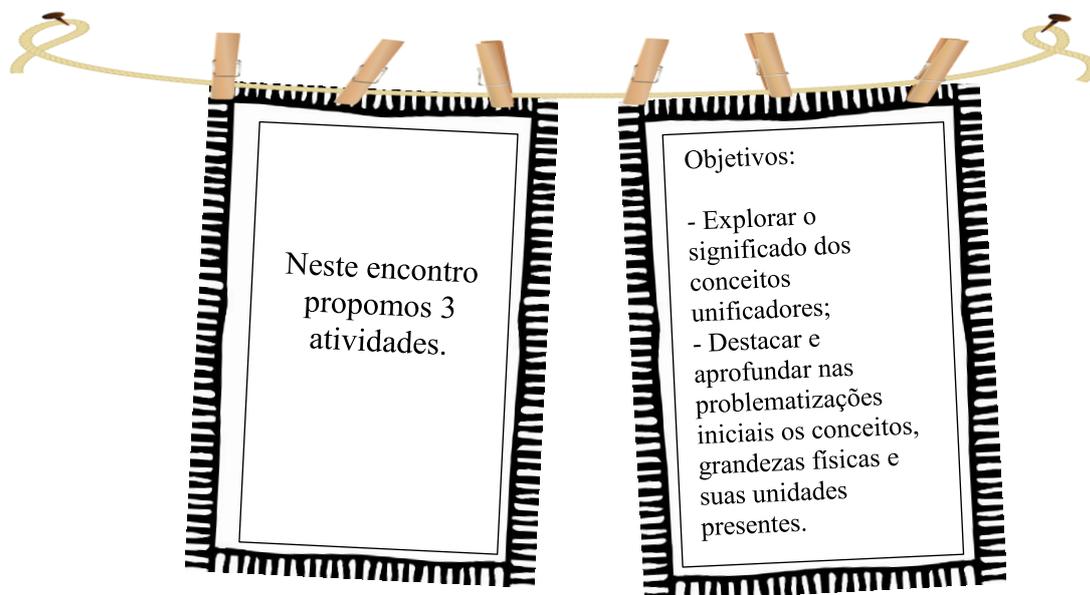




Iniciar a segunda etapa da proposta didática:

## Etapa 02 - Segundo Momento Pedagógico: Organização do conhecimento

### Encontro 04



#### Atividade 1:

Para atingir tais objetivos utilizar os recursos didáticos: Imagens e textos adaptados para a turma em formato de *Slide*;

Todo recurso de mídia está disponível no *DRIVE*



[https://drive.google.com/drive/folders/1MUNBkzgLXF9Agm77Zj\\_yNQTOFLfh8dZ1?usp=share\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1MUNBkzgLXF9Agm77Zj_yNQTOFLfh8dZ1?usp=share_link)

Sugerimos iniciar o segundo momento pedagógico discutindo com os alunos sobre os conceitos unificadores.

Para viabilizar o tratamento dos conceitos relacionados a Trabalho e Energia por meio de uma abordagem conceitual unificadora, o professor pode priorizar a construção de um caminho conceitual que permita aos alunos a apropriação dos significados dos conceitos unificadores: transformações, regularidades, energia e escalas.



A estrutura que utilizamos na sequência está no *slide* 03.

Sugerimos discutir inicialmente o significado em torno da palavra “transformação” em sua forma mais ampla, observando e discutindo as transformações no cotidiano, tanto para matéria viva quanto para a não viva. Em seguida abordar as regularidades em transformações.

Retomar a problematização do fenômeno relacionado à subida e descida da água.

Neste momento, a organização do conhecimento referente aos conceitos de Força, Campo e Aceleração pode surgir no questionamento sobre a **influência da diferença de nível no processo da queda d’água**, pois o desenvolvimento dos conceitos em torno das regularidades observadas no fenômeno citado (queda ou subida da água, processo de retirada da água do poço com ajuda de um balde) exige a identificação dessas grandezas.

A abordagem unificadora feita no encontro anterior traz a necessidade do aprofundamento conceitual das grandezas. Para tanto, ao serem retomadas as problematizações “*é possível fazer com que a água passe de um lugar mais alto para outro mais baixo?*” e “*e de um lugar mais baixo para outro mais alto?*”, direcionar o diálogo para os significados dos conceitos de Tempo, Deslocamento, Velocidade, Aceleração, Força e Campo, presentes nestas problematizações. Também discutir a diferença entre peso e massa neste contexto, bem como a generalização de força como causa do movimento e aceleração como seu efeito.

O material de leitura é recomendado como apoio para essa abordagem.

### **Atividade 2:**

Consiste na leitura do material sobre força do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF) adaptado; Disponíveis em: <https://fep.if.usp.br/~profis/gref.html> Livro “Mec 1”, páginas 46 – 48)

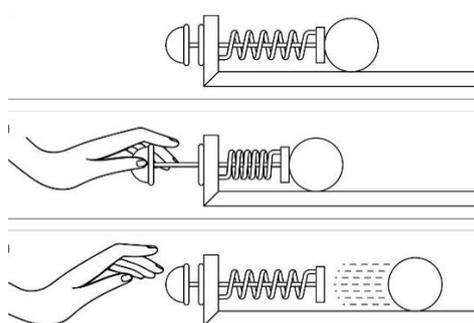
Outra leitura é do livro de Quanta Física (KANTOR et al., 2010) sobre força elástica e força peso.



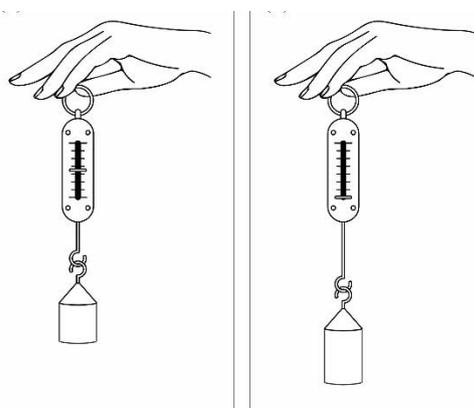
## Texto adaptado do livro “Quanta Física” (Força elástica e Força Peso)

### Força elástica

Sendo a força elástica crescente com a deformação de um objeto elástico, como uma bola, podemos usar deformação para medir forças. Em uma moça espiral de aço longa, deformações pequenas, com relação ao comprimento original da mola, são proporcionais às forças que as produzem. Assim como as bolas podem ser mais ou menos elásticas, as molas também podem ser mais ou menos flexíveis, e a proporção entre força  $F$  aplicada e esticamento  $x$  da mola é dada pela constante  $K$ . Pode-se usar uma moça de aço para calibrar uma escala de unidade de força e, assim, construir um dinamômetro para medir forças.



Fonte: elaboração do autor



Fonte: elaboração do autor

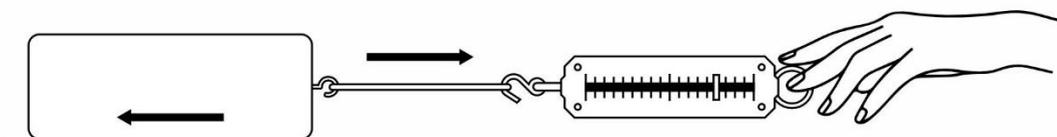
### Força Peso

O dinamômetro pode também ser utilizado para fazer uma medida da massa de um objeto. Para tanto, é necessário conhecer a relação entre a massa de um corpo e seu peso.

Se um pacote com massa de 1 kg de açúcar é dependurado em um dinamômetro, a escala aponta uma força de valor 9,8 N. Sabendo disso, se um objeto dependurado no



dinamômetro (por exemplo, uma garrafa de refrigerante de 1,5 litros) indicar uma força de 14,7 N, pode-se saber que sua massa é de 1,5 kg.



Fonte: elaboração do autor

A força indicada pelo dinamômetro é a força peso. Em outras palavras, a força peso é

$$\vec{F} = m\vec{g}$$

Onde  $m$  é a massa, e  $\vec{g} = 9,8 \text{ N/kg}$  é o valor do campo gravitacional na superfície da Terra.

Dessa forma, 1 N é a força necessária para suspender uma massa de  $1/9,8 \text{ kg}$ , ou, aproximadamente, 0,1 kg ou 100g (cerca de meio copo de água).

As massas dos objetos que se movem, as velocidades desses objetos e suas variações e as forças neles aplicadas, sejam elas de contato ou de campo, são elementos importantes para a compreensão dos movimentos.

### Atividade 03

Sugerimos abordar o conceito de trabalho com a aplicação da proposta adaptada do GREF (material referente ao Jornal da Light e discussão sobre o que era o trabalho na física), e discutir o significado do conceito físico diferenciando do trabalho como um esforço físico ou uma função social remunerada.

Disponíveis em: <https://fep.if.usp.br/~profis/gref.html> Livro “Mec 1”, páginas 85-90)



Finalizar a aula discutindo o conceito de trabalho e energia na construção da adutora e também na diferença entre o conceito de trabalho no sentido físico e emprego do termo trabalho no cotidiano.

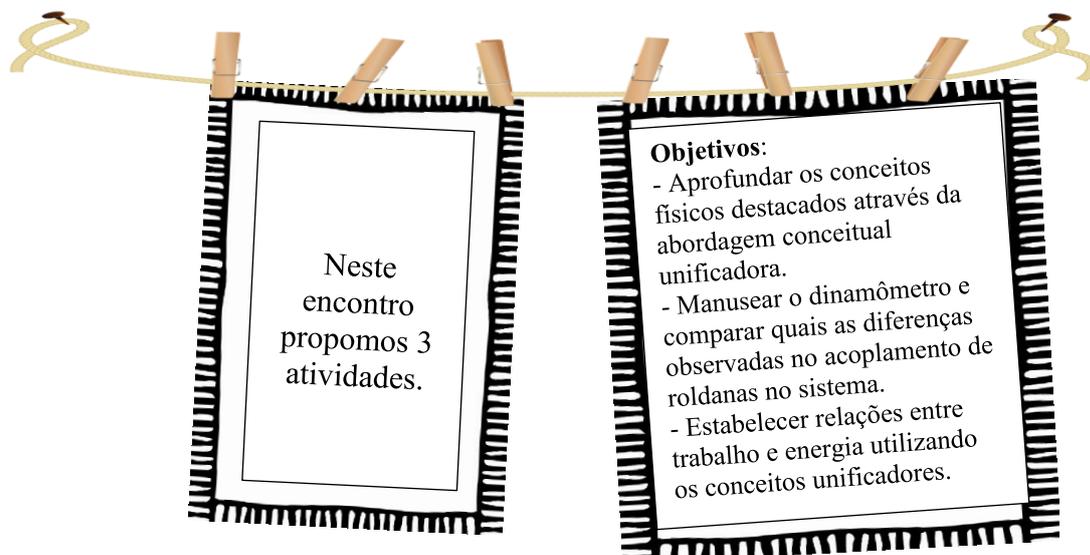
Reapresentar o vídeo “*O que é diferença de nível?*” pode contribuir neste momento para as discussões. Bem como refazer as problematizações:

- *No processo de retirada da água do poço com ajuda de um balde, o que pode ser medido?*
- *Como se mede o trabalho?*
- *Para você, o que é trabalho? Uma pessoa ao tirar água de um poço com ajuda de um balde e uma corda, realiza trabalho? Maquinas em geral realizam trabalho?*

Utilizar o material a seguir para definir trabalho

Disponíveis em: <https://fep.if.usp.br/~profis/gref.html> Livro “Mec 1”, página 85)  
Discutir quais as situações em que se pode ter trabalho nulo e negativo.

## Encontro 05



### Atividade 1:

Utilizando o material e discussão da aula anterior, rediscutir as relações entre “massa” e “peso”. Será importante discutir os equipamentos de medida do texto anterior e as unidades de medidas usuais para a grandeza, pois esse conhecimento será aplicado na atividade seguinte:



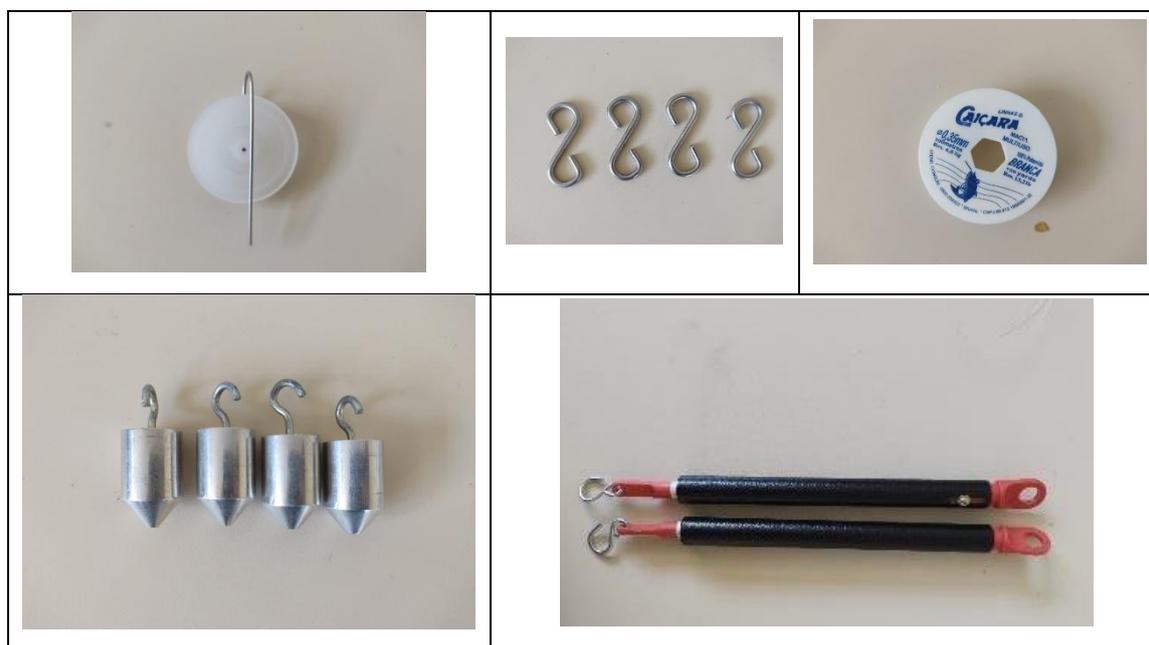
**ATIVIDADE** – Com os conhecimentos da aula anterior, preencha a tabela com a grandeza física, o aparelho de medida e a unidade de medida correta.

SE VOCÊ QUIZER:	GRANDEZAS FÍSICA	APARELHO DE MEDIDA	UNIDADE DE MEDIDA
MEDIR A QUANTIDADE DE MATÉRIA DE UM CORPO.			
MEDIR “QUANTO” UM CORPO É “PUXADO” PARA A TERRA.			

### Atividade 2:

Atividade de roldanas utilizamos os materiais: Roteiro de atividade, roldanas de plástico, dinamômetros, balança, fio de nylon, suportes e pêndulos.

**Quadro 2** - Materiais utilizados para atividade com roldanas:



Fonte: elaboração do autor (2022)

O objetivo desta atividade é comparar as marcações do dinamômetro e discutir com os alunos as vantagens de utilizar roldanas no cotidiano.

A primeira tarefa da atividade de roldanas consiste em aferir a massa dos pêndulos com a ajuda de uma balança e analisar qual a marcação do dinamômetro. Os alunos realizam as medidas e cálculos conforme o roteiro recebido.



**Imagem 7-** Montagem final do sistema com roldanas



Fonte: Elaboração do autor (2022)

## ROTEIRO

### Hoje vamos trabalhar com o dinamômetro

Forme um grupo com 4 ou 5 colegas.

- Identifique os objetos que você irá utilizar: Balança, Dinamômetro, Argolas e Pêndulos

### SITUAÇÃO 01:

Medir a massa dos corpos:

- Qual o aparelho utilizado para medir a massa?
- Qual a unidade de medida que será utilizada?
- Qual o aparelho utilizado para medir a força?
- Qual unidade de medida que será utilizada?

a) Preencha a tabela:

OBJETO	MASSA (em gramas)	MASSA (em Kg)
Pêndulo 1		
Pêndulo 3 juntos		
Argola 1		
Argola 2 juntas		

### SITUAÇÃO 02:

Calcule a força peso nos objetos da tabela. Considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

$$P = m \times g$$



OBJETO	FORÇA PESO CALCULADA	UNIDADE DE MEDIDA
Pêndulo 1		N (newtons)
Pêndulo 3 juntos		
Argola 1		
Argola 2 juntas		

### SITUAÇÃO 03

Medir a força peso que atua nos corpos:

a) Preencha a tabela:

OBJETO	FORÇA PESO	UNIDADE DE MEDIDA
Pêndulo 1		N (newtons)
Pêndulo 3 juntos		
Argola 1		
Argola 2 juntas		

### SITUAÇÃO 04:

Compare os resultados obtidos na **SITUAÇÃO 02** e **03**.

### SITUAÇÃO 05:



O que acontece quando é utilizada a roldana?

---

---

---

---

---

### VERIFIQUE O QUE VOCÊ APRENDEU:

01. Como levar água de um local mais baixo para um local mais alto? Você poderia explicar quais as transformações presentes nessa situação?
  02. Para onde aponta a força peso?
  03. Qual o peso de um balde de água de massa igual a 10 kg?
-



## Encontro 06



Para tanto, conta com os recursos didáticos: Atividade impressa; Texto (ANEXO A e B) e Vídeos já utilizados.

### **Atividade 1:**

Partindo dos elementos conceituais obtidos na discussão das palavras “transformações” e “regularidades”, aprofundar o significado destes conceitos unificadores com a finalidade de efetivar o resgate da problematização do processo de retirada da água do poço, com enfoque na questão: “*Você poderia descrever quais as transformações que a água sofre ao subir com o balde?*”.

Apresentar “energia” no contexto científico e abordar a complexidade deste conceito.

Dialogar com os alunos a identificação das regularidades presentes nas transformações e o formalismo físico do conceito foi abordado de forma mais elaborada para diferenciar as situações cotidianas em que o termo energia é utilizada fora da física.

Contudo, já no escopo da física, discutir com os alunos as formas cinética e potencial gravitacional de energia, trazendo suas peculiaridades, unidades de medida usuais e a relação com a força.



Partindo da problematização: “- *É a mesma transformação que sofre ao descer?*”, discutir a energia como algo que altera grandezas no sistema e, posteriormente, sua relação com o conceito de trabalho, entrelaçando a conversão de energia como algo que dialoga com as transformações e regularidades.

Projetar novamente para a turma os vídeos da região que ilustraram a diferença de nível nos pontos onde a adutora foi construída. (“*POR ONDE A ÁGUA PASSA?*”)

Propor como atividade a análise das conversões de energia, o trabalho utilizado e a função das máquinas instaladas nos conjuntos motor-bomba para a correção de nível ao longo do trajeto observado nos vídeos.

Em seguida, abordar as características da Energia cinética e Energia potencial gravitacional, suas definições e unidades de medida, bem como a relação entre trabalho e energia cinética.

### **Atividade 2:**

Realizar a leitura dos textos 1 e 2:

TEXTO 1: “Energia muitos nomes e muitas formas”

TEXTO 2: “Energia e história”

### **Atividade 3:**

Sugerimos apresentar a atividade a seguir para os alunos:

#### **ATIVIDADE:**

1. Com base nas discussões anteriores, responda ao questionário:

A água da caixa d’água possui que tipo de energia?

---

O balde descendo o poço possui que tipo de energia?

---

A água correndo no rio possui que tipo de energia?

---



A água na barragem possui que tipo de energia?

---

Qual a transformação que acontece com a água quando ela sobe com o balde no poço?

---

é a mesma transformação que sofre ao subir?

---

2. Um objeto de 1 kg é abandonado em queda livre a uma altura de 3,2 m em relação ao solo numa região onde a aceleração da gravidade é igual a  $10 \text{ m/s}^2$ . Calcule:

- a) A energia potencial gravitacional desse objeto no ponto mais alto
- b) A energia mecânica desse objeto
- c) A velocidade a qual o objeto chega ao chão
- d) A energia cinética do corpo ao chegar ao chão
- e) A velocidade do objeto na altura de 0,35 m do chão

3. A água de uma represa pode movimentar as turbinas de uma usina elétrica. A partir desses exemplos, podemos perceber que a energia sempre é “retirada” de algum lugar. Isso está relacionado com um dos mais importantes princípios da Física, que é o da conservação da energia. Uma pessoa puxa um balde com água do fundo de um poço. O balde cheio tem a massa de 6kg. Considera  $g = 10 \text{ m/s}^2$

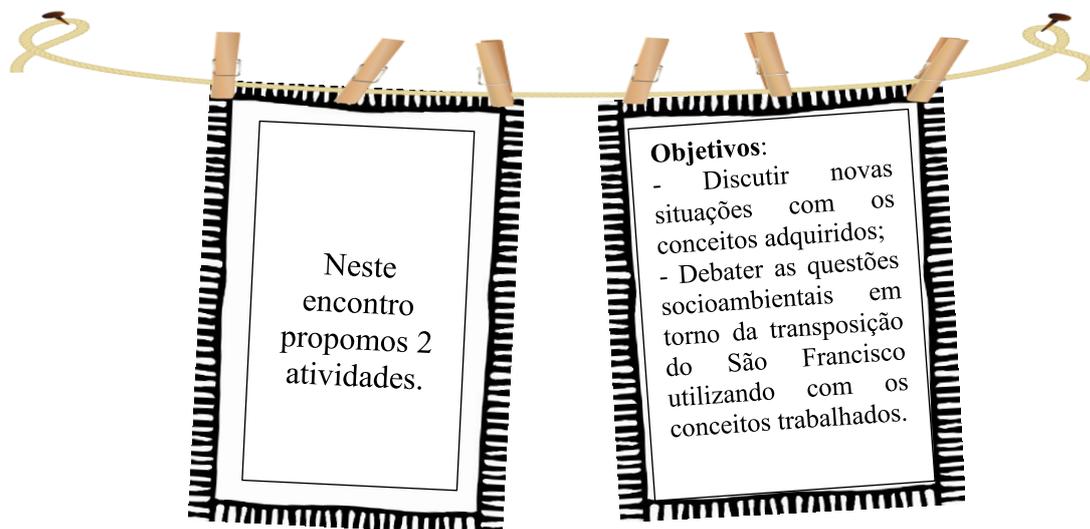
- a) Calcule a força peso que atua no balde.
- b) Qual o trabalho realizado por essa força?

\*\*\*



## Etapa 03 – Terceiro Momento Pedagógico: Aplicação do conhecimento

### Encontro 07



Para a aula utilizamos os recursos didáticos: *slides* e os textos:

“Nordeste enfrenta a maior sequência de anos com seca extrema já registrada” e “De onde vem a crise hídrica que seca a bacia do rio São Francisco” (BRAGA, 2019). Encarte disponível em:

[http://www2.uesb.br/ppg/ppgen/wp-content/uploads/2019/07/GRACIELYROCHABRAGA\\_DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_VERS%C3%83O-FINAL.pdf](http://www2.uesb.br/ppg/ppgen/wp-content/uploads/2019/07/GRACIELYROCHABRAGA_DISSERTA%C3%87%C3%83O_VERS%C3%83O-FINAL.pdf)

E o texto: “Porque a transposição do Rio São Francisco é tão polêmica” - adaptado. (ANEXO C)

Texto completo disponível em (<https://super.abril.com.br/ideias/por-que-a-transposicao-do-rio-sao-francisco-e-tao-polemica/>)

Sugerimos iniciar a aula retomando as problematizações iniciais.

O professor pode realizar esta atividade com o auxílio de imagens relacionadas às questões do acesso à água (retirada da água do poço e das imagens da adutora/transposição) presentes no *slide 4*.

Todo recurso de mídia está disponível no *DRIVE*



[https://drive.google.com/drive/folders/1MUNBkzgLXF9Agm77Zj\\_yNQTOFLfh8dZ1?usp=s\\_hare\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1MUNBkzgLXF9Agm77Zj_yNQTOFLfh8dZ1?usp=s_hare_link)



Contudo, discutir as problematizações com conceitos abordados e das unidades de medida próprias para as grandezas envolvidas ao longo da implementação da SD.

Em paralelo à essa retomada das problematizações, dialogar com os alunos as implicações da técnica nas questões territoriais, políticas e ambientais em torno do acesso à água.

Para tanto projetar novamente imagens da bacia do São Francisco e especificamos no mapa os municípios de Paulo Afonso e Sobradinho, disponíveis no *slide 04*.

Em seguida discutimos a importância do RF nos locais ocasionada pelas Usinas Hidrelétricas de Paulo Afonso e Sobradinho.

Partindo das imagens destas hidrelétricas e dos conceitos desenvolvidos com os alunos, estabelecer a relação entre energia, a diferença de nível existente entre as turbinas e a água do SF. Realizar a leitura dos textos: “*Nordeste enfrenta a maior sequência de anos com seca extrema já registrada*” e “*De onde vem a crise hídrica que seca a bacia do rio São Francisco*”.

Retomar a problematização da transposição através da leitura crítico reflexiva do texto: “*porque a transposição do Rio São Francisco é tão polêmica*”.

Propomos em seguida um debate sobre a temática, para encerrar a implementação.



## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Adriana de. CORSO, Angela Maria. **Educação de jovens e adultos: interfaces política, histórica e pedagógica**. UNICENTRO, Paraná. 2001

BRAGA, G. R. **A Teoria da Flexibilidade Cognitiva como estruturantes dos Três Momentos Pedagógicos: contribuições ao ensino de Física na Educação de Jovens e Adultos**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Programa de Pós-Graduação em Ensino, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista

DELIZOICOV, D. & ANGOTTI, J. A. & PERNAMBUCO, M. M. C. A. (2002). **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez.

FIGUEREDO, Geneci Libarino. **Levantamento bibliográfico sobre TDIC no ensino ciências na EJA: o conectivismo na perspectiva dialógico-problematizadora**. 2021. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2021.

FOUREZ, Gerard. **A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências**. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.

GRAF, Física. 4. ed. São Paulo: Edusp, 1998. v. 2

HENKES, Silvana L. A política, o direito e o desenvolvimento: um estudo sobre a transposição do Rio São Francisco. **Revista Direito GV, São Paulo**, v. 10, p. 497-534, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rdgv/a/T7yQr3DX7CSLhzbz6FgSvByb/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 22 de abr. 2022.

KANTOR, C.A; PAOLIELLO JR., L.A.; MENEZES, L.C.; BONETTI, M.C.; CANATO JR., O.; ALVES, V.M. **Quanta Física**. São Paulo: PD, 2010

KRELLING, Lúgia Marcelino et al. **A educação de jovens e adultos e o ensino de ciências naturais: contribuições da utilização dos conceitos unificadores**. 2015. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1632>. Acesso em: 22 de mar. 2022.

MUENCHEN, Cristiane. **A Disseminação dos Três Momentos Pedagógicos: Um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS**. 2010. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/93822>. Acesso em: 20 de mar. 2022.

Viana SILVA, Antônio Carlos da. **Peleja de dois poetas sobre a transposição do Rio São Francisco**. Fortaleza: Tupynanquim, 2005, 8 p.



## ANEXOS

ANEXO – A – Texto do livro “Quanta Física” volume 1, página 16. (KANTOR et al., 2010)

### ENERGIA AO LONGO DA HISTÓRIA

As invenções humanas dependem do controle de processos energéticos naturais, redirecionados para uso humano. O fogo, por exemplo, é um desses processos naturais que já existia na superfície do planeta Terra como processos espontâneo, iniciado por raios e outras centelhas naturais, muito antes do surgimento da espécie humana.

No processo de combustão, a energia solar “guardada” pela madeira na fotossíntese, na forma de compostos de carbono, é liberada como calor na chama. A combustão é uma reação química exotérmica, nesse caso, entre o carbono da madeira e as moléculas de oxigênio (O<sub>2</sub>) presentes no ar.

Há mais de 20.000 anos, alguns seres já tinham aprendido a fazer fogo, levando o calor a luz para dentro da noite e das cavernas, o que também deu origem ao hábito de assar e cozinhar, assim como, mais tarde, à produção da cerâmica e à metalurgia. A panela de barro ou a de metal, onde o alimento é cozido, pode ser vista como um estômago exterior, que realiza parte da digestão fora do nosso corpo. A combustão do petróleo e o aquecimento elétrico, para incontáveis usos, constituem uma continuidade recente do velho domínio do fogo.

Mais de 15.000 anos atrás, a humanidade aprendeu a plantar, passando assim à produção concentrada, sobretudo em beiras de rios, do alimento que antes era coletado por grupos nômades, o que permitiu a fixação territorial de nossa espécie. A agricultura, que é uma apropriação sistemática da energia solar, marcou o início da civilização, pois, não precisando mais migrar o tempo todo em busca de alimento, o ser humano começou a produzir ferramentas, painéis e outros equipamentos, construir habitações mais definitivas e ampliar o rebanho dos animais de criação.

Há mais de 5.000 anos, ao aprender a extrair o ferro existente em alguns minérios, com o qual fez machados e arados, o ser humano levou a agricultura para outras regiões não ribeirinhas. Já contando com a extração sistemática de lenha. Começava o crescente controle das forças da natureza, pois a agricultura permitiu a civilização, o fogo permitiu a cerâmica e a metalurgia, o ferro ampliou a agricultura...

Ao inventar a escrita, alguns povos já tinham pelo domínio do fogo, da agricultura, da pecuária e da criação de animais de tração. Já haviam até mesmo desenvolvidos atividades complexas, como o cultivo de terras com arado de ferro, puxado por bois ou cavalos, ou a navegação com barcos a vela, movidos, portanto, pela energia dos ventos. O ferro e a navegação não significaram somente agricultura e comércio, mas também armas e guerras de conquista, que deram origem, no Oriente e no Ocidente, aos grandes impérios da Antiguidade.

As construções do espírito humano, no mundo das ideias, da leitura e das artes, são inseparáveis das vitórias sobre o mundo material, para a quais o domínio do uso de energia é absolutamente essencial.



ANEXO – B – Recortes de texto do livro “Quanta física” volume 1, página 48 a 50. (KANTOR, et al., 2010)

### **ENERGIA, MUITAS FORMAS E MUITOS NOMES**

As diferentes designações da energia estão relacionadas com a natureza dos fenômenos envolvidos. Por exemplo, a energia eólica tem a ver com os ventos, a nuclear com forças internas ao núcleo dos átomos, a térmica com queimas e com trocas de calor, a termelétrica com eletricidade produzida a partir de energia térmica, e daí por diante.

Algumas dessas designações não se excluem; por exemplo, pode-se chamar de energia mecânica qualquer energia associada ao movimento ordenado de um corpo ou à sua posição no espaço ou à sua deformação.

Quando associada a algum movimento, a energia mecânica é chamada de cinética; quando associada à posição ou deformação, é chamada de potencial. Por exemplo, a energia eólica é a energia cinética das massas de ar; a energia potencial gravitacional de um corpo é sua energia de posição no campo gravitacional de outro corpo, como do planeta Terra.

É a energia solar radiante do Sol que evapora a água. O vapor-d'água, por diferença de densidade, sobe e, por trocas de calor, se condensa; por gravitação chove, e a água corre nos rios.

Em uma usina hidrelétrica, é a energia potencial gravitacional da água represada que, na queda, vai se transformar em energia cinética e em energia cinética de rotação na turbina, de onde será transformada em energia elétrica. Durante a queda, cada molécula de água tendo sua energia potencial gravitacional convertida em energia cinética.

Assim, o que se denomina energia mecânica de uma massa é a soma da energia cinética com a energia potencial. Uma bola que bate em uma parede volta, por exemplo, converte a energia cinética em energia potencial de deformação elástica e vice-versa.

Há mais de dois séculos, já se sabe que a energia térmica, transferida por trocas de calor, também é uma manifestação do movimento da matéria, em sua constituição microscópica, e, portanto, também pode ser compreendida como energia cinética. Por sua vez, a energia térmica não se confunde com a energia mecânica, pois corresponde a movimentos desordenados: em um gás em equilíbrio, são moléculas livres em trânsito aleatório; em um sólido, são vibrações não ordenadas dos átomos ou das moléculas presas à rede cristalina.



ANEXO – C – Recortes do texto da superinteressante online, disponível em:

<https://super.abril.com.br/ideias/por-que-a-transposicao-do-rio-sao-francisco-e-tao-polemica/>

Para cima, ninguém ajuda

Levar a água do rio São Francisco para o Nordeste não é fácil. A água tem que vencer 722 km de terreno árido e íngreme e ser elevada a cerca de 300 metros de altura (no Eixo Leste) e 180 metros (no Norte). Para isso serão usadas, ao todo, 8 estações de bombeamento, 591 km de canais e 12 túneis.

Os canais suportam até 127 m<sup>3</sup>/s de água, mas o governo garante que só serão retirados 26,4 m<sup>3</sup>/s do rio (1,4% da vazão média).

As usinas de Jati e Atalho servem para recuperar dois terços da energia gasta nas estações de bombeamento.

Entenda o projeto

Para tirar 1,4% de água da vazão média do rio São Francisco e levar aos rios temporários (que ficam secos por até 9 meses no ano) de 4 estados do semi-árido nordestino, serão construídos dois eixos: o norte, que abastece Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Ceará; e o leste, que chega a Paraíba e Pernambuco. O governo prevê gasto de bilhões de reais e dois anos de trabalho.

Para cima, ninguém ajuda

Levar a água do rio São Francisco para o Nordeste não é fácil. A água tem que vencer 722 km de terreno árido e íngreme e ser elevada a cerca de 300 metros de altura (no Eixo Leste) e 180 metros (no Norte). Para isso serão usadas, ao todo, 8 estações de bombeamento, 591 km de canais e 12 túneis.

Os canais suportam até 127 m<sup>3</sup>/s de água, mas o governo garante que só serão retirados 26,4 m<sup>3</sup>/s do rio (1,4% da vazão média).

As usinas de Jati e Atalho servem para recuperar dois terços da energia gasta nas estações de bombeamento.

Entenda o projeto

Para tirar 1,4% de água da vazão média do rio São Francisco e levar aos rios temporários (que ficam secos por até 9 meses no ano) de 4 estados do semi-árido nordestino, serão construídos dois eixos: o norte, que abastece Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Ceará; e o leste, que chega a Paraíba e Pernambuco. O governo prevê gasto de bilhões de reais e dois anos de trabalho.



## APÊNDICE

### APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Prezado (a) Senhor (a), sou Mariana Luiz Dias e estou realizando o estudo sobre A transposição do Rio São Francisco e o Ensino de Física, como pré-requisito para a conclusão do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, gerido pela Sociedade Brasileira de Física – SBF e financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES. O Sr. (a) está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), desta pesquisa. Para participar deste estudo o Sr (a) não terá nenhum custo, também não receberá qualquer vantagem financeira. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelos pesquisadores, que tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. O acesso e a análise dos dados coletados se farão apenas pelo (a) pesquisador (a) e/ou orientador (a). Os resultados gerais obtidos nesta pesquisa serão utilizados apenas para alcançar os objetivos propostos, incluída sua publicação em revistas e eventos de cunho científico. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não serão liberados sem a sua permissão. Se consentes com a divulgação das informações assine abaixo:

---

Assinatura do Participante

Matina, 14 de março de 2022



## APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO

IDADE: \_\_\_\_\_

SEXO: ( ) MASCULINO ( ) FEMININO

PROFISSÃO: \_\_\_\_\_

LOCAL ONDE MORA: \_\_\_\_\_

TEM ACESSO À INTERNET: ( ) SIM ( ) NÃO

POSSUI INTERNET EM CASA: ( ) SIM ( ) NÃO

POSSUI COMPUTADOR: ( ) SIM ( ) NÃO

POSSUI APARELHO CELULAR: ( ) SIM ( ) NÃO

CASO NÃO TENHA CELULAR PRÓPRIO, FAZ USO DE CELULAR DE TERCEIROS EM CASA (FILHOS, IRMÃOS, CONJUGE, PAIS) ( ) SIM ( ) NÃO