



INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA, EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PICOS
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 65

Welhitom Florentino Leal

FANZINES SOBRE METEOROLOGIA NO ENSINO DE FÍSICA
CONTEXTUALIZADO PARA A CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO

Picos – PI

2025

Welhitom Florentino Leal

**FANZINES SOBRE METEOROLOGIA NO ENSINO DE FÍSICA
CONTEXTUALIZADO PARA A CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO**

Dissertação apresentada ao Polo 65 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física do Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia do Piauí – Campus Picos como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Formação de Professores de Física.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva

Picos – PI

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

L433f Leal, Welhitom Florentino
Fanzines sobre meteorologia no ensino de física contextualizado para a convivência com o semiárido / Welhitom Florentino Leal. - Picos-PI, 2025.

116 f.

Dissertação (Mestrado em ensino de física) - Instituto Federal do Piauí, Campus Picos. Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva.

1. Física - Estudo e ensino. 2. Itinerário Pedagógico. I. Título.

CDD - 530.07

Silvio de Carvalho Gomes Coutinho CRB 3/1362

Welhitom Florentino Leal

**FANZINES SOBRE METEOROLOGIA NO ENSINO DE FÍSICA
CONTEXTUALIZADO PARA A CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO**

Dissertação apresentada ao Polo 65 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física do Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia do Piauí – Campus Picos como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Formação de Professores de Física.

Aprovada em 23 de setembro de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva - Orientador
Universidade Federal do Piauí - UFPI

Prof. Dr. Haroldo Reis Alves de Macedo – Examinador 1
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

Prof. Dr. Gardner de Andrade Arrais – Examinador 2
Universidade Federal do Piauí - UFPI

*Dedico este trabalho aos meus dois filhos Tom Lucas e Layla.
Vocês são presentes de Deus e meu “combustível” diário.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Ele, que de acordo com Albert Einstein: “Deus é a lei e o legislador do Universo”.

Agradeço a todos os professores do MNPEF, polo 65, Campus Picos – PI pela dedicação e os conhecimentos compartilhados, em especial aos professores: Lourenilson Leal de Sousa pela receptividade e acolhimento, Reginaldo Gomes de Lima Júnior, primeiro coordenador do curso, pelas palavras de apoio e incentivo e Jeferson Dias Gonçalves, segundo coordenador. Aos colegas de curso pelo companheirismo, brincadeiras e momentos de estudo.

Agradeço aos meus pais, Florentino Chavier Leal (*in memoriam*) e Alzira Honorina Leal (*in memoriam*), que através do trabalho árdua na agricultura, enfrentando as adversidades do Semiárido, conseguiram fazer que eu pudesse trilhar pela educação e ter uma carreira docente. Mesmo sem terem estudado formalmente, ambos contribuíram de forma muito significativa com sábios conselhos, apoio e incentivo, para que eu sempre buscasse o conhecimento.

Agradeço a minha “irmã”, Márcia Martina Leal (*in memoriam*), que deixou um legado de trabalho voltado para diversas áreas do conhecimento e sempre foi minha fonte de inspiração.

Quero externar aqui o meu agradecimento todo especial ao meu orientador, Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva, por me acolher como orientando, pelo incentivo, paciência e compartilhar a sua fonte de sabedoria. Sem a orientação do mesmo certamente não iria conseguir realizar este trabalho. Serei eternamente grato por ter tido a oportunidade de conhecer e compartilhar saberes com esse profissional de excelência.

Agradeço a equipe administrativa do CETI Luiz Ubiraci de Carvalho, Vila Nova do Piauí – PI, Ignez Maria da Silva, Josciel José da Silva Leal e Geane Alaíde de Sousa, que permitiram a aplicação do Produto Educacional e me apoiaram em todas as atividades.

Agradeço aos discentes do terceiro ano do Ensino Médio, CETI Luiz Ubiraci de Carvalho, turma 2024, pelo compromisso e dedicação no desenvolvimento das atividades propostas do Produto Educacional.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

RESUMO

O Semiárido brasileiro engloba uma parte considerável do território e da população brasileira. Para superar o estereótipo de lugar de seca e atraso, desde os anos 1990 os movimentos sociais têm levantado a bandeira da proposta de convivência com o Semiárido, por um modo de ver e agir sobre esse território visando a emancipação e sustentabilidade. Nesse contexto, entre os estudiosos na área da Ciência, tem sido recorrente a crítica ao ensino do componente curricular de Física de maneira descontextualizada e tradicional. Partindo dessas premissas, objetivou-se neste trabalho elaborar, como produto educacional, um material de apoio para o ensino contextualizado de Física para a convivência com o Semiárido por intermédio de uma oficina de fanzine. O referencial teórico é norteado pelo paradigma da educação contextualizada para a convivência com o Semiárido. O estudo trata de conceitos físicos sugeridos pelos estudantes no momento da oficina de fanzine como: radiação solar, raios, trovões, temperatura, calor, velocidade e direção do vento, além de temas de cunho social como indústria da seca e vidas no Semiárido. A metodologia de ensino se fundamentou no Itinerário Pedagógico, organizado em três etapas: Realidade como ponto de partida, Comunicação de saberes e Reinvenção da realidade. A metodologia do trabalho foi de natureza qualitativa, com base no estudo de caso, referente à aplicação do produto educacional a uma turma de 20 alunos do Ensino Médio regular de uma escola da rede pública estadual de Vila Nova do Piauí – PI. Os dados foram coletados por meio de questionário, documentos (fanzines) e observação (com registros fotográficos). Os dados foram submetidos à Análise de Conteúdo. Quanto aos resultados, evidenciou-se que a aplicabilidade do produto educacional no Semiárido se mostrou muito pertinente. Por se tratar de uma realidade vivida intensamente pela população local, a meteorologia no ensino de Física contextualizado para a convivência com o Semiárido oferece um tema de extrema relevância para o ensino de conceitos relacionados ao ensino da Física. O Itinerário Pedagógico proposto poderá colaborar para um ensino de Física que estimule a convivência com o Semiárido, a problematização da realidade, o diálogo horizontal em sala de aula e a busca por um processo de ensino-aprendizagem comprometido com questões de cunho cultural, político, social e ambiental.

Palavras-chave: Ensino de Física; Educação Contextualizada; Itinerário Pedagógico; Semiárido.

ABSTRACT

The Brazilian semiarid region encompasses a considerable portion of Brazil's territory and population. To overcome the stereotype of a place of drought and backwardness, social movements have been raising the banner of coexistence with the semiarid region since the 1990s, seeking a way of seeing and acting on this territory aimed at emancipation and sustainability. In this context, among science scholars, criticism of the decontextualized and traditional teaching of the physics curriculum has been recurrent. Based on these premises, the objective of this work was to develop, as an educational product, support material for contextualized physics teaching for coexistence with the semiarid region, based on a fanzine workshop. The theoretical framework is guided by the paradigm of contextualized education for coexistence with the semiarid region. The study addresses physical concepts suggested by students during the fanzine workshop, such as solar radiation, lightning, thunder, temperature, heat, wind speed and direction, as well as social topics such as the drought industry and life in the semiarid region. The teaching methodology was based on the Pedagogical Itinerary, organized into three stages: Reality as a Starting Point, Communication of Knowledge, and Reinvention of Reality. The work methodology was qualitative in nature, based on a case study of the application of the educational product to a class of 20 regular high school students at a state public school in Vila Nova do Piauí, Piauí. Data were collected through questionnaires (pre-test and post-test), documents (fanzines), and observation (with photographic records). The data were subjected to Content Analysis. The results demonstrated that the educational product's applicability in the Semiarid region is highly relevant. Because this is a reality intensely experienced by the local population, meteorology in physics education, contextualized to coexistence with the Semiarid region, offers an extremely relevant topic for teaching concepts related to physics. The proposed Pedagogical Itinerary could contribute to a Physics teaching that encourages coexistence with the Semiarid region, the problematization of reality, horizontal dialogue in the classroom and the search for a teaching-learning process committed to cultural, political, social and environmental issues.

Keywords: Physics Teaching; Contextualized Education; Pedagogical Itinerary; Semiarid Region.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Mapa do estado do Piauí destacando o município de Vila Nova do Piauí.....	50
Figura 2	– CETI Luiz Ubiraci de Carvalho, Vila Nova do Piauí, Piauí.....	51
Figura 3	– Participantes da pesquisa.....	52
Figura 4	– Capa do material de apoio.....	57
Figura 5	– Processo de produção dos fanzines.....	59
Figura 6	– Imagens de fragmentos de fanzines produzidos, com destaque para o Semiárido.....	61
Figura 7	– Imagens de fragmentos do Fanzine 01, com destaque para a sustentabilidade.....	69
Figura 8	– Imagens de fragmentos do Fanzine 02, com destaque para a sustentabilidade.....	71
Figura 9	– Imagens de fragmentos do Fanzine 04, com destaque para a sustentabilidade.....	72
Figura 10	– Imagens de fragmentos do Fanzine 06, com destaque para a sustentabilidade....	74
Figura 11	– Sumário do Fanzine 01.....	78
Figura 12	– Capa do Fanzine 02.....	79
Figura 13	– Capa do Fanzine 03.....	79
Figura 14	– Capa do Fanzine 04.....	80
Figura 15	– Fragmentos do Fanzine 05.....	81
Figura 16	– Capa do Fanzine 06.....	82

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Respostas ao questionário sobre fenômenos estudados em Meteorologia Física	83
Gráfico 2 – Respostas ao questionário sobre conhecimentos de Meteorologia Física aplicados nos fanzines	83
Gráfico 3 – Respostas ao questionário sobre conhecimentos de Meteorologia Física aplicados nos fanzines	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Escala de Beaufort.....	42
---	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

IV – Infravermelho

UV – Ultravioleta

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Objetivos do trabalho.....	17
1.2	Revisão de literatura.....	17
1.3	Estrutura da dissertação.....	25
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	26
2.1	Educação contextualizada para a convivência com o Semiárido.....	26
2.2	A Física na meteorologia.....	34
2.2.1	Radiação Solar.....	34
2.2.2	Temperatura e calor.....	38
2.2.3	Velocidade e direção do vento.....	41
2.2.4	Eletromagnetismo na meteorologia.....	43
3	METODOLOGIA.....	48
3.1.	Metodologia de ensino.....	48
3.2	Metodologia do trabalho.....	49
3.2.1	Contexto da aplicação do produto.....	50
3.2.2	Sujeitos da pesquisa.....	52
3.2.3	Coleta de dados.....	53
3.2.4	Análise dos dados e avaliação do produto educacional.....	54
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	56
4.1	Valorização da região semiárida.....	56
4.2	Busca pela sustentabilidade.....	67
4.3	Ensino-aprendizagem da Física e da meteorologia física.....	77
4.4	Avaliação do produto educacional.....	86
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	88
	REFERÊNCIAS.....	89
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIOS.....	101
	APÊNDICE B – PRODUTO EDUCACIONAL.....	105

1 INTRODUÇÃO

Na literatura acadêmica tem sido recorrente a crítica ao ensino do componente curricular de Física de maneira descontextualizada e tradicional. O ensino da Física é muito focado na aprendizagem mecânica, na preparação para as provas, mas deveria se ocupar da aprendizagem significativa da Física (Moreira, 2021). Além da falta e/ou despreparo dos professores, de suas más condições de trabalho, do reduzido número de aulas no Ensino Médio e da progressiva perda de identidade da Física no currículo nesse nível, o ensino da Física estimula a aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados. Estamos no século XXI, mas a Física ensinada não passa do século XIX (Moreira, 2017).

Dentre as alternativas de distanciamento do modelo tradicional, há o fanzine, uma mídia que surgiu nos Estados Unidos na década de 1930 (Vasconcelos *et al.*, 2023). O termo “fanzine” provém da junção de duas palavras inglesas, “*fanatic*” e “*magazine*”, que em tradução livre quer dizer revista de fã (Magalhães, 2020).

[...] os fanzines são publicações alternativas e não profissionais, que possibilitam a divulgação de informações e conteúdos diferenciados quanto a posicionamentos políticos, ideológicos e culturais. Normalmente, por serem de baixo custo e com foco maior na mensagem, eles costumam ser feitos sem a obtenção de lucro pelos seus autores, o que permite maior liberdade e independência para a expressão artística e editorial. Inclusive, muitos são distribuídos como modo de auxiliar outros propósitos de trabalho. Esse desprendimento do fanzine como meio de publicação o torna um fenômeno cultural ao romper com os formatos prévios da comunicação e inovar enquanto processo de comunicação e aprendizado acadêmico pela relação entre visual e textual nas experiências de produção gráfica (ANDRADE; SENNA, 2015; ASSUMPÇÃO; PINA; SOUZA JÚNIOR, 2011).

Assim, é uma publicação no formato de revista, amadora, manufaturada, com baixo custo e artesanal, com um tema de interesse para quem produz e para o público a que se destina (Andraus, 2011; Vasconcelos *et al.*, 2023). Pode ser impresso ou digital (*e-zine*). O diferencial da utilização do fanzine como suporte de apoio pedagógico destaca-se por ser uma ferramenta que propicia o desenvolvimento da criatividade e o protagonismo do educando (Machado; Veloso; Nobre, 2021). As autoras Kaiser e Silva (2010) complementam a importância dos fanzines ao dizerem que eles são um exercício para a democratização da informação, uma vez que acolhem os anseios de adolescentes e permitem-nos a criar uma revista, com uma linguagem própria, criativa e presente em seu cotidiano, que possa ser divulgada entre eles próprios.

Foram encontrados, na produção acadêmica nacional, alguns trabalhos que envolvem a adoção do fanzine no ensino de Ciências e/ou Física. Dentre as produções lidas e analisadas considerou-se os trabalhos mais relevantes e que tiveram maior pertinência com a temática da

proposta em questão. Todos eles faziam referência à utilização do fanzine como apoio pedagógico para abordar e desenvolver conteúdos científicos.

Bezerra e Santos (2018) apresentaram um trabalho com a experiência de produção de fanzines para o Ensino de Ciências na Educação de Jovens e Adultos (EJA). Tomaram como referencial teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa. Desenvolveram uma sequência didática nas aulas de Ciências que culminou com a produção de fanzines pelos alunos da EJA. O estudo mostrou que o fanzine possui um grande potencial para o ensino de Ciências por criar entre os atores envolvidos o diálogo entre as palavras, a livre expressão e suas leituras de mundo.

Silva (2018), da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Paulo, região Sudeste, participou, como aluna especial, de uma oficina realizada a partir de uma proposta de uma disciplina (Arte, Ciência e Educação: Olhares Diversos e Práticas Possíveis) oferecida pela linha de pesquisa “Formação de Professores e Práticas Docentes” do PPGED / Sorocaba, da UFSCar. A referida oficina de fanzines foi desenvolvida em dois dias com quatro horas em cada dia e foi dividida em dois momentos: um teórico e o outro prático. Os participantes, que no caso, eram docentes, tiveram a oportunidade de conhecer a teoria sobre fanzines e confeccioná-los individualmente. Neste trabalho não foi dada ênfase a nenhum conteúdo específico do ensino de Física, já que o objetivo era trabalhar o fanzine na formação de professores de Ciências, a partir de oficinas. O propósito da oficina foi contribuir de maneira significativa para o estímulo à criatividade em sala de aula facilitando o processo de ensino e aprendizagem dos alunos.

Vieira (2018), da Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, região Sudeste, produziu uma dissertação onde foram desenvolvidos estudos de caso cujo tema era: Histórias em quadrinhos na formação inicial de professores de Física: da curiosidade à elaboração de sentidos, o que incluiu a conceituação e o trabalho com fanzines. A aplicação foi realizada em uma turma do primeiro semestre do diurno de 2016, da disciplina de Metodologia de Ensino de Física 1 (MEF1), do curso de Licenciatura em Física da Universidade de São Paulo (USP). Com relação ao referencial teórico foi adotada a teoria histórico-cultural. Nos estudos de caso em questão, permitiu-se a incorporação de um rol amplo de técnicas de coleta de informações, como a observação participante, coleta sistemática de documentos em meio às dinâmicas de sua produção e conjunto de entrevistas. Como metodologia investigativa usou-se: questionário, portfólio, gravações de áudio e vídeo e plano de ensino. Os conteúdos trabalhados relativos ao ensino de Física foram a eletricidade, tensão e potencial elétrico, campo elétrico, lançamento oblíquo, relatividade e óptica geométrica.

Fernandes (2019) desenvolveu um roteiro para a produção de fanzines no âmbito do Mestrado Profissional de Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG, do Câmpus Jataí, GO. O seu objetivo foi apresentar, no contexto de uma intervenção pedagógica, o fanzine como recurso pedagógico para incentivar a produção textual, na interdisciplinaridade entre Ciências e Arte em torno de questões ambientais trabalhadas em projetos dos alunos. O trabalho foi realizado com estudantes e professores do Ensino Fundamental de uma escola pública Piranhas-GO. Os fanzines, como informativos dos temas derivados dos projetos, foram distribuídos pelos estudantes que participaram do Dia de Ciências e de Arte da escola. Os resultados obtidos mostraram a importância do trabalho com projetos de pesquisa que incentivam a curiosidade e a criatividade.

Alves (2022), da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Paraíba, região Nordeste, através de um Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM), desenvolveu uma Sequência Didática Investigativa (SDI), que teve como tema o estudo de questões ambientais na Educação de Jovens e Adultos (EJA), utilizando o fanzine como expressão de aprendizagem. A sequência foi em uma escola pública do Agreste Pernambucano envolvendo vinte estudantes da modalidade EJA. A autora utilizou a análise de conteúdo de Bardin. No que concerne à metodologia, foi realizado o estudo de oitenta fanzines com aprofundamento teórico nos conteúdos: poluição, degradação ambiental, impactos ambientais e sustentabilidade, tratados de forma científica e contextualizada, vinculados às questões ambientais emergentes na contemporaneidade, despertando o senso de corresponsabilidade socioambiental e contribuindo na formação de sujeitos ecológicos. Como elementos de investigação da sequência utilizou-se a observação participativa, registro em cadernos de anotações em aulas e debates.

Silva *et al.* (2022) utilizaram fanzines no ensino de Física e destacaram o seu papel para fomentar a criatividade, as habilidades artísticas e o trabalho em equipe. Elaboraram uma proposta para o desenvolvimento de fanzines em quatro momentos: apresentação do tema e divisão das equipes, entrega da primeira versão do fanzine, devolutiva aos estudantes, e apresentação e postagem das fanzines em um *padlet*.

Silva (2023), da Universidade Federal do Ceará – UFC, região Nordeste, desenvolveu, como produto educacional, uma sequência didática (SD) para o ensino de conceitos relacionados ao conteúdo de óptica. No entanto, o autor alerta que a metodologia adotada não se limita apenas ao conteúdo em questão. Podem ser também exploradas diversas outras áreas da Física, como a eletricidade, o magnetismo e a termodinâmica. Adotou como referencial teórico a Teoria de Aprendizagem Significativa e Teoria das Inteligências Múltiplas de Howard Gardner. O produto foi aplicado em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio regular. Foram

realizados quatro encontros com os estudantes em que foram apresentados tópicos como: o que são fanzines e como produzi-los, local de publicação desses materiais, utilização da plataforma *padlet*, momento de ajustes com a avaliação e acompanhamento do professor e, por fim, a apresentação e conferência dos fanzines para toda a turma. O trabalho também propõe a utilização da metodologia ativa sala de aula invertida, orientada aos parâmetros da BNCC.

Rodrigues e Leite (2023) desenvolveram uma Revisão Sistemática de Literatura sobre a utilização de fanzines nas aulas de Ciências. Encontraram relativamente poucos trabalhos, evidenciando que o Ensino Fundamental apareceu como o principal segmento educacional em que os fanzines foram implementados nas aulas de Ciências, em geral, para abordar assuntos relacionados a doenças e impactos ambientais. Destacaram que os fanzines são recursos didáticos multifacetados, que podem ser elementos-chave no processo de ensino-aprendizagem em associação com outras ferramentas e práticas de ensino.

Após ter a certeza da escolha do fanzine como recurso pedagógico, com base nas experiências supracitadas, a escolha do tema meteorologia foi pensado por fazer parte do cotidiano das pessoas e com potencial para abarcar diversos conceitos físicos (Silva *et al.*, 2015; Biscaino, 2017; Gugé, 2018; Contin; Barros; Guarrezi, 2020; Mendes; Ditz; Arashiro, 2022). Muitas vezes, no âmbito escolar, os livros didáticos não abordam essa temática de forma aprofundada, e que é tão presente no dia a dia. Meteorologia é a ciência que tem por finalidade estudar as diversas propriedades físicas da atmosfera para compreender os diversos processos que explicam cada vez mais a sua evolução, sendo necessária para a previsão dos estados atmosféricos. Nesses aspectos, o termo meteorologia é essencialmente equivalente à Física. (Kang *et al.*, 2015). O estudo das ciências meteorológicas é uma ação abrangente (Santos; Martins, 2017). Devemos analisar e interpretar a atmosfera como também a sua interação com os diversos componentes do sistema climático, os quais podem-se destacar como sendo: oceanos, solos, biomas vegetais, entre outros elementos. Os fenômenos atmosféricos ocorrem cotidianamente e sempre causaram curiosidade no ser humano, interligando-se com aspectos de caráter cultural, social, político, ambiental e econômico (Cornetta, 2022).

O fanzine com o tema meteorologia pode abrir a possibilidade de um ensino contextualizado. De acordo com Martins e Reis (2004) a escola é o espaço privilegiado de trocas de conhecimentos e saberes e de construção de novos referenciais. Nesse sentido, concebemos a escola como um lugar com cor e sabor, onde as opiniões e as ideias mais avançadas e mais simples possam buscar o norteamento da compreensão do mundo, das pessoas e das coisas, sendo que nesse espaço todos são sujeitos do conhecimento e da aprendizagem (Martins; Reis, 2004).

Os fenômenos atmosféricos são determinantes para o Semiárido brasileiro, sempre visto como uma região problema, com baixos indicadores econômicos e sociais que decorrem da irregularidade das chuvas e prolongados meses de ausência das mesmas (Moura *et al.*, 2019). Nesse contexto, para desconstruir ideias estereotipadas propagadas ao longo dos tempos, surge a necessidade de desenvolver um processo educativo que ajude a fazer surgir e enraizar novos processos de ver, agir e se relacionar com essa região do país, no que podemos nomear como educação contextualizada para a convivência com o Semiárido (Silva; Araújo; Araújo, 2018). Comumente destacam-se predominantemente dois períodos no Semiárido: o período chuvoso e o período de seca, este último também denominado de estiagem ou escassez de chuva, sendo que este último é muito prolongado e acarreta um maior número de dificuldades tanto para os seres humanos como os biomas dessa região do país. Neste período, as plantas e os animais da região Semiárida desenvolveram em suas estruturas uma capacidade de resiliência digna de estudos aprofundados.

No contexto do Semiárido, encontra-se o autor desta dissertação que nasceu em uma cidade goiana justamente pelo fato da sua família sair da região do Semiárido piauiense nos anos setenta, fugindo de uma seca severa que assolou a região. Alguns anos depois, parte da família retorna a região de origem e o autor deste trabalho vivencia uma infância em contato com as reduzidas estações de chuvas e longos períodos de estiagem. Mesmo sem conhecer a teoria, observa a sabedoria popular de pessoas mais velhas em prever os acontecimentos climáticos, utilizar os recursos naturais da caatinga para retirar o sustento da família e enfrentar com resiliência os longos períodos de escassez de água. Concomitante a isso aprende as denominações de muitas espécies de plantas e animais característicos da região em questão, observa a movimentação das estrelas, fases da lua, precipitações pluviométricas e as cores do arco-íris. Tais experiências de infância estimularam, o autor deste trabalho, a escolha pela Física e pelo o objeto de estudo do mestrado.

Considerando os interesses e o objetivo da pesquisa, este trabalho tem como questão de pesquisa: como ensinar Física contextualizado para a convivência com o Semiárido a partir do tema meteorologia utilizando uma oficina de fanzine?

1.1 Objetivos do trabalho

O objetivo geral do presente trabalho é apresentar uma sequência didática para o ensino de Física contextualizado para a convivência com o Semiárido por intermédio de uma oficina de produção de fanzine com o tema meteorologia.

Para atingir esse objetivo, foram adotados os seguintes objetivos específicos:

- ✓ Revisar a literatura científica na busca por trabalhos sobre o ensino de Física contextualizado para a convivência com o Semiárido;
- ✓ Pesquisar a bibliografia sobre a educação contextualizada para a convivência com o Semiárido;
- ✓ Buscar referências bibliográficas que evidenciem o uso de fanzines como suporte de apoio pedagógico;
- ✓ Elaborar um material de apoio para o ensino contextualizado de Física a partir do tema meteorologia;
- ✓ Aplicar o material de apoio e realizar uma oficina de fanzines em uma turma do Ensino Médio;
- ✓ Analisar a aplicação do produto educacional elaborado (Material de apoio para oficina de fanzine sobre meteorologia);
- ✓ Avaliar o produto;
- ✓ Aprimorar o produto.

Com esses objetivos, buscamos, como primeiro passo a revisão de literatura.

1.2 Revisão de literatura

A meteorologia para o ensino contextualizado de Física, visando a convivência com o Semiárido, é um tema relevante para a área de Ensino de Física, pelas possibilidades de abarcar questões de cunho social, cultural e ambiental.

Na revisão de literatura, o *corpus* foi constituído por teses e dissertações nacionais considerando a meteorologia (Köche, 2015). A coleta de dados foi realizada com as seguintes etapas: definição das bases de dados de acesso livre; escolha dos descritores, campos e operadores; buscas e leituras diagonais nos títulos, palavras-chave e resumos dos resultados preliminares obtidos; seleção dos trabalhos com base nos critérios de inclusão; arquivo e inventário dos trabalhos selecionados e análise descritiva dos dados. A análise descritiva,

qualitativa, buscou apresentar um retrato detalhado e preciso do material estudado, explorando suas características, manifestações e contextos (Soares, 2022).

Com isso, foram elencados como bases de dados a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações e o Banco de Teses e Dissertações da Capes. Optou-se pelas dissertações e teses para sondar a originalidade da presente proposta no âmbito da pós-graduação *stricto sensu* e para obter informações antecipadas e mais detalhadas sobre os trabalhos realizados. Adotou-se o descritor “meteorologia” associado ao descritor “ensino de Física”, submetidos ao operador booleano “and”.

Na realização da pesquisa foram encontrados dezoito trabalhos publicados no período entre 2013 a 2024, com os descritores “meteorologia” e “ensino de Física”. Dentre os trabalhos analisados, foi observado que sete foram trabalhos apresentados para obtenção do título de mestre ao Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF). Foram analisadas dezesseis dissertações de mestrado e duas teses de doutorado. Percebeu-se também que todos os trabalhos tinham relação com o nosso objeto de pesquisa, critério de inclusão adotado.

Vidal (2018), da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, região Nordeste, propôs, em sua dissertação de mestrado, a construção de um manual didático para a confecção de uma miniestação meteorológica portátil, para diminuir as dificuldades no ensino da Termodinâmica. Ao construir o experimento, objetivou-se estudar as variáveis de estados termodinâmicos utilizando o Arduino como uma plataforma de monitoramento. Como referencial teórico, a autora cita ideias de Delizoicov. O produto educacional foi confeccionado, por meio de oficinas, utilizando materiais de baixo custo e aplicado na Escola Agnus Dei, em Parnamirim – RN, em uma turma da segunda série do Ensino Médio. O experimento utilizando o Arduino propiciou uma maior confiabilidade na medição de duas variáveis de estado termodinâmico, temperatura e pressão.

Pereira (2018), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Araranguá, região Sul, desenvolveu e aplicou uma sequência metodológica da Taxonomia de Bloom Revisada no ensino de Física a partir da análise de dados de estações meteorológicas. O referencial teórico adotado foi a teoria significativa de Ausubel aplicando conceitos de Física através de utilização de estações meteorológicas. O trabalho de pesquisa foi desenvolvido em uma escola de Criciúma – SC em uma turma de 30 alunos do 3º Ano do ensino médio. A aplicação do referido produto permitiu verificar a eficácia no processo de construção do conhecimento discente, elucidando as aplicações da Física em seu cotidiano.

Pinto (2018), da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Presidente Prudente, região Sudeste, desenvolveu como produto educacional uma sequência didática – SD, utilizando a tecnologia da plataforma de prototipagem Arduino para o desenvolvimento e utilização de uma mini estação meteorológica automática para ensinar e aprender os conteúdos prescritos e as habilidades pretendidas no Currículo da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. A pesquisa foi fundamentada na teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel. O produto educacional em forma de uma sequência didática foi desenvolvido em uma sala regular da 2ª série do Ensino Médio no ensino público, no município de Presidente Prudente – SP. O monitoramento de dados meteorológicos de modo remoto e automático culminou em uma ação integrada de conscientização à comunidade local sobre os fatores de risco ao bem-estar físico e ambiental, sendo perceptível a melhora significativa na aprendizagem dos conteúdos de Física pelos alunos, bem como o desenvolvimento de habilidades requeridas pelo Currículo.

Bacelar (2016), da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Manaus, região Norte, desenvolveu uma sequência didática – SD, baseada na construção de um Pluviômetro a partir de materiais alternativos em que permitisse estudantes do Ensino Médio a compreensão de conceitos e fenômenos físicos e sua relação com os principais fenômenos atmosféricos e meteorológicos com a problemática de como contextualizar o processo de ensino e aprendizagem dos principais fenômenos meteorológicos no eixo temático do componente curricular de Física Calor e Temperatura, como: as chuvas e seus ciclos, a pressão, volume, temperatura de máxima e mínima, umidade relativa do ar. O trabalho foi pautado pela teoria da aprendizagem significativa ou assimilativa de David Ausubel. O mesmo foi desenvolvido e pensado em como os professores de Física do segundo ano do Ensino Médio, do município de Tefé – PA, poderiam utilizar a sequência didática em sala de aula, no que se refere ao eixo temático temperatura e calor, para que os estudantes, a partir dos conhecimentos prévios, reconhecessem os conteúdos como importantes para sua região.

Mendes (2021), da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, região Sul, propôs, em um produto educacional, a construção de uma miniestação meteorológica para associação teórico-prática de ensino de Física, onde houvesse a possibilidade dos alunos compreenderem melhor os fenômenos estudados em Física na sala de aula. O referencial teórico adotado pelo autor foi pautado pelo desenvolvimento através da interação de Vygotsky e a educação libertadora e a prática experimental na sala de aula de Paulo Freire. O produto foi aplicado de forma remota, devido a situação de pandemia de COVID-19, para alunos de 1º ano

de Ensino Médio do Colégio Cassiano do Nascimento, escola pública estadual, na cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul. A construção do produto foi feita em grupos de trabalho remoto, de forma onde os alunos puderam interagir e discutir as etapas de montagem.

Nascimento (2022), da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, região Centro-Oeste, propôs, em seu trabalho, a construção de dois protótipos de estação meteorológica para monitorar as variáveis termodinâmicas de forma significativa, considerando o ambiente local, com e sem cobertura vegetal. Para a construção foram usadas ferramentas tecnológicas de livre acesso e baixo custo. Para a realização do trabalho foi desenvolvida uma Sequência Didática (SD), em consonância com a BNCC/DRC-MT, para o ensino da Termodinâmica. A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel foi utilizada como parâmetro para referenciar o trabalho. O local de desenvolvimento do trabalho foi a escola estadual de Ensino Médio, Historiador Rubens de Mendonça, em uma turma do segundo ano do Ensino Médio, na cidade de Cuiabá – MT. O produto educacional em forma de SD permitiu o protagonismo do aluno ao analisar e interpretar fenômenos naturais que envolvem variáveis termodinâmicas em sua vivência.

Mocó (2020), da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Barra do Garças, região Centro-Oeste, propôs, em seu produto educacional, o ensino de conceitos de Termodinâmica usando uma estação meteorológica experimental de baixo custo. Os dados coletados através da estação foram analisados e serviram como facilitadores de uma aprendizagem significativa de alguns conceitos da Física térmica, tais como: temperatura, calor, escalas termométricas, termômetros, umidade relativa do ar, transmissão de calor e radiação UV. Além dos conceitos de Física, foi possível o trabalho com os estudantes de linguagem de programação e eletrônica básica. Para a construção do trabalho em questão, o autor utilizou como base teórica a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. O contexto de desenvolvimento do trabalho foi no Colégio Estadual Luís Perillo, na região metropolitana de Goiânia – GO e o produto educacional foi aplicado junto aos estudantes do segundo ano do Ensino Médio.

Contin (2017), da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, região Centro-Oeste, desenvolveu, em seu trabalho, o uso das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS, para possíveis contribuições no desenvolvimento do ensino de Física no Ensino Fundamental, utilizando como instrumento importante uma estação meteorológica para aplicação de conceitos teóricos e experimentações práticas vivenciadas no processo de ensino e aprendizagem. A fundamentação teórica da autora faz referência às teorias da aprendizagem significativa apresentadas por David Ausubel e Marco Antônio Moreira. O

trabalho foi desenvolvido na Escola Estadual Gabriel Pinto de Arruda, na cidade de Cáceres – MT, com alunos de duas turmas do nono ano do Ensino Fundamental matriculados no turno vespertino no ano de 2016.

Silva (2021), da Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Manaus, região Norte, propôs em seu trabalho as possibilidades da aprendizagem prática da Termodinâmica usando a plataforma de prototipagem eletrônica Arduino orientada pela educação STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) na modalidade de Ensino Remoto. O trabalho em questão consistiu em ambientar os participantes na resolução de problemas do mundo real com o intuito de guiá-los por uma aprendizagem que envolveu a integração de diversas áreas do conhecimento humano e contextualizada com os eventos e necessidades do século XXI, em uma perspectiva prática. No que concerne à fundamentação teórica, objetivou-se desenvolver um processo de Aprendizagem Centrado em Tarefas (TCL), norteado pelos objetos de aprendizagem da Taxonomia de Bloom Revisada em relação ao conteúdo de Termodinâmica. Os participantes da pesquisa foram discentes de uma turma do 7º período do curso de Licenciatura Plena em Física, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM.

Oliva (2020), da Universidade Federal do Pampa (Unipampa), Bagé, região Sul, buscou, em seu produto educacional, refletir sobre as possibilidades do uso da tecnologia objetivando elaborar, implementar e avaliar situações-problema para abordar conceitos de temperatura e sensação térmica no Ensino Fundamental. O trabalho teve o apoio de uma miniestação meteorológica controlada pela placa Arduino e o aplicativo Java Ardublock. A tecnologia da plataforma de prototipagem Arduino e a programação em blocos (aplicativo Ardublock) foram utilizados para a automação de uma miniestação meteorológica buscando potencializar o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de Física envolvidos desmitificando a ideia errônea de que os fenômenos físicos estudados na escola do campo não possuem ligações práticas na vida cotidiana dos alunos. O público envolvido na pesquisa foram alunos de uma sala de aula regular do nono ano, do Ensino Fundamental, da escola Municipal Rural de Ensino Fundamental Sucessão dos Moraes, situada na localidade do Upacaray, III Subdistrito de Dom Pedrito/RS. O referencial teórico adotado foi a teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud.

Vidal (2024), da Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador, região Nordeste, objetivou, em sua tese de doutorado, avaliar e quantificar o potencial de geração de energia elétrica eólica *offshore* no litoral do Nordeste brasileiro, empregando técnicas de modelagem numérica e simulação computacional com o *Modelo Weather Research and Forecast* (WRF).

O referido estudo se delimitou a estudar a área da margem da costa do litoral do nordeste brasileiro até uma distância de 24 milhas náuticas na plataforma continental, com profundidade média de até 50 metros. Os dados do WRF foram comparados com medições *in situ* coletados em boias oceânicas e Estações Meteorológicas Automáticas (EMA), observou-se a consistência dos dados coletados. Os resultados da pesquisa destacaram variações distintas na intensidade do vento ao longo do dia para a boia de Recife e EMA's de João Pessoa e Ilhéus, com padrões diurnos diferentes. Os estados do Rio Grande do Norte e Piauí, são identificados como a área mais propícia para a geração de energia eólica *offshore*. O trabalho de pesquisa evidenciou o enorme potencial de geração eólica na região *offshore* do Nordeste Brasileiro.

Zangalli Junior (2013), da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Presidente Prudente, região Sudeste, buscou em seu trabalho entender melhor as questões relacionadas às mudanças climáticas, procurando compreender os discursos dos agentes envolvidos na construção e divulgação de um alerta climático global com o intuito de desvendar as implicações políticas, científicas e sociais de um problema tão debatido nos últimos tempos. O trabalho em questão consistiu na criação de um banco de dados com artigos publicados em quatro periódicos: Revista Brasileira de Meteorologia e Revista Brasileira de Climatologia, *Climate Change* e *Theoretical and applied Climatology*. Foram catalogados e analisados 635 artigos, pesquisados no período de 2000 a 2008. Para analisar o papel da mídia, abordaram-se as matérias de jornais e revistas da Folha de São Paulo, O Estado de São Paulo, Veja e Época no mesmo período. Foram realizadas entrevistas com professores da escola básica da rede pública e privada de ensino de Presidente Prudente para entender como a ciência e a mídia têm influenciado na compreensão do tema pela sociedade. Com o referido estudo, constatou-se que com relação à educação básica, os professores atuam como educadores ambientais. O aquecimento global acaba sendo generalizado junto aos demais problemas ambientais e, por mais que o professor tenha conhecimento sobre os paradigmas científicos e apresente esses aos alunos, denota maior ênfase ao aquecimento fruto das emissões de CO₂. O discurso midiático, no entanto, é utilizado apenas para ilustrar e entreter o aluno frente ao problema.

Araujo (2019), da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Rio de Janeiro, região Sudeste, desenvolveu um estudo que propõe o desenvolvimento e avaliação de uma metodologia para estimar a incidência de radiação solar no município de Seropédica – RJ. O trabalho de pesquisa objetivou avaliar se o modelo de Redes Neurais Artificiais (RNAs) é apropriado para tal fim. Foram obtidos dados horários correspondentes ao período de 01 de maio de 2017 a 31 de janeiro de 2019 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) através da estação Ecologia Agrícola, localizada na região de estudo. Com o estudo foi possível

concluir que RNAs são ferramentas adequadas para estimar a incidência de radiação solar. O trabalho em questão foi baseado nos pressupostos teóricos de vários autores do objeto de estudo como: Warren McCulloch e Walter Pitts (percussores do modelo neural artificial de um neurônio biológico), Frank Rosenblatt, Bernard Widrow, Marcian Edward Hoff, Marvin Minsky, Seymour Papert, Haykin, Fausett, Guarnieri, dentre outros. O desenvolvimento do trabalho não foi aplicado em nenhum ambiente escolar ou acadêmico de forma específica.

Almeida (2021), da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campina Grande, região Nordeste, em seu trabalho, buscou diagnosticar a potencialidade da energia solar fotovoltaica no Semiárido nordestino e a sua relação com o desenvolvimento sustentável. Foram utilizados dados de diferentes fontes de energia, de irradiância solar e de energia solar fotovoltaica. Para a análise dos dados, foi utilizada a estatística descritiva, com determinações de médias aritméticas, frequências relativas, comparações entre si, dentre outros parâmetros estatísticos e os cálculos, elaboração de gráficos e tabelas pela planilha Excel. O estudo concluiu que os sistemas fotovoltaicos no Semiárido nordestino têm potencialidade de expansão e contribuem para o desenvolvimento sustentável, geram empregos e rendas e são descentralizados. Mas, há necessidade de avanços tecnológicos que resultem no aumento na eficiência de conversão e redução de custos, além da opção de adicioná-la à matriz energética nacional. Como referencial teórico foram citadas situações históricas sobre tentativas de uso da referida matriz energética como a descoberta de William Grylls Adams, que o selênio produzia eletricidade quando exposto à luz. Tal experiência foi demonstrada por Heinrich Hertz. Einstein, em 1921 ganhou o Nobel de Física pelo desenvolvimento de sua pesquisa utilizando painéis fotovoltaicos. Outros estudiosos da área foram citados para fundamentar o trabalho. O local de observação foi, de forma específica, o Semiárido nordestino observando dados publicados em relatórios disponibilizados em sites do Instituto Nacional de Meteorologia, do serviço de ciência e conhecimento da Comissão Europeia, do Balanço Nacional Energético, do Ministério de Minas e Energia, da Agência Nacional de Energia Elétrica, dentre outros.

Bagatoli (2018), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Blumenau, região Sul, apresenta uma proposta de ensino em formato de oficina para trabalhar conceitos de eletricidade na prática, com ênfase em resistores ôhmicos, diferenciando do ensino tradicional onde o estudante vivencia a experimentação através da prototipagem de circuitos eletrônicos e do manuseio de equipamentos de medição. Para coleta dos dados, utilizou-se, como ferramenta tecnológica, um microcontrolador (Arduino) e ferramentas de prototipagem como protoboards, fontes, multímetros, entre outros. A aplicação do produto educacional aconteceu em duas escolas de São Bento do Sul – SC, tendo como público-alvo estudantes do Ensino Fundamental

e Ensino Médio. Pode-se concluir que a oficina proporcionou uma aprendizagem centrada no conhecimento do aluno que por sua vez teve a oportunidade de desenvolver suas habilidades através de experimentação e do trabalho colaborativo. O autor do trabalho conclui que a oficina tenha um alto grau de aplicabilidade nas aulas de Física no Ensino Fundamental e Médio.

Silva (2018), da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), Uberaba, região Sudeste, objetivou em seu trabalho, estudar o uso da energia solar nos processos de lixiviação e destilação, associados à obtenção de óleos de amendoim, coco e baru. Nos experimentos, foram utilizados dois modelos de concentradores solares para o aquecimento do solvente etanol hidratado combustível, sendo um de formato cilíndrico-parabólico e outro de geometria biangular de doze lados. Para o presente estudo foram obtidos dados do INMET para analisar a influência das condições meteorológicas. Após os processos de experimentação, o autor do trabalho pode observar e concluir que o processo de destilação solar, além de aproveitar as condições naturais de energia, minimiza os efeitos de geração de resíduos pela possibilidade do reaproveitamento do solvente aumentando ainda mais o viés sustentável do processo.

Marques (2023), da Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador, região Nordeste, objetivou, em sua tese de doutorado, analisar os fatores de competitividade da energia eólica, utilizando como estudo de caso o complexo eólico Alto Sertão, localizado no Estado da Bahia como forma de compreender os fatores que influenciam a competitividade das energias renováveis, em particular a energia eólica, na região Nordeste do Brasil, com foco no Estado da Bahia. Para o estudo em questão foi utilizada uma abordagem exploratória documental, que utilizou predominantemente fontes secundárias de dados, combinadas com a realização de entrevistas. Após os resultados da pesquisa, o autor conclui que, a energia eólica exerce grande relevância para diversificar a matriz energética do país, especialmente por ser limpa e não emitir gases do efeito estufa na atmosfera, pela sua possibilidade de complementariedade com a fonte solar fotovoltaica e hidráulica. Os fatores de competitividade juntamente com os pontos focais elencados na pesquisa foram contemplados a partir das observações das dimensões políticas, econômica, sociocultural e principalmente na dimensão espacial, que envolvem a energia eólica no Nordeste em específico o complexo eólico Alto sertão, que demonstra a sua importância e relevância em todos os sentidos para a região delimitada.

Carvalho (2022), da Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Manaus, região Norte, buscou em seu trabalho analisar como a história em quadrinhos torna-se um importante recurso pedagógico para o ensino e aprendizagem de estudantes imigrantes venezuelanos sobre a preservação dos igarapés de Manaus. Dentro dos procedimentos metodológicos foram abarcados a pesquisa bibliográfica e exploratória, com abordagem qualitativa, sendo a

perspectiva fenomenológica o eixo estruturante do estudo. O trabalho foi pensado para ser desenvolvido em um ambiente escolar com estudantes imigrantes venezuelanos em escolas públicas estaduais de Manaus de forma interdisciplinar entre as Ciências Geográficas e o ensino de Ciências. Pode-se concluir, com o presente estudo, que o ensino de Ciências para imigrantes venezuelanos por meio das histórias em quadrinhos é uma solução viável, cuja utilidade não se restringe apenas em ministrar conteúdos, mas também para o engajamento destes estudantes em causas que influenciam diretamente na sua qualidade de vida.

Após realizar a análise individual de cada trabalho, constatou-se que todas as regiões geográficas do Brasil foram contempladas com trabalhos acadêmicos oriundos dos mais variados estados do Brasil. Com isso, percebe-se uma forte preocupação em pesquisar e aprofundar os conhecimentos na temática em estudo em todo o território nacional. Outro fator que merece destaque é o estudo sobre as matrizes energéticas alternativas, especialmente na região Nordeste. As duas teses de doutorado, Marques (2023) e Vidal (2024), fazem menção a questão do potencial da energia eólica. A dissertação de Almeida (2021) destaca o potencial da energia solar fotovoltaica também no Nordeste. Por fim, destacam-se em muitos trabalhos a construção de estações meteorológicas e no campo da tecnologia o trabalho com Arduino foi muito recorrente. Nos trabalhos analisados há o diálogo entre o conhecimento físico e questões sociais, ambientais e/ou sanitárias.

1.3 Estrutura da dissertação

Em consonância com o objetivo proposto, este trabalho foi estruturado em cinco seções. Na *Introdução*, foi exposto a relevância do tema, os objetivos e uma breve revisão de literatura.

Na sequência, foi apresentado o *Referencial Teórico* acerca do paradigma da educação contextualizada para a convivência com o Semiárido e a proposta do Itinerário Pedagógico. O referencial também contém um núcleo voltado para os conceitos da Física mobilizados na execução do trabalho.

Em seguida, tratou-se da *Metodologia*, considerando dois aspectos: a metodologia de ensino e a metodologia do trabalho. A seção sobre metodologia de ensino explica a proposta de produto educacional com base no Itinerário Pedagógico. Na metodologia do trabalho considerou-se a metodologia de pesquisa adotada no trabalho, considerando a abordagem, o método, o contexto, seus sujeitos e os instrumentos e técnicas de coleta e análise de dados adotados para a aplicação e validação do produto educacional com alunos da educação básica.

Nos *Resultados e Discussões*, foi apresentado o desenvolvimento do produto e o relato dos resultados da sua aplicação em uma sala de aula regular. Nesse ponto, foi feita a articulação com o referencial teórico, estruturando essa seção conforme as etapas do Itinerário Pedagógico. Por fim, concluiu-se fazendo a avaliação do produto.

Por fim, nas *Considerações Finais*, refletiu-se sobre os desdobramentos deste trabalho para o mestrando, bem como para a pesquisa e a prática na área de ensino de Física. Também foi socializado acerca das limitações e dificuldades encontradas, além de apontamentos para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico deste trabalho contém dois aspectos, abrangendo o pedagógico e a Física. Inicia-se com o aspecto pedagógico, fundamentado na educação contextualizada para a convivência com o Semiárido. Em seguida, expõe-se a fundamentação teórica em Física.

2.1 Educação contextualizada para a convivência com o Semiárido

O Semiárido brasileiro é uma região demarcada pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). É composta atualmente por 1.477 municípios, abrangendo mais de um milhão de quilômetros quadrados (15% do território brasileiro).

A delimitação geográfica do Semiárido Brasileiro a partir do critério climatológico, ou seja, das áreas de ocorrência de secas, tem sido muito variável ao longo das décadas, ampliando ou reduzindo a área, conforme a incidência de secas, da aplicação de recursos e da implementação de políticas públicas/assistenciais às áreas atingidas. Novos enfoques, por exemplo, o processo de desertificação, tem favorecido para uma nova delimitação do mapa do Semiárido Brasileiro. Segundo Souza (1995), os territórios são estáveis ou instáveis, podem formar-se ou dissolver-se em rápido intervalo de tempo, podem ser periódicos ou regulares, e isso nos permite compreender as diferentes fronteiras territoriais que ao longo do século XX foram estabelecidas para o Semiárido Brasileiro.

Suas características são: precipitação pluviométrica com média anual igual ou inferior a 800 mm; Índice de Aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50 e percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano (SUDENE, 2024).

Apesar das condições climáticas adversas, o Semiárido brasileiro é rico em biodiversidade vegetal e animal. Seu bioma predominante, a Caatinga, é único no mundo, com

espécies adaptadas às condições extremas de temperatura e disponibilidade hídrica (Falcão Sobrinho, 2007).

Mas não se trata de uma região definida apenas em termos físicos espaciais. Segundo Costa (1988), a região é um espaço de identidade cultural e representatividade política, articulado em função de interesses muitas vezes econômicos. Nessa direção, o Semiárido brasileiro destaca-se pela riqueza cultural e diversidade do seu povo. Desse povo, 38% vive no campo, o que o torna o território mais habitado no meio rural brasileiro (Baptista; Campos, 2013). É responsável pela alta produção de soja, milho, algodão, feijão, mandioca e cana-de-açúcar, dentre outros; a extração vegetal do umbu, carnaúba, pequi, babaçu, e outras frutas e oleaginosas; além da produção agropecuária, com destaque para a ovinocaprinocultura, a apicultura e o rebanho bovino (INSA, [S.d.]).

A população camponesa do Semiárido também contribui, no nível da agricultura familiar, para a preservação de tradições culturais, para a manutenção de práticas agroecológicas, para o desenvolvimento de tecnologias sociais e para a conservação de suas riquezas naturais (Schistek, 2013).

O conhecimento e a forma de vida das populações que ainda conservam métodos tradicionais podem colaborar de maneira social e cultural para a conservação da biodiversidade, além de constituir uma ferramenta importante para a manutenção da cultura (Almeida *et al.*, 2019).

As populações do Semiárido desenvolveram ao longo do tempo estratégias de sobrevivência e de adaptação às condições climáticas adversas, especialmente em períodos de seca e de altas temperaturas, o que indica uma forte resiliência cultural e social. Como afirma Malvezzi (2007, p. 9, 10), “O Semiárido brasileiro não é apenas clima, vegetação, solo, sol ou água. É povo, música, festa, arte, religião, política, história. É processo social. Não se pode compreendê-lo de um ângulo só”. Dessa forma, a população do campo no Semiárido tem importância fundamental para a região, para o Nordeste e para o nosso país.

Historicamente, tem sido conhecido e associado a imagens da seca e atraso socioeconômico, enquanto as riquezas naturais da sua terra e culturais do seu povo têm sido invisibilizados e seus complexos problemas tratados intencionalmente de forma superficial e reduzida em termos de questões climáticas (Dourado, 2012). Para mudar esse quadro, desde os anos 1990 surgiu a proposta de Convivência com o Semiárido que preconiza uma nova forma de ler os problemas do Semiárido e de sua gente, a favor da valorização das suas riquezas bioculturais e da formação/organização do seu povo para ressignificarem e conviverem com o seu território com emancipação e sustentabilidade (Martins, 2006).

A proposta de convivência com o Semiárido faz parte de um processo que envolve diversos marcos históricos envolvendo políticas, movimentos sociais, avanços científicos e iniciativas governamentais. Inicialmente, segundo Carvalho (2013) já na década de 1970 esta proposta já se pontuava em vários lugares. Isso foi feito especialmente por iniciativas de Organizações da sociedade civil e da Igreja Católica. Depois, na década de 1980, a sociedade passou a pressionar pela participação do povo nas políticas públicas de desenvolvimento do Semiárido (Carvalho, 2013). Um exemplo disso é o Movimento Muda Nordeste, de 1985, que denunciou as políticas assistencialistas e apontou o direito da população à participação política quando se trata do desenvolvimento do Semiárido (Fávero, 2002).

Na década de 1990 a proposta de convivência com o Semiárido emerge de forma destacada pela sociedade civil organizada. No início da década de 1990, mais precisamente em 1992, movimentos sociais, associações, cooperativas e sindicatos lançaram o Fórum Nordeste, um marco que anunciava as possibilidades de convivência com o Semiárido (Macedo, 2004).

No fim dessa década, em 1999, surge a Articulação Semiárido Brasileiro (ASA), uma rede com centenas de organizações da sociedade civil, cuja missão é contribuir para a mobilização e a construção de processos participativos para o desenvolvimento sustentável e a convivência com o Semiárido. As estratégias adotadas pela ASA envolvem a comunicação popular e processos de sistematização e intercâmbio de experiências e saberes entre famílias agrícolas visando promover a aprendizagem social (ASA, [S. d.]). Também em 1999, a ASA elabora e divulga a “Declaração do Semiárido: Propostas da Articulação no Semiárido Brasileiro para a Convivência com o Semiárido e Combate à Desertificação”. Esse documento se constituiu no marco político do lançamento da proposta de convivência com o Semiárido como projeto de desenvolvimento territorial (Carvalho, 2011). Considerado um documento de ruptura com a filosofia e as ações do combate à seca, a Declaração aponta medidas estruturantes para o desenvolvimento sustentável da região, pauta um conjunto de medidas políticas e práticas de convivência com o Semiárido e, nesse contexto, propõe a formulação de um programa para construir um milhão de cisternas no Semiárido Brasileiro (ASA, [S. d.]).

No ano 2000, surge a Rede de Educação do Semiárido Brasileiro (Resab). Ela congrega educadores, educadoras e instituições governamentais e não governamentais, que atuam na área de Educação no Semiárido Brasileiro e que trabalham em defesa de políticas públicas educacionais apropriadas à realidade da população sertaneja. Então, ela busca por meio do currículo, da formação de professores, da gestão educacional e de materiais didáticos e pedagógicos consolidar uma proposta político pedagógica de educação para o Semiárido brasileiro construída por meio do diálogo com os diversos sujeitos individuais e coletivos da

região e suas experiências com a educação contextualizada para a convivência com o Semiárido (IRPAA, 2020).

Nas duas últimas décadas a educação contextualizada dentro da proposta da Convivência com o Semiárido esteve em pauta, em forma de reflexões e experiências fora e dentro do espaço escolar. Estas, sob o auspício dos movimentos sociais e, portanto, no espírito da educação popular, instauraram processos de geração de conhecimentos e metodologias alternativas que têm se configurado em novas formas de ver e agir no Semiárido, com viés no diálogo, na sustentabilidade e na transformação social. Nesse cenário, encontra-se nas escolas do Semiárido o ensino de Ciências da Natureza, obrigatório no ensino fundamental e médio.

Um dos esteios da proposta de Convivência com o Semiárido é a educação contextualizada, que pode ser definida como o fazer pedagógico associado com o processo de (re)descoberta, (re)conhecimento e relação com o contexto, considerando as suas singularidades (Santana; Reis, 2023). Portanto, trata-se da educação que valoriza a realidade do contexto e, como educação popular, valoriza os saberes populares, a sustentabilidade e a transformação social.

A Educação Contextualizada para a Convivência com o Semiárido é construída a partir do diálogo com os saberes das classes populares, legados transmitidos por gerações, como histórias, símbolos, festas, ritos, religiões, crenças, costumes, dialetos, contos, lendas, brincadeiras, técnicas artísticas, práticas medicinais, culinária, modos de se organizar, relacionar e produzir socialmente e com o meio ambiente. Longe de serem negados, esses saberes são reconhecidos, alquimiados e ampliados no processo de escolarização (Martins, 2006).

Talvez o que esteja em questão na contextualização, na descolonização, na adoção de uma perspectiva mais engajada nos esforços de desenvolvimento sustentável seja esta ampliação da abordagem: então não é isolar; é ampliar, é expandir. É tecer redes de saberes que se vinculam visceralmente às nossas condições particulares de vida, sem, no entanto, se encerrarem nelas. Por isso exige uma postura mais despojada e mais disposta a não aceitar os conteúdos prontos, mas ir atrás de sua produção. Produzi-los com os sujeitos envolvidos nas situações concretas de ensino-e-aprendizagem e fazer, por dentro disso, com que as histórias negadas possam ser contadas, faladas, descritas e escritas. Devolver a voz aos que a tiveram usurpada, reprimida, negada (Martins, 2006, p. 40).

Além dos saberes populares, a Educação Contextualizada para a Convivência com o Semiárido luta pela sustentabilidade ambiental, social, econômica e cultural como elementos de sustentação dos processos e projetos educacionais (Reis, 2006). Nessa perspectiva, a sustentabilidade pode ser compreendida como a capacidade de se relacionar com o todo sem

comprometer o futuro das próximas gerações. Segundo Mattos (2004), a sustentabilidade é crucial na proposta de Convivência com o Semiárido.

Sua proposta básica é encontrar a sustentabilidade no semiárido através da convivência, o que implica necessariamente promover mudanças substanciais que incluem transformações na estrutura social e nos padrões de produção, nos valores e no consumo. Significa, contudo, buscar a identidade coletiva e comunitária em torno desse novo sistema de representação da ideia de natureza que passa por um processo denominado de aprendizagem social. (Mattos, 2004, p. 81).

Portanto, a Educação Contextualizada para a Convivência com o Semiárido tem como vórtice a aprendizagem social para criar subjetividades/coletividades marcadas pelo respeito à natureza e ao ser humano.

Outro mote da Educação Contextualizada para a Convivência com o Semiárido é a transformação social.

O mesmo movimento que aconteceu com a assistência técnica e que vem transformando-a, gradativamente, numa dimensão contextualizada, tem se dado com a escola básica e, em algumas experiências, aponta passos adiante. Houve, inicialmente, um despertar para o papel da escola. É verdade que muitas ONGs e movimentos tiveram dificuldade de descobrir o papel da escola na transformação social e, em nosso caso, na implementação da convivência com o Semiárido [...]. Se for verdade que muito ainda falta para que tenhamos uma educação contextualizada, é verdade também que o caminho trilhado é largo e valioso e que o caminho de volta é irreversível [...] o que buscamos é uma escola construtora de conhecimentos que, na interação com as comunidades, possa ajudar a transformar o Semiárido; por isso uma escola intérprete da realidade local, capaz de ajudar a construir a identidade das pessoas e comunidades do Semiárido, respeitadora da cultura, preservadora do meio ambiente e promotora do desenvolvimento holístico e sustentável (Baptista; Campos, 2013, p. 92, 94).

Por conseguinte, trata-se de uma educação comprometida com a transformação social do Semiárido brasileiro. Para isso, é preciso que se trabalhe a leitura que a sua população faz da sua realidade, reconhecendo seus reais e complexos problemas, que vão além da dimensão climática, e suas potencialidades. O Semiárido brasileiro é uma região de grande diversidade ecológica e cultural, mas que enfrenta desafios significativos em termos sociais e econômicos (Perez-Marin, 2010). Abordagens integradas, sustentáveis e adaptativas são essenciais para promover a convivência das comunidades com esse ambiente peculiar e desafiador. Nesse cenário emergiu a proposta de convivência com o Semiárido. Ela pode ser entendida como um conjunto de orientações sobre como ‘conviver’ com qualidade e de forma sustentável com as condições dessa região, considerando as suas especificidades, problemáticas, possibilidades e potencialidades (Silva; Pereira, 2020).

O ensino de Ciências contextualizado para a convivência com o Semiárido precisa considerar os seguintes eixos temáticos: o diálogo com os saberes populares sertanejos, a problematização com questões locais e regionais, a responsabilidade social e ambiental, e o posicionamento político.

Diferentes do senso comum, que está disseminado por todo o tecido social, os saberes populares são aqueles que determinados grupos, muitas vezes invisibilizados, acumularam durante gerações pela educação informal e que servem para explicar a sua visão de mundo e as suas práticas (Lakatos; Marconi, 2003; Chassot, 2011). Apesar da ausência da rigorosidade científica, esses saberes carregam enorme riqueza cultural. Por isso, podem trazer grandes contribuições para o processo de ensino-aprendizagem se forem estabelecidos diálogos com os conhecimentos científicos. “Este processo pode ocasionar muitas determinações interessantes e novos caminhos para ciência, por um lado, e valorização daqueles que produzem e detêm os saberes populares, por outro. Na escola, essa articulação é especialmente interessante e necessária” (Nascibem; Viveiro, 2015, p. 290).

No ensino de Ciências visando a convivência com o Semiárido, o diálogo com os saberes populares sertanejos é condição para a contextualização dos conteúdos escolares. Isso acontece porque a aprendizagem de novos conhecimentos se ancora naquilo que já sabemos, ou seja, daquilo que compõe a nossa estrutura cognitiva, o que inclui nossas crenças, tradições, costumes e visão de mundo. Dessa forma, é preciso considerar os saberes historicamente construídos pelos homens e mulheres do Semiárido (Figueiredo; Gonzalez; Xavier, 2021). Esses saberes resultam da descoberta de formas alternativas de produção da existência e de enfrentamentos às condições climáticas com as quais aprenderam a viver e conviver durante gerações.

Nesse sentido, o papel do educador é garantir que esse espaço de troca de saberes aconteça de forma horizontalizada, isto é, com respeito e valorização à história, aos conhecimentos e às vivências das condições materiais e bioculturais do sujeito sertanejo (Araújo *et al.*, 2023). Por isso, é importante que o próprio educador reveja os seus conhecimentos e atitudes em relação ao Semiárido e as suas gentes, no sentido da aproximação e do diálogo, o que refletirá nas escolhas de conteúdo e metodologias de ensino.

[...] foram viabilizados debates, interações, práticas e reflexões para o reconhecimento, assim como valorização das particularidades e potencialidades regionais. A partir disso, os alunos foram incentivados a participarem ativamente das abordagens empregadas, de modo que as práticas eram planejadas para que houvesse compartilhamento de saberes e engajamento coletivo (Oliveira; Florentino, 2023, p. 15).

Nessa perspectiva, o professor de Ciências optará pela valorização do conhecimento tradicional das comunidades locais sobre o ambiente e suas práticas de uso sustentável dos recursos naturais. Para isso, é importante que escolha atividades que promovam a troca de conhecimentos entre gerações e o respeito à cultura local. Por exemplo, visitas de campo ou o estudo do meio podem contribuir para que os educandos observem diretamente os fenômenos naturais ou reflitam sobre problemáticas regionais e as práticas sustentáveis em ação no Semiárido. Isso pode acontecer na forma de visitas a reservas naturais, projetos de conservação e comunidades que utilizam práticas sustentáveis de agricultura, de manejo da caatinga e de gestão dos recursos hídricos.

Contextualizar o ensino de Ciências para a convivência com o Semiárido é mais do que associar elementos da região aos conteúdos. É também trazer para o ensino os problemas, as potencialidades e as possibilidades da vida no Semiárido. Temos exemplos a partir de outros trabalhos:

O estudo dos componentes naturais dos ecossistemas que formam o bioma caatinga: o clima (temperatura, luminosidade e energia solar, pluviosidade, ventos); a dinâmica atmosférica; o intemperismo físico e químico; os mecanismos aquáticos (bacias hidrográficas, nascentes, volumes de água, potencialidades para o consumo e geração de energia), bem como as alternativas de desenvolvimento sustentável para essa região e as formas de convivência da população com o fenômeno da seca (produção de alimentos e segurança alimentar, valores nutricionais dos alimentos consumidos em seu cotidiano). Todos esses e outros fatores representam uma maneira de problematizar, através do ensino de ciências na escola, os conteúdos sobre as realidades e diversidade cultural dos que integram essa região [...] É possível, no contexto dessa região, o ensino de Ciências lançar seu olhar sobre os mais variados problemas enfrentados pela população empobrecida: a fome, o analfabetismo, a real dependência pelos programas assistencialistas dos governos que tem a seca como a principal responsável por desencadear todo o processo de miserabilidade, sendo que essa foi uma das maiores invertebidades já difundidas ao longo da história (Figueiredo; Gonzalez; Xavier, 2021, p. 15, 16).

Dentre os temas geradores a serem explorados ao incorporarmos as preocupações de visibilidade e representatividade do Semiárido na formação, encontramos estreita relação com os conceitos da Agroecologia e das Tecnologias Sociais, buscando alternativas de convivência e reconstrução do currículo escolar na perspectiva humana e emancipatória (Araújo *et al.*, 2023, p. 168).

A didática contextualizada para a convivência com o Semiárido requer, do planejamento à avaliação, que o ensino de Ciências se relacione com as problemáticas sociais e historicamente vivenciadas na região. Dessa forma, isso coloca a necessidade de um ensino de Ciências articulado com questões socioambientais e culturais indissociáveis da identidade regional (Oliveira; Florentino, 2023), o que representa uma mudança no que tem sido feito

tradicionalmente, como constataram Figueiredo, Gonzalez e Xavier (2021, p. 9): “Fenômenos naturais como a seca, por exemplo, ocorrem com frequência aos olhos de estudantes e professores/as e pouco se observa de concreto nas práticas educativas destes/as últimos/as para contextualizá-lo e torná-lo mais compreensível”.

Promover um ensino de Ciências contextualizado com o Semiárido envolve uma abordagem que integra os conhecimentos científicos com a realidade e os desafios específicos dessa região.

A “educação para a convivência com o semiárido” passa pela escolarização de temas locais tomados em suas amplitudes, implicando não em tratar estes temas como temas prontos, nem de recorrer ao “saber popular” e parar por aí mesmo. Trata-se de agregar novos saberes a estes temas. Como se estivéssemos agregando valor a um produto, o valor a ser agregado aos temas locais é o novo saber (Martins, 2006, p. 39).

É possível vislumbramos algumas possibilidades como o estudo da biodiversidade local, explorando a flora e a fauna do Semiárido; do ciclo da água, já que é um desafio a escassez de água na região, sendo significativas as estratégias de captação, armazenamento e conservação da mesma, como cisternas e barragens; da agroecologia, com a abordagem de técnicas sustentáveis e adaptadas ao clima e plantas da região, bem como sobre a conservação do solo e da água; das fontes de energia renováveis (eólica, solar, biomassa), com criticidade sobre a sua sustentabilidade; dos recursos minerais, envolvendo a geologia do Semiárido, com suas formações rochosas, potenciais econômicos e impacto ambiental da sua exploração; das mudanças climáticas, resultando em secas severas, inundações, tempestades, aumento da temperatura e desertificação. A inserção desses temas regionais precisa ser realizada dialogando com fenômenos e objetos em nível global, no movimento dialético entre o específico e geral, entre o contexto e a totalidade (Martins, 2006). Ao adotar um ensino de Ciências contextualizado, os educandos aprenderão conceitos científicos com um entendimento mais profundo da interação entre ciência, meio ambiente e sociedade, adquirindo subsídios para se tornarem agentes de mudança em suas comunidades.

Trazer a realidade do sujeito do Semiárido para a aula de Ciências envolve uma intencionalidade crítica e esforço por parte do educador. Depende de planejamento e interesse do educador, além da compreensão de que não há ensino neutro (Freire, 2013). Ou se está do lado da visão estereotipada do Semiárido e do paradigma da seca, reforçada por livros didáticos e ao desejo da classe dominante, ou do lado do paradigma da convivência, pela valorização dessa região e do seu povo e pela transformação e melhora de vida do sertanejo.

2.2 A Física na meteorologia

Nesta seção, discorreremos sobre alguns conceitos físicos considerados nos estudos sobre meteorologia. Foi elaborada a partir de livros voltados para o ensino de Física e Meteorologia Física no Ensino Superior. Mas não se trata de um inventário exaustivo de conceitos. Por isso, sugerimos aos interessados que recorram às fontes citadas, que conterão maiores explicações, ilustrações, exemplos, problemas e um cabedal mais amplo de conceitos físicos essenciais para a compreensão dos fenômenos meteorológicos. Há também uma série de instrumentos adotados na meteorologia para o estudo das variáveis físicas que afetam a atmosfera.

2.2.1 Radiação Solar

A radiação solar é a energia proveniente do Sol, emitida por meio de ondas eletromagnéticas (Yamasoe, 2006). Ela é a principal fonte de calor para a Terra e indutora da fotossíntese das plantas. Assim, a radiação solar é considerada essencial para a vida, sendo o substrato para vários processos dentro da atmosfera, hidrosfera e biosfera (Ayoade, 1996). A radiação solar é composta por um conjunto de ondas eletromagnéticas (Halliday; Resnick; Walker, 2016).

Para realizar o cálculo da velocidade de uma onda, utiliza-se a Equação 1 abaixo:

$$v = \lambda \cdot f \quad \text{Eq. 1}$$

Onde v é a velocidade de propagação, λ é o comprimento de onda e f é a frequência.

Toda superfície terrestre recebe radiação solar em pelo menos alguma época do ano, com uma intensidade de até 1366 kW/m² (Lutgens; Tarbuck, 2007). Essa intensidade pode ser calculada em termos da Irradiância Solar (Insolação ou Fluxo Solar), definida como a quantidade de energia solar incidente recebida por unidade de área em um dado instante de tempo (Gómez, 2018). Trata-se de uma grandeza instantânea que mede a potência da radiação solar recebida sobre uma superfície. A Equação 2, para o seu cálculo é:

$$E = \frac{P}{A} \quad \text{Eq. 2}$$

Onde o E é a irradiância dada em W/m², P é a potência dada em W e A é área em m².

Nessa direção, a constante solar é a Irradiância Solar Média recebida no topo da atmosfera terrestre e seu valor é $E_0 \approx 1361 \text{ W/m}^2$. A Irradiância Solar é uma variável crucial na meteorologia física, pois permite a compreensão da distribuição e da regulação da energia na atmosfera e na superfície terrestre, sendo essencial para subsidiar a modelagem de

fenômenos como a formação dos ventos, a dinâmica das nuvens, a precipitação e as mudanças climáticas.

A quantidade da radiação solar recebida pela Terra também pode ser compreendida pela Potência Total Recebida, Equação 3, considerando uma área circular interceptada (Fernandéz-Garcia *et al.*, 2010).

$$P = S \cdot \pi R^2 \quad \text{Eq. 3}$$

Onde P é a potência total recebida, S é a constante solar com valor aproximado de 1361 W/m^2 e R é o raio da Terra que será elevado ao quadrado.

A incidência da luz do Sol depende de vários fatores, como localização geográfica, hora do dia, estação, paisagem local e clima (Yamasoe, 2006). Ao passar pela atmosfera terrestre, a radiação solar pode sofrer diferentes processos. Nessa perspectiva, ela pode ser classificada em três tipos, de acordo com a forma que chega até a superfície terrestre Iqbal (1983).

1. Radiação solar difusa: quando a radiação é absorvida, dispersa ou refletida, devido à presença de moléculas do ar, vapor d'água, nuvens, poluição e fumaça.
2. Radiação solar direta: quando a radiação chega à superfície sem nenhuma interferência, ou seja, sem estar difusa.
3. Radiação solar refletida: quando a energia solar sofre o processo de reflexão na superfície.

Devido ao formato geoide da Terra, a radiação solar chega à superfície em diferentes ângulos, variando de 0° a 90° . Quando a luz solar está a 90° (vertical) em relação à superfície, a região recebe a quantidade máxima de energia, e vice-versa. Dessa forma, quanto mais inclinados os raios solares são, mais tempo demoram para atingir a Terra, tornando-se mais dispersos e difusos. Nesse sentido, é feito o cálculo da Energia Solar Incidente, Equação 4, que considera o ângulo de incidência da radiação solar.

$$E = E_0 \cos \theta \quad \text{Eq. 4}$$

Onde o E é a energia solar incidente na superfície que é dada em W/m^2 , o E_0 é a irradiância solar no topo da atmosfera, calculada acima do topo, e o θ é o ângulo zenital solar, ou seja, o ângulo entre os raios solares e a vertical do local.

Por isso, as regiões polares recebem menos luz solar. Assim, o Sol emite ondas eletromagnéticas de forma curta para a Terra, que são enfraquecidas ao atingirem as nuvens e outros corpos. Depois, elas alcançam a superfície terrestre, onde são absorvidas ou refletidas. Quando refletidas, as ondas voltam ao exterior da atmosfera com forma longa.

A radiação solar possui um espectro eletromagnético, do qual são emitidos três tipos de raios solares: ultravioleta (UV), infravermelho (IV) e luz visível (Halliday; Resnick; Walker, 2016). Eles se diferenciam, principalmente, pelos seus comprimentos de onda e frequências.

A radiação ultravioleta corresponde à radiação com comprimento de onda de 200 a 400 nm (nanômetros). Ela compõe 9% de toda energia do Sol que chega ao planeta Terra. Por ser a radiação mais energética emitida pelo Sol, ela também é considerada a mais perigosa para a saúde humana e de outros organismos. Apesar disso, grande parte dos raios ultravioletas é barrada pela camada de ozônio. Dessa forma, destaca-se também a importância de preservar essa camada protetora para evitar maior incidência de raios UV na superfície terrestre.

Os raios ultravioletas podem ser divididos em três categorias: UVA, UVB e UVC. Com comprimento de 320 a 400 nm, os raios UVA têm a maior incidência no planeta Terra e incidem de forma uniforme durante todos os dias em todas as estações do ano, mesmo durante épocas de baixa luminosidade. Os raios UVB possuem comprimento de onda de 280 a 320 nm e são parcialmente absorvidos pela camada de ozônio, tendo maior incidência no verão. Eles são extremamente prejudiciais a quase todos os tipos de vida na Terra e responsáveis por queimaduras solares e até lesões na pele. Já os raios UVC, com comprimento de onda menor que 280 nm, são os mais nocivos para a biosfera. No entanto, eles são completamente absorvidos pela camada de ozônio, não atingindo a superfície da Terra.

A radiação IV, que pode ser emitida por qualquer corpo quente, compõe cerca de 50% da energia vinda do Sol e a maior parte é absorvida pela atmosfera. Grande parte de sua energia está associada à transmissão de calor, por meio da sensação de aumento da temperatura. Ela funciona a partir do aumento de oscilação de suas moléculas, provocando emissões de radiação em forma de calor. Portanto, seu equilíbrio é essencial para manter a temperatura e clima da Terra.

Diferente das duas primeiras, a luz visível (ou luz branca) é a única possível de ser vista a olho nu. Isso acontece porque os fótons dessa radiação são capazes de atingir o olho humano. Diferente das duas primeiras, a luz visível (ou luz branca) é a única possível de ser vista a olho nu. Isso acontece porque os fótons dessa radiação são capazes de atingir o olho humano.

A radiação solar incidente é um fator essencial para o funcionamento do ciclo da água, já que ela tem o papel vaporizante. A água, por sua vez, é o recurso natural fundamental para toda a vida no planeta, participando de todos os processos físicos, químicos e biológicos existentes. Para a saúde humana, a luz solar pode trazer enormes benefícios, como: melhorar a qualidade do sono; reduzir o estresse; manter os ossos fortes, devido a vitamina D presente;

ajudar na perda de peso; melhorar o sistema imune. Muitos estudos também indicam que tomar banho de sol está ligado ao combate à depressão e ao aumento da expectativa de vida.

Por outro lado, a exposição sem proteção aos raios UV pode causar alguns prejuízos. Um estudo publicado na revista científica *Dermato-Endocrinology* pontuou alguns riscos que a exposição à radiação solar apresenta para a saúde, como câncer e manchas na pele. Com isso, é importante destacar o uso de protetor solar e roupas com proteção contra os raios UV. Dessa forma, é possível aproveitar os benefícios da luz solar sem agredir a saúde.

O conceito de Atenuação da Radiação Solar, descrito matematicamente pela Lei de Beer-Lambert-Bouguer, Equação 5, é de grande relevância para a meteorologia física, pois fornece as bases para entender como a radiação solar interage com a atmosfera terrestre. Ele descreve a atenuação da radiação ao atravessar a atmosfera.

$$I = I_0 e^{-kl} \quad \text{Eq. 5}$$

Onde o I é a intensidade da luz transmitida, o I_0 é a intensidade da luz inicial, o k é uma constante denominada coeficiente de absorção e que depende do meio absorvente empregado e L é a espessura do meio absorvente, massa de ar ou distância óptica.

A Lei de Beer-Lambert-Bouguer é uma ferramenta importante na meteorologia física, pois permite quantificar como a radiação solar é modificada pela atmosfera (Yamasoe, 2006). Esse conhecimento é indispensável para a previsão do tempo, a modelagem climática e estudos ambientais.

Outro conceito importante é o Albedo, a fração da radiação solar refletida por uma superfície e representado pela Equação 6.

$$\alpha = \frac{R}{I} \quad \text{Eq. 6}$$

Onde α é o albedo que é adimensional e varia entre 0 e 1, o R é a radiação refletida e o I é a radiação incidente.

O Albedo varia entre 0 (nenhuma reflexão, quando toda a radiação é absorvida) e 1 (reflexão total, quando nenhuma radiação é absorvida). Por determinar quanto da energia solar é refletida ou absorvida pela superfície terrestre, o Albedo pode nos ajudar a compreender a temperatura da superfície terrestre e da atmosfera e o comportamento dos sistemas climáticos. Por isso, compreender e monitorar o Albedo pode contribuir para a previsão do tempo, o estudo do clima e a análise dos impactos ambientais.

Nos estudos meteorológicos da radiação solar, demanda-se por diversos instrumentos como o piranômetro, que mede a irradiância solar sobre uma superfície horizontal; o pirogeômetros, que mede a radiação infravermelha emitida pela atmosfera em direção à

superfície; e os radiômetros, que medem a radiação em diferentes faixas do espectro (visível, infravermelho, UV), muito usados em satélites (Yamasoe, 2006).

2.2.2 Temperatura e Calor

Temperatura é uma grandeza escalar que mede o grau de agitação das partículas de um corpo (Halliday; Resnick; Walker, 2016). Quanto maior a agitação das partículas, maior a temperatura, medida por meio de termômetros. As unidades mais utilizadas são o grau Celsius, °C, a escala Kelvin, K, usada no SI (Sistema Internacional) e o grau Fahrenheit, °F, comumente usado em países anglófonos.

A Equação 7 é utilizada para fazer a conversão de escalas de temperaturas.

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9} = \frac{T_K - 273}{5} \quad \text{Eq. 7}$$

Onde T_C é a temperatura em graus Celsius, T_F é a temperatura em Fahrenheit e T_K é a temperatura na escala Kelvin.

Cada material também reage à variação de temperatura de forma distinta, contraindo (geralmente, quando há queda de temperatura) ou dilatando (geralmente, quando há aumento de temperatura). A dilatação térmica também pode ser aferida e prevista por meio de equações, considerando que há exceções, como a água (que não se contrai ao reduzir a temperatura de 4 °C a 0 °C), e a necessidade de considerar as peculiaridades dos líquidos (Halliday; Resnick; Walker, 2016).

A temperatura é uma grandeza fundamental para a compreensão dos processos meteorológicos (Ynoue, 2017). Ela influencia diversos aspectos da atmosfera e do clima, como a formação das nuvens, a distribuição de massas de ar e a ocorrência de fenômenos como chuvas e ventos (Ayoade, 1996). É comum haver confusão entre os conceitos de temperatura e calor. São conceitos distintos, embora possam ser relacionados.

A relação entre o calor e a temperatura está no fato de que o calor é a energia térmica em movimento devido a uma diferença de temperatura. Em outras palavras, o calor é a energia que flui de um objeto mais quente para um mais frio, e a temperatura é uma forma de medir o nível de agitação dessas partículas (Halliday; Resnick; Walker, 2016). O calor é medido em Joules (J), no SI. Outra unidade para o calor é a caloria. Sendo que 1 caloria (cal) = 4,18 J (aproximadamente). Dependendo do estudo, há aparelhos, chamados de calorímetros, que auxiliam na medição da quantidade de calor Q .

Nos estudos sobre o calor, encontramos o calor sensível e o calor latente (Halliday; Resnick; Walker, 2016). O calor sensível refere-se à energia transferida que altera a temperatura, mas não altera o estado físico. Neste caso, utilizamos a Equação 8 para realizar os cálculos.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta \quad \text{Eq. 8}$$

Onde o Q é a quantidade de calor que dada em Joules, o m é a massa que é dada em kg, o c é o calor específico da substância, dado em J/kg.°C e o $\Delta\theta$ é a variação de temperatura dada em °C ou K.

O calor latente refere-se à energia necessária para mudar o estado físico da substância sem variar a temperatura, expresso pela Equação 9.

$$Q = m \cdot L \quad \text{Eq. 9}$$

Onde o Q é a quantidade de calor dada em Joules, o m é a massa dada em kg e L é o calor latente dado em J/kg.

O tipo de calor latente depende do tipo de mudança de estado, como nos exemplos a seguir:

1. Calor latente de fusão (sólido → líquido);
2. Calor latente de vaporização (líquido → gasoso);
3. Calor latente de solidificação (líquido → sólido);
4. Calor latente de condensação (gás → líquido);
5. Calor latente de sublimação (sólido → gás).

O estudo do calor é fundamental para entender os fenômenos meteorológicos, pois ele é a principal forma de energia que movimenta a atmosfera e regula os fenômenos físicos que ocorrem com relação ao tempo e ao clima (Varejão-Silva, 2006). Nesses fenômenos, são comuns os processos de transferência de calor, como a radiação, a convecção e a condução (Roberti, 2013; Halliday; Resnick; Walker, 2016).).

Na radiação, o calor é transmitido por meio de ondas eletromagnéticas, isto é, sem precisar de um meio material (Halliday; Resnick; Walker, 2016). Por exemplo, a radiação do Sol demora oito minutos para chegar ao planeta Terra, em ondas eletromagnéticas que perpassam por zonas do espaço em que não há matéria.

Na convecção, comum em fluidos, partes do material aquecido são movimentados por um gradiente de densidade, criando uma corrente de convecção. Na atmosfera, as massas de ar quente, menos densas, tendem a subir, enquanto as massas de ar frias, mais densas, tendem a descer.

Na condução, o calor é transmitido consecutivamente entre as partículas próximas do material sólido. Assim, o calor é transmitido pela crosta terrestre não apenas devido aos processos de radiação e convecção (pelo contato com a atmosfera em movimento), mas também pelo contato dos materiais sólidos (Halliday; Resnick; Walker, 2016). Essa condução pode ser aferida por meio da Condutividade Térmica, que é a capacidade de um material conduzir calor e é calculada fazendo o uso da Equação 10.

$$Q = \frac{k \cdot A \cdot \Delta\theta \cdot t}{d} \quad \text{Eq. 10}$$

Onde o Q indica a quantidade de calor, dada em Joules, o k é o coeficiente de condutividade térmica dado em W/m.K, o A é a área da seção dada em m², o $\Delta\theta$ é a variação da temperatura que é dada em K ou °C, o t é tempo dado em segundos e d é a espessura que é dada em metros.

A quantidade de calor necessária para variar a temperatura de um corpo denomina-se Capacidade Térmica (Halliday; Resnick; Walker, 2016). Ela representa a quantidade de calor necessária para variar a temperatura de um corpo em 1°C, definida pela Equação 11.

$$C = \frac{Q}{\Delta\theta} \quad \text{Eq. 11}$$

Onde C é a capacidade térmica que é dada em J/°C, o Q é a quantidade de calor, dado em Joules e $\Delta\theta$ é a variação da temperatura em °C.

A unidade adotada para C , capacidade térmica, é o J/°C e se relaciona com o calor específico c da substância de massa m , conforme a Equação 12.

$$C = m \cdot c \quad \text{Eq. 12}$$

O calor específico é, portanto, uma característica de cada material (sólido, líquido ou gasoso) (Halliday; Resnick; Walker, 2016). A água, o ar, cada metal e outros materiais têm calores específicos típicos, muitas vezes apresentados em tabelas nos manuais de Física. Assim, dependendo do material, haverá maior ou menor facilidade ou resistência na transmissão do calor.

Quando dois corpos trocam calor entre si (sem perda para o meio), a quantidade de calor, Q , cedido é igual à quantidade de calor, Q , recebido, conforme a Equação 13:

$$Q_{cedido} + Q_{recebido} = 0 \quad \text{Eq. 13}$$

Os dois corpos em contato térmico trocam calor até atingirem a mesma temperatura. Quando isso acontece, dizemos que estão em equilíbrio térmico, base da Lei Zero da Termodinâmica (Halliday; Resnick; Walker, 2016).

A Primeira Lei da Termodinâmica relaciona calor, trabalho e energia interna, Equação 14, (Halliday; Resnick; Walker, 2016).

$$\Delta U = Q - W \quad \text{Eq. 14}$$

Onde ΔU é a variação da energia interna do sistema termodinâmico, Q é a quantidade de calor fornecido ao sistema e W é o trabalho realizado pelo sistema.

Essas variáveis termodinâmicas (termo = calor; dinâmica = movimento) são fundamentais para a compreensão da “dinâmica” atmosférica e, portanto, para a compreensão de diversos fenômenos meteorológicos (Roberti, 2013). Por isso, a Termodinâmica, que surgiu a partir de necessidades práticas e científicas no século XIX, durante a Revolução Industrial, é uma das bases da meteorologia física. Ela nos ajuda (i) a entender como o calor afeta o comportamento da atmosfera; (ii) a subsidiar a previsão de nuvens, chuvas, tempestades e estabilidade do ar; (iii) além de ser a base dos modelos meteorológicos e climáticos (Varejão-Silva, 2006).

Alguns dispositivos auxiliam no estudo de variáveis termodinâmicas em relação à atmosfera, como o barômetro, que mede a pressão atmosférica; os termistores, sensores e termômetros, para a aferição da temperatura; os higrômetros e psicrômetros, para a medida da umidade do ar; o ceilômetro, que detecta, com laser, a altura da primeira camada de nuvens; e detectores de raios, espectrômetros e radares, no estudo de fenômenos eletromagnéticos.

2.2.3 Velocidade e direção do vento

A velocidade e a direção do vento são grandezas físicas fundamentais na meteorologia, na aviação, na navegação e em diversos fenômenos atmosféricos e ambientais. O vento é o movimento do ar em relação à superfície da Terra, causado principalmente pela diferença de pressão atmosférica entre duas regiões (Ynoue, 2017). O ar se desloca das áreas de alta pressão para as áreas de baixa pressão.

A velocidade do vento é o módulo da velocidade com que o ar se desloca em determinado ponto e instante. A fórmula geral (15) é dada por:

$$v = \frac{d}{\Delta t} \quad \text{Eq. 15}$$

Onde v é a velocidade do vento que é dada em m/s ou k/h, d é a distância percorrida pelo ar em m ou h e Δt corresponde ao intervalo de tempo em s ou h. As unidades utilizadas são o m/s, (SI – Sistema Internacional), o km/h que é de uso comum, nós que é muito utilizado na navegação e aviação. 1 nó corresponde a 1,852 km/h.

A direção do vento é o ângulo ou o ponto cardinal de onde o vento está soprando, medido a partir do norte geográfico (0°), no sentido horário.

1. Vento norte: vem do Norte (0°);
2. Vento leste: vem do Leste (90°);
3. Vento sul: vem do Sul (180°);
4. Vento oeste: vem do Oeste (270°).

A Velocidade do Vento pode ser classificada, como na Escala de Beaufort (Tabela 1), que classifica o vento em uma escala de 0 (calmo) a 12 (furacão), com base em sua velocidade e efeitos observáveis.

Tabela 1 – Escala de Beaufort

Força	Descrição	Velocidade (km/h)
0	Calmo	0–1
5	Fresco moderado	29–38
10	Tempestuoso	89–102
12	Furacão	>118

Fonte: Adaptado de UNIFEI, 2025.

O vento é uma grandeza vetorial. Ele pode ser decomposto em componentes horizontais (u , v) e verticais (w). Na dinâmica dos ventos, há forças como a Força de Gradiente de Pressão ($\vec{F}_{gp}$), conforme a Equação 16.

$$\vec{F}_{gp} = -\frac{1}{\rho} \nabla P \quad \text{Eq. 16}$$

Na natureza, a $\vec{F}_{gp}$ move o ar das áreas de maior para menor pressão. Onde ∇P é o gradiente de pressão e ρ é a densidade do ar. Por exemplo, em um dia com pressão alta no interior e pressão baixa no litoral, a $\vec{F}_{gp}$ empurra o ar em direção ao litoral, formando a brisa terrestre.

Outra força conhecida nos estudos sobre a dinâmica eólica é a Força de Coriolis ($\vec{F}_c$). A $\vec{F}_c$ surge como consequência de observarmos os movimentos do ar num sistema de coordenadas não inerciais, isto é, um sistema de coordenadas fixas sobre a superfície, que gira com ela, isso

ocorre, devido à rotação da Terra que desvia os ventos para a direita no Hemisfério Norte e para a esquerda no Hemisfério Sul.

Há também a Força de Atrito Atmosférico, que reduz a velocidade do vento próximo à superfície terrestre, atuando no sentido oposto ao movimento. Ela é essencial para explicar por que os ventos se comportam de maneira diferente nos baixos níveis da atmosfera, próximo a diferentes tipos de relevo, edificações, coberturas vegetais e superfícies do solo ou de água, em comparação com os altos níveis. Então, além de explicar a redução da velocidade do vento, a Força de Atrito Atmosférico também é responsável pela alteração da direção do vento, pela convergência de ar (favorecendo a formação de nuvens e chuvas), a definição de microclimas em áreas urbanas e rurais e na formação de névoas, brisas e ilhas de calor.

Para o estudo do comportamento dos ventos são utilizados diversos dispositivos, como o Anemômetro, que mede a velocidade do vento; a Biruta ou Cata-Vento, que indica a direção; o Anemômetro sônico ou laser Doppler, para medições mais precisas de componentes vetoriais do vento (Varejão-Silva, 2006).

2.2.4 Eletromagnetismo na meteorologia

O conhecimento do eletromagnetismo é fundamental para a compreensão, o monitoramento e a previsão dos fenômenos meteorológicos, pois muitos processos atmosféricos envolvem interações com campos elétricos e magnéticos, bem como radiações eletromagnéticas. Um exemplo disso é o caso dos raios e trovões.

O raio é uma descarga elétrica de grande intensidade que ocorre entre nuvens ou entre uma nuvem e o solo (Halliday; Resnick; Walker, 2016). Ele envolve eletricidade, campo elétrico, corrente elétrica, calor (efeito Joule), e potencial elétrico. Existe uma eletricidade estática e uma separação de cargas no raio. O atrito entre partículas de gelo e água dentro das nuvens leva à separação de cargas elétricas. A parte inferior da nuvem geralmente fica negativamente carregada, enquanto a parte superior fica positivamente carregada.

Ao aquecer o ar que o circunda, o raio provoca o efeito sonoro conhecido como trovão. O trovão é o som que resulta da rápida e violenta expansão do ar quando ele é aquecido intensamente a temperaturas de 10,000 °C ou mais em um canal de apenas alguns centímetros de largura, ao longo do caminho do relâmpago. O relâmpago é uma faísca enorme causada pela descarga de eletricidade estática que pode ocorrer entre uma nuvem e o solo, entre duas nuvens, ou mais raramente de uma parte da nuvem para outra. Há um atraso de aproximadamente três segundos para cada quilômetro de distância que separa o observador e o relâmpago original,

pois a velocidade da luz é de $3 \cdot 10^5$ km/seg, enquanto que a velocidade do som é somente de $3,3 \cdot 10^{-5}$ km/seg. Assim, o relâmpago é visto quase imediatamente, enquanto que o som viaja a aproximadamente um terço de quilômetro por segundo. O efeito estrondoso típico do trovão é causado pela diferença no tempo que o som de diferentes partes do relâmpago leva para chegar ao ouvido do observador, combinado com efeitos de eco. Na Física, o trovão remete ao conceito de ondas sonoras.

Portanto, os raios e outros fenômenos elétricos do âmbito da meteorologia são consequências da atuação de cargas elétricas, cuja existência gera um campo elétrico ($\vec{E}$) ao seu redor. O campo elétrico é uma realidade física com origem em cargas elétricas ou em variações temporais de um campo magnético (Halliday; Resnick; Walker, 2016).

Quando um corpo eletricamente carregado é colocado na região do espaço onde existe um campo elétrico criado por um conjunto de cargas estacionárias, esse corpo fica sujeito à ação de uma força elétrica. Considere-se que num ponto do espaço onde existe um campo elétrico se coloca uma partícula carregada positivamente, mas cujo valor é muito pequeno, designada por carga de teste. Esta condição garante que a carga de prova ou de teste não influencie significativamente a distribuição de cargas que cria o campo elétrico. Por definição, o campo elétrico num ponto do espaço é igual à força elétrica que atua por unidade de carga positiva colocada nesse ponto, no limite em que o valor da carga tende para zero. Para caracterizar o campo produzido pela carga Q , utiliza-se uma carga de prova q . A força elétrica que atua na carga de prova, quando esta se encontra na posição definida pelo vetor de posição $\vec{r}$, é dada pela lei de Coulomb, Equação 17.

$$\vec{E} = \frac{F}{q} \quad \text{ou} \quad \vec{E} = \frac{k \cdot |Q|}{d^2} \quad \text{Eq. 17}$$

Onde $\vec{E}$ corresponde ao campo elétrico em N/C, F é a força elétrica dada em N, q é a carga de prova em C, Q é a carga fonte dada em C, d é a distância entre as cargas em m e k é a constante eletrostática do vácuo que equivale a $9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$.

O conhecimento sobre o campo elétrico na meteorologia ajuda a entender e prever fenômenos como os raios e as tempestades. Medir o campo elétrico da atmosfera permite antecipar essas ocorrências e avaliar o risco de tempestades severas. Além disso, o campo elétrico influencia o comportamento das gotículas e cristais dentro das nuvens, ajudando a explicar como se formam a chuva, o granizo e a neve. Mesmo nos dias calmos, existe um campo elétrico natural entre a superfície da Terra e a atmosfera, importante para o equilíbrio do planeta.

Em um região dotada de um campo elétrico, os estudos das cargas elétricas envolvem também o conceito de Potencial elétrico ou tensão elétrica (V) que é a quantidade de energia necessária para mover uma carga elétrica unitária entre dois pontos distintos da região sob efeito do campo (Halliday; Resnick; Walker, 2016). É uma grandeza física escalar medida em volts (V), que equivale a joules por coulomb (J/C) em unidades do SI. O potencial elétrico, expresso na Equação 18, representa um poderoso auxílio conceitual e computacional, sendo este medido por um voltímetro. Tanto a energia potencial elétrica quanto o campo potencial elétrico são ferramentas essenciais na análise da capacitância, resistência e circuitos elétricos.

$$V = \frac{U}{q} \quad \text{Eq. 18}$$

O V corresponde ao potencial elétrico dado em Volts, o U é a energia potencial elétrica em Joules e q é a carga elétrica dada em Coulomb.

O conhecimento do potencial elétrico é muito útil na meteorologia, especialmente no estudo das tempestades e dos raios. Durante a formação de nuvens carregadas, como as do tipo cumulonimbus, ocorre uma separação de cargas elétricas que gera diferenças de potencial entre diferentes partes da nuvem e entre a nuvem e o solo. Quando essa diferença de potencial fica muito grande, o ar deixa de ser isolante e acontece uma descarga elétrica, o raio. Ao entender como o potencial elétrico varia na atmosfera, os meteorologistas conseguem identificar áreas com maior risco de raios e tempestades severas. Esse conhecimento também contribui para a criação de sensores e instrumentos que ajudam a monitorar e prever esses fenômenos, aumentando a segurança de pessoas e sistemas sensíveis, como redes elétricas e comunicações.

A diferença de potencial elétrico é responsável pelo surgimento da corrente elétrica (i), que é a taxa de passagem de carga através da área de seção de um condutor (Halliday; Resnick; Walker, 2016). Quando um elemento condutor é ligado aos polos de uma fonte de energia elétrica, cria-se as condições necessárias, campo elétrico, para a liberação dos elétrons, que são portadores de carga elétrica do tipo negativa, bem como para a movimentação dos mesmos ao longo do caminho fechado estabelecido. Portanto, o caminho condutor passa a ser percorrido por cargas elétricas, que se movimentam continuamente em único sentido, ou, ora em um sentido, ora noutro, dependendo do comportamento da fonte. A fórmula da corrente elétrica é dada conforme a Equação 19.

$$i = \frac{Q}{\Delta t} \quad \text{Eq. 19}$$

Onde o i é a corrente elétrica dada em A, Q corresponde a carga elétrica dada em C e o Δt é o intervalo de tempo dado em segundos.

A corrente elétrica ao longo de um condutor pode provocar o Efeito Joule, que consiste no aquecimento do material (Halliday; Resnick; Walker, 2016). Esse fenômeno ocorre, por exemplo, nos secadores de cabelos, nos aquecedores elétricos, nos ferros de passar e nos chuveiros elétricos. O efeito Joule surge em razão dos choques dos elétrons contra a rede de íons do condutor que, em razão disso, tem sua temperatura aumentada. Em um circuito percorrido por uma corrente elétrica i , associa-se sempre uma dissipação de energia por meio de resistências elétricas, que nada mais são do que elementos capazes de dificultar a passagem dessa corrente. Existem íons que compõem a estrutura dos metais. Os elétrons que se deslocam por meio desses íons são continuamente acelerados por um campo elétrico, movendo-se na mesma direção e no mesmo sentido da força elétrica. Nesse processo, há realização de trabalho, o que resulta no aumento de energia de movimento dos elétrons. No momento em que os elétrons possuem grande velocidade é que ocorrem os choques contra os íons. Com a sequência de choques, há diminuição da energia de movimento dos elétrons e aumento da energia dos íons. Todo o processo se manifesta na forma de acréscimo na temperatura do condutor. Toda a potência absorvida pelo condutor transforma-se em calor, dissipando-se no ambiente. O processo de transformação de energia elétrica em calor recebe o nome de efeito Joule. É vasta a utilização dessa energia térmica dissipada. Nos chuveiros elétricos, por exemplo, a energia fornecida pelo gerador transfere-se para a água na forma de calor, provocando o aumento da temperatura da água. Podemos concluir que uma parte da energia elétrica, que surge devido à passagem da corrente, transforma-se em calor. Outra parte pode ser convertida em energia luminosa. Isso é o que acontece nas lâmpadas de filamento de tungstênio. A fórmula para o cálculo da energia térmica dissipada é possível através da Equação 20.

$$Q = i^2 \cdot R \cdot \Delta t \quad \text{Eq. 20}$$

Onde Q é a energia térmica dissipada dada em Joules, i corresponde a corrente elétrica expressa em A, R é a resistência elétrica do ar dada em Ω e Δt é o tempo, dados em segundos.

A energia elétrica é uma forma de energia baseada na geração de diferenças de potencial elétrico entre dois pontos, que permitem estabelecer uma corrente elétrica entre ambos. Mediante a transformação adequada é possível obter que tal energia mostre-se em outras formas finais de uso direto, em forma de luz, movimento ou calor, segundo os elementos da conservação da energia.

É uma das formas de energia que o homem mais utiliza na atualidade, graças a sua facilidade de transporte, baixo índice de perda energética durante conversões. O cálculo da energia elétrica é efetuado através da Equação 21.

$$E = U \cdot i \cdot \Delta t \quad \text{Eq. 21}$$

Onde E é a energia dada em Joules, U é a tensão, dada em Volts, i é corrente que é dada em Ampere e Δt é o tempo dado em segundos (s).

A compreensão do eletromagnetismo contribui para o conhecimento sobre os fenômenos meteorológicos, uma vez que muitos processos atmosféricos envolvem interações com campos elétricos, magnéticos e ondas eletromagnéticas. Uma forma de onda eletromagnética é a radiação solar, que é fundamental para aquecer a Terra e movimentar o ar. Os raios, fenômenos que ocorrem durante tempestades, são descargas elétricas resultantes das variações de carga nas nuvens, um fenômeno que só pode ser explicado por meio do eletromagnetismo. Além disso, diversas tecnologias, como satélites, radares e sensores utilizam ondas eletromagnéticas para coletar dados sobre chuvas, ventos, temperaturas e outras condições meteorológicas.

3 METODOLOGIA

Nesta seção, expõe-se tanto a abordagem pedagógica que guiou a criação do material de apoio e a sequência didática de sua aplicação quanto a metodologia do estudo, referente aos direcionamentos da pesquisa educacional realizada.

3.1. Metodologia de ensino

O Itinerário Pedagógico (Reis; Pereira, 2022) é a metodologia de ensino adotada no presente trabalho. Com base nele, detalhou-se o produto educacional e a sequência didática implementada.

Elaborou-se como produto educacional um material de apoio para o desenvolvimento de um Itinerário Pedagógico tendo como tema “Meteorologia no Ensino de Física no Semiárido”. O conteúdo foi criado utilizando o programa Canva, durante o segundo semestre de 2024. As ilustrações foram extraídas do programa e de sites da *internet*, com a devida anotação dos créditos e fontes. Os textos foram elaborados principalmente com base em recursos bibliográficos, incluindo livros e artigos de Física Geral, climatologia, meteorologia, geografia e educação contextualizada para a convivência com o Semiárido.

O Itinerário Pedagógico foi implementado para estudantes do terceiro ano do Ensino Médio na cidade de Vila Nova do Piauí-PI. A partir deste estudo, o material de apoio poderá ser utilizado em diferentes contextos, como em cursos de formação de professores. Isso permitirá que o produto educacional contribua para a transformação social e para a valorização dos conhecimentos locais no Semiárido. A seguir, foi descrito com mais detalhes as fases de sua implementação.

O ponto de partida da sequência didática realizada foi a realidade dos alunos. Correspondendo à primeira fase do Itinerário Pedagógico, dando início à prática educativa, foram adotadas as perguntas do material de apoio (Apêndice B), da seção “Realidade como Ponto de Partida”, na qual os alunos também foram convidados a se manifestar. Essa etapa da sequência didática foi muito importante para identificar os conhecimentos prévios dos estudantes, seus interesses e dúvidas iniciais sobre o tema.

A Comunicação de saberes foi a segunda fase da metodologia de ensino, destinada à organização dos conhecimentos. Etapa do estudo em que os alunos compartilharam e debateram sobre os conceitos da Física com relação à meteorologia e conhecimentos sobre o Semiárido. Os textos do material de apoio (Apêndice B) serviram como base para essa etapa.

A última fase metodológica consistiu na Reinvenção da realidade, sendo realizada por meio da produção de fanzines, como exercício para a disseminação dos conhecimentos adquiridos nas comunidades, expandindo-se, portanto, para além do ambiente escolar. Foi uma etapa permeada pelo diálogo, pelo trabalho coletivo e pela pesquisa.

3.2 Metodologia do trabalho

Este estudo é uma pesquisa de abordagem qualitativa, com foco na descrição e na valorização do contexto, da experiência e da interpretação dos indivíduos envolvidos (Lüdke; André, 2013). Dentro dessa abordagem, o estudo de caso é destacado como método de pesquisa, de acordo com a definição de Lüdke e André (2013). De acordo com as autoras mencionadas, esse método se caracteriza pela interpretação contextual, a representação da realidade, a diversidade de fontes de informação, o reconhecimento da experiência do pesquisador e uso de linguagem compreensível. Portanto, optamos por esse método devido a essas características e por se tratar de um estudo conduzido em um contexto específico, envolvendo a aplicação de um material de apoio com um docente e uma turma do Ensino Médio em uma instituição de educação básica.

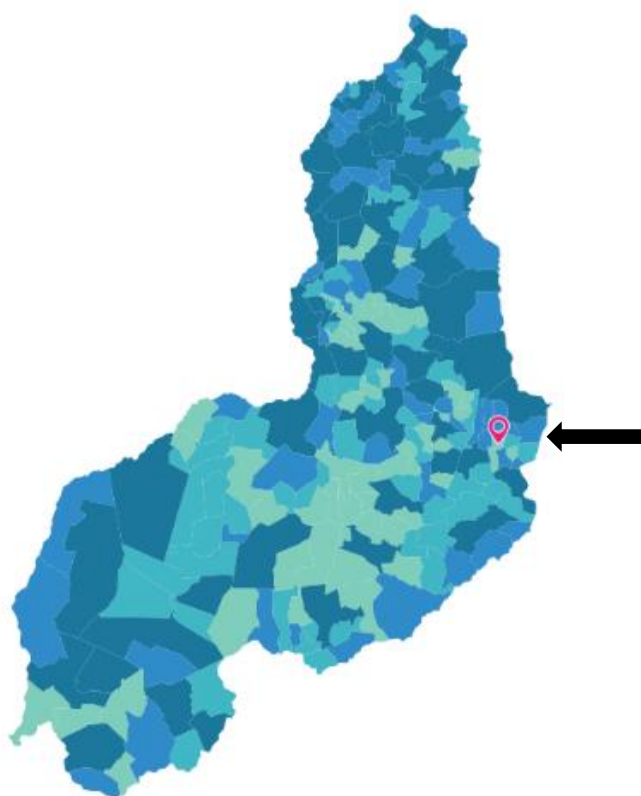
O principal objetivo da pesquisa foi avaliar a eficácia do produto educacional (material de apoio) em um ambiente escolar real, com base na escuta ativa dos participantes, na análise de suas respostas e produções (fanzines) e na observação das interações didáticas, fatores que contribuem para obter resultados mais concretos e para entender a realidade vivenciada. A proposta deste trabalho foi concebida e planejada para a realização do mestrado, contando com o suporte do orientador, até que estivesse devidamente estruturada como projeto para, então, ser iniciada sua implementação. Durante esse tempo, foi conduzida uma extensa revisão da literatura e elaborada uma versão preliminar do material de suporte.

Após as devidas autorizações, sobretudo da gestão escolar, a proposta pedagógica foi apresentada no começo do processo de investigação. Os alunos foram informados de que participariam de um estudo educacional com o objetivo de aprimorar o ensino de Física em sua comunidade local, e concordaram em participar voluntariamente, cumprindo o protocolo aprovado pelo Comitê de Ética. O parecer consubstanciado do CEP foi aprovado, sob o número 7.445.264, pelo Centro Universitário FACID WYDEN – UNIFACID, situado na capital do Estado do Piauí, Teresina.

3.2.1 Contexto da aplicação do produto

O desenvolvimento da pesquisa foi na cidade de Vila Nova do Piauí – PI, (Figura 01). O município está localizado às margens da BR 316, na microrregião do Alto Médio Canindé, situado na região do Semiárido tendo a caatinga como vegetação predominante. O seu território compreende uma área de 221,627 km², com distância aproximada da capital do Estado, Teresina, 389 km. Tendo como limites o município de São Julião ao norte, ao sul com Padre Marcos, a leste com Alegrete do Piauí e, a oeste com Campo Grande do Piauí e Padre Marcos. Através da Lei Estadual nº 4.810, de 14 de dezembro de 1995, o município foi criado e desmembrado da cidade de Padre Marcos, sua instalação ocorreu em 1º de janeiro de janeiro de 1997. De acordo com o último censo demográfico populacional do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE de 2022, a população do município era de 2.935 habitantes, tendo assim, uma densidade demográfica de 13,24 habitantes/km².

Figura 01 – Mapa do estado do Piauí destacando o município de Vila Nova do Piauí



Fonte: IBGE, 2025.

Como todo município que se localiza na região do Semiárido, o mesmo se caracteriza por altas temperaturas, baixa umidade relativa do ar, irregularidade nas chuvas, além de desafios históricos relacionados ao acesso à água para o consumo humano e animal.

No que concerne ao aspecto educacional, Vila Nova do Piauí – PI, possui duas escolas que oferecem a Educação Infantil, duas que oferecem o Ensino Fundamental, ambas as modalidades de ensino são de responsabilidade da rede municipal de educação, e apenas uma que oferta o Ensino Médio que é de responsabilidade da rede estadual de educação.

Para a presente pesquisa foi escolhido o CETI Luiz Ubiraci de Carvalho, (Figura 02), escola de Ensino Médio pertencente a rede estadual de educação, situada na Avenida Central, 388, bairro Ulisses Guimarães, zona urbana. A escola iniciou suas atividades pedagógicas educacionais no ano de 2001 com a modalidade de ensino Telessala, Ensino Médio, através da Portaria nº 089/2001, de 06 de agosto de 2001. O Ensino Médio Regular só foi implantado em 2003, através da Portaria nº 049/2003 de 28 de fevereiro de 2003. Em 2024, ano em que a pesquisa e o produto educacional foram realizados, a escola contava com 32 funcionários, diretora, coordenadores, supervisora, docentes, auxiliares administrativos e auxiliares de serviços gerais, atendendo um corpo discente de cerca de 90 adolescentes nas modalidades regular e técnico integrado. A escola fica na sede do município, zona urbana, mas, atende a um público predominantemente da zona rural. De acordo com os dados colhidos na instituição, o percentual de estudantes está assim dicriminado: 37% urbano e 53% rural. Este último contingente de estudantes, depende do transporte público escolar para se locomover até a escola.

Figura 02 – CETI Luiz Ubiraci de Carvalho, Vila Nova do Piauí, Piauí



Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2025.

A escolha da referida instituição se deu pelos seguintes critérios: (i) a valorização do ambiente/comunidade escolar onde o autor do referido trabalho atua como docente; (ii) a maioria do corpo discente ser proveniente da zona rural e ter um contato direto com o Semiárido; (iii) o engajamento e a receptividade dos estudantes quanto a participação em novas atividades propostas; (iv) a relevância do tema Semiárido para os estudantes que vivenciam

cotidianamente os efeitos climáticos dessa região; (v) a receptividade e o apoio da equipe administrativa da escola em cooperar na execução de atividades inovadoras no chão da escola e (vi) a escola ofertar a modalidade Ensino Médio.

3.2.2 Sujeitos da pesquisa

Os sujeitos integrantes da pesquisa em questão foram 20 estudantes da turma, 2024, do terceiro ano do Ensino Médio do CETI Luiz Ubiraci de Carvalho, rede estadual de educação, na cidade de Vila Nova do Piauí – PI. A turma era composta por 07 meninas e 13 meninos, com média de idade de 17 anos. Os atores envolvidos na pesquisa foram escolhidos levando em conta que no terceiro ano, da modalidade de ensino em questão, os estudantes já tiveram contato com uma quantidade de conteúdos teóricos relativos ao ensino de Física bastante considerável. Com isso, teriam uma facilidade maior de realizar um trabalho com uma melhor qualidade nos resultados. Para que seja preservado o anonimato dos estudantes envolvidos, foi adotado o nome das letras do alfabeto grego, como codinome, para cada integrante participante da pesquisa. Como por exemplo: Alfa, Beta, Gama, Delta e assim por diante. As imagens registradas e utilizadas nesta pesquisa foram editadas de forma a esconder o rosto de cada participante para que a identidade seja preservada.

Figura 03 – Participantes da pesquisa



Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2024.

3.2.3 Coleta de dados

A coleta de dados da pesquisa recorreu a quatro instrumentos de coleta: questionários, documentos (fanzines), observação e registros fotográficos. A opção por esses instrumentos diversos teve como finalidade garantir a triangulação dos dados, bem como ampliar a compreensão dos fenômenos educacionais investigados, com base em diferentes perspectivas e aspectos (Nunes *et al.*, 2020).

O questionário é um conjunto de questões usualmente aplicado a uma quantidade numerosa de sujeitos (Marconi; Lakatos, 2003). O referido instrumento de pesquisa foi aplicado aos estudantes em dois momentos. No primeiro questionário que denominamos aqui de Ida à Realidade (pré-teste) objetivou problematizar os temas propostos no estudo, como perguntas sobre meteorologia e sobre o semiárido. As perguntas de caráter motivacional não objetivavam obter respostas escritas e sim reflexivas. Por fim, o questionário sugeria aos alunos o acréscimo de outras questões/perguntas que eles achassem pertinentes aos temas propostos. Em seguida aconteceu o momento denominado Comunicação de Saberes, onde o professor explanou de forma rápida os temas meteorologia, tempo, clima, meteorologia no Semiárido (pensando na convivência e a meteorologia no ensino de Física. Posterior a essa atividade, o professor pediu aos estudantes que fossem formados seis grupos para a produção dos fanzines. Os grupos ficaram divididos da seguinte forma: três equipes compostas por quatro integrantes, duas equipes com três integrantes e uma dupla. Cada grupo teve a incumbência de produzir um exemplar com um tema de livre escolha dentro das temáticas trabalhadas até então. Os temas escolhidos para a confecção do fanzine por cada grupo foram: Indústria da Seca, Radiação Solar, Raios e Trovões, Temperatura e Calor, Velocidade e a Direção do Vento e Vidas no Semiárido. Foi distribuído o material para a produção dos fanzines como: livros, revistas, folders, jornais, cola, tesoura, pincéis, folhas A4 de diversas cores, régua, dentre outros. No momento da montagem e confecção dos fanzines cada grupo pôde realizar pesquisa em livros didáticos e meios virtuais. Após a produção dos fanzines, cada estudante respondeu a mais um questionário (pós-teste). Ambos os questionários estão disponíveis no Apêndice A desse trabalho. Os questionários e os fanzines possibilitaram analisar o desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes ao longo da intervenção. Tais instrumentos foram fundamentais para avaliar a efetividade didática do produto educacional em termos de apropriação de conceitos científicos.

Dentre os fanzines produzidos, Apêndice C, percebe-se que quatro deles (Radiação Solar, Raios e Trovões, Temperatura e Calor e Velocidade e a Direção do Vento) abordaram de

forma preponderante os conceitos científicos voltados para o ensino de Física. O fanzines (Indústria da Seca e Vidas no Semiárido) abordaram situações que refletiram sobre a compreensão da realidade de pessoas da comunidade em que eles estão inseridos, ressignificando o conhecimento para transformá-lo em ação social. A análise desses materiais permitiu identificar o grau de envolvimento dos estudantes, e também o alinhamento entre o conteúdo científico e o contexto local.

Durante o desenvolvimento da pesquisa com os estudantes, o pesquisador atuou como observador participante. Dessa forma, acompanhou de maneira direta as interações entre professor, estudantes e conteúdo. Marconi e Lakatos (2003) destacam que esse tipo de observação permite registrar os comportamentos e falas explícitas dos sujeitos, assim como os aspectos implícitos do contexto, como, por exemplo, atitudes, engajamento, colaboração e reações espontâneas. A observação participante, cujos dados foram registrados por fotografias e notas de campo, se mostrou essencial para captar as especificidades do processo pedagógico que não poderiam ser percebidas somente através de respostas verbais.

Dessa forma, a coleta de dados foi realizada de forma integrada, respeitando os princípios éticos da pesquisa e buscando refletir a complexidade da prática educativa no Semiárido. A combinação de diferentes instrumentos foi essencial para que o estudo apresentasse uma análise mais profunda, bem como confiável da efetividade do produto educacional.

3.2.4 Análise dos dados e avaliação do produto educacional

Os dados foram analisados com base na Análise de Conteúdo (Bardin, 2011). De acordo com o teórico, é uma técnica de análise que busca interpretar os significados implícitos e explícitos contidos nos dados da pesquisa. Por isso, trata-se de uma técnica que permite a compreensão aprofundada e rigorosa dos enunciados presentes nos dados.

Os questionários, fanzines e materiais produzidos na pesquisa com os alunos foram organizados de forma a facilitar a análise, compondo o seu *corpus*, unidades de contexto. Trechos ou excertos dos textos foram considerados unidades de registro. Os registros fotográficos e outros documentos subsidiaram a análise.

Com o *corpus* constituído, seguimos as etapas, conforme Bardin (2011) de (i) pré-análise (leitura, elaboração de hipóteses), (ii) exploração do material (delimitação, codificação e categorização das unidades de registro) e (iii) tratamento dos resultados (interpretação dos dados com base nos objetivos da pesquisa e no referencial teórico). A nossa categorização se

deu a priori, identificando-se com as etapas do Itinerário Pedagógico, de forma a captar o movimento epistemológico e pedagógico da sequência didática, de partida e retorno ao contexto dos estudantes (Reis; Pereira, 2022).

Além da Análise de Conteúdo, para a avaliação do produto educacional foi utilizado o parâmetro de análise proposto e exemplificado por Schurch e Rocha (2019). Esse modelo organiza a reflexão em torno de três dimensões complementares: concepção didático-pedagógica, dimensão técnica e mediação pedagógica.

Segundo Schurch e Rocha (2019), a dimensão da concepção didático-pedagógica analisa as características didáticas e pedagógicas do produto educacional, concernente a elementos como objetivos, estratégias, interdisciplinaridade e contextualização com a prática social. A dimensão técnica avalia os recursos e elementos como o *layout*, a contextualização com o conteúdo e a viabilização e interatividade do produto. A dimensão da mediação pedagógica investiga como o produto subsidia as interações entre professor, alunos, materiais e a tecnologia. Essa análise busca compreender como o material de apoio, elaborado para a aplicação do Itinerário Pedagógico, desenvolvido se articula com os pressupostos teóricos que o fundamentam, sua aplicabilidade em sala de aula e os efeitos observados sobre o processo de ensino-aprendizagem.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, será apresentado os resultados sobre a aplicação do produto educacional em articulação com o referencial teórico. Nesse sentido, a Análise Temática conduziu a dois temas, que se referem a aspectos da educação contextualizada para a convivência com o Semiárido: (i) valorização da região semiárida; e (ii) busca pela sustentabilidade.

Depois da exposição dos resultados da Análise Temática, será exposto a análise do produto educacional quanto ao ensino-aprendizagem de Física.

4.1 Valorização da região semiárida

A valorização da região semiárida se dá não apenas por inserir elementos desse contexto no ensino de Física, mas também por possibilitar um entendimento mais profundo da região, com suas problemáticas, potencialidades, riquezas e possibilidades (Martins, 2006). Isso está em consonância com a lógica da convivência com o Semiárido:

[...] a lógica da convivência com o Semiárido visa focar a vida nas condições sócio-ambientais desta região, em seus limites e potencialidades, pressupondo novas formas de aprender a lidar com esse ambiente, na busca de alcançar e transformar todos os setores da vida. Portanto, não é apenas viver no semiárido e supostamente aceitar as agruras da natureza, mas um viver estabelecido como a comunhão que os indivíduos mantêm com o lugar, oportunizando organizar e criar alternativas de produção a partir dos limites e possibilidades que a natureza oferece (Carvalho, 2006, p. 24).

A sequência didática valorizou a região semiárida tanto no processo de sua execução quanto nos fanzines produzidos pelos alunos. Na etapa da problematização, da Realidade como Ponto de Partida, destacaram-se no material de apoio, para estimular a atitude questionadora, duas questões sobre a região: “quais ditos populares você conhece sobre o tempo [meteorológico] na nossa região? O que isso [o tema meteorologia] tem a ver com o nosso Semiárido?”.

Nesse momento, os estudantes adicionaram outras questões sobre a região. Seguem algumas questões: “Como as comunidades do Semiárido lidam com a escassez de água? Quais biomas brasileiros predominam na região do Semiárido? Quais estados brasileiros possuem áreas no Semiárido? Quais atividades políticas ajudam no desenvolvimento do Semiárido?” (Gama); “Quais as principais atividades econômicas no Semiárido? (Lambda); “Quais as principais características do clima semiárido? Qual a vegetação do clima semiárido? Como se programar para o clima chuvoso do Semiárido? Por que o solo do Semiárido aquece e resfria

rapidamente?” (Delta); “Como a alta incidência da radiação solar no Semiárido influencia a temperatura local?” (Iota).

As perguntas formuladas pelos alunos refletem a valorização do Semiárido, pois mostram um interesse genuíno em entender suas particularidades naturais, sociais, políticas, econômicas e culturais (Martins, 2006). Quando questionados sobre a falta de água, os biomas predominantes, o clima, a vegetação e a dinâmica do solo, os alunos demonstram uma atitude investigativa, buscando entender melhor o território onde vivem e reconhecendo suas particularidades e complexidades. Isso sugere uma valorização do Semiárido como uma região viva e diversa, em vez de apenas um lugar ligado à escassez ou carência, como costuma ser frequentemente apresentado (Silva, 2011).

Além disso, ao incluírem perguntas sobre atividades políticas e econômicas que promovem o desenvolvimento da região, os estudantes demonstram consciência sobre os desafios e as potencialidades do Semiárido, contribuindo para um ensino de Física mais crítico. Eles compreendem que a região não deve ser vista apenas sob a ótica de seus problemas, mas também como um espaço de oportunidades e de resistência. Esse tipo de questionamento indica um engajamento com a valorização do Semiárido enquanto parte importante do território brasileiro, digna de atenção, investimento e respeito, rompendo com visões estigmatizadas e promovendo uma educação contextualizada.

Na etapa de Comunicação dos Saberes, a valorização do Semiárido se deu com a mediação do material de apoio “Meteorologia no ensino de Física no Semiárido” (Figura 4) e do professor, que adotou, utilizando o projetor, como suporte didático, e da exposição dialogada, textos e imagens com referência a aspectos meteorológicos, geográficos e sociais do Semiárido brasileiro.

Figura 4 – Capa do material de apoio



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Por exemplo, na seção 2.2, intitulada “Meteorologia no Semiárido: pensando a convivência”, temos o excerto:

Por isso, a Física pode nos ajudar a compreender melhor a nossa região, predominantemente com o clima semiárido. Ele é caracterizado por precipitações pluviométricas escassas, irregulares e concentradas em um curto período de tempo. O Semiárido brasileiro (Figura 1) é uma região relativamente chuvosa (comparada com outros semiáridos), com uma precipitação anual máxima de 800 milímetros. Porém, com uma insolação média de 2.800 horas/ano, temperaturas médias anuais de 23 °C a 27 °C, evaporação média de 2.000 mm/ano e umidade relativa do ar média em torno de 50%, o Semiárido brasileiro apresenta forte insolação, temperaturas relativamente altas e regime de chuvas marcado pela escassez, irregularidade e concentração das precipitações em um curto período (em média, de três a quatro meses), fornecendo volumes de água insuficientes em seus mananciais para atendimento das necessidades da população (SUDENE, 2021) [...] Conviver com essa região e com esse clima implica em considerar os seus reais problemas, mas também as suas potencialidades e possibilidades. Envolve o desenvolvimento de estudos e tecnologias apropriadas que assegurem sustentabilidade e qualidade de vida para a população sertaneja, valorizando os seus saberes e a educação contextualizada (RESAB, 2006). É preciso compreendermos melhor a nossa realidade para podermos transformá-la, o que inclui o conhecimento do impacto da radiação solar, da concentração das chuvas e da aridez (Material de Apoio, 2024, p. 6).

O texto contribui para a valorização do Semiárido ao apresentar uma abordagem científica e contextualizada da região, destacando não apenas suas limitações climáticas, mas também suas potencialidades e a importância do conhecimento para transformar a realidade local. Ao explicar como a Física pode ser uma ferramenta para compreender o clima semiárido — com seus índices de precipitação, insolação, temperatura e umidade —, o texto estimula uma visão mais técnica e precisa do ambiente, combatendo estigmas históricos que associam o Semiárido apenas à seca e à escassez. Dessa forma, o Material de Apoio considera o que registrou Silva (2011):

A institucionalização da educação contextualizada no SAB [Semiárido brasileiro] exige primeiro desqualificar a visão de mundo—concepção de realidade—que originou e ainda legitima a educação descontextualizada que nos legou a ideia de semiárido hoje impregnada no imaginário de muitos líderes, gerentes, educadores, profissionais, políticos e intelectuais de todas as religiões, geografias e orientações ideológicas. Sem saber sua gênese histórica, intenção política e consequências epistemológicas, muitos não encontrarão razões relevantes para rejeitar sua irrelevância. O documento contribui nesta direção. A visão de mundo e o pensamento que instituíram o SAB como “região-problema” têm origem na ciência moderna, que viabilizou a consolidação do capitalismo a partir dos séculos XVI e XVII, e nos legou o paradigma clássico de inovação que penetrou e condicionou a natureza e dinâmica da “educação universal” que temos, mas que não queremos e devemos superar. O paradigma clássico—universal, mecânico e neutro—de inovação nos legou uma educação que aliena e domestica ao homogeneizar o SAB, ignorando a diversidade das relações, significados e práticas entre as diferentes formas e modos de vida na região. Chegou a hora de inovar nossa forma de inovar na educação, com uma

alternativa paradigmática contextual, interativa e ética. No SAB, a educação contextualizada deve formar construtores—e não seguidores—de caminhos, a partir da pedagogia da pergunta, guiada pelo paradigma das potencialidades e inspirada pela filosofia da semiaridez como vantagem (Silva, 2011, p. 2, 3).

Além disso, o Material de Apoio foi produzido com o intuito de valorizar a convivência com a região, enfatizando que reconhecer os desafios não implica em negá-la ou abandoná-la, mas sim em buscar soluções sustentáveis e tecnológicas que respeitem os saberes locais e promovam a qualidade de vida (Silva, 2010). Ao destacar a importância da educação contextualizada e do envolvimento da ciência no cotidiano da população sertaneja, o texto reforça a ideia de que o Semiárido não é um território de exclusão, mas um espaço rico em conhecimento, cultura e possibilidades de desenvolvimento (Martins, 2010). Dessa forma, contribui para a construção de uma identidade regional positiva e fortalecida.

Durante a elaboração dos fanzines, (Figura 5-A) e (Figura 5-B), na etapa de Reinvenção da Realidade, pode-se observar que foram feitas pesquisas e discussões em torno do território Semiárido.

Figura 5-A – Processo de produção dos fanzines



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

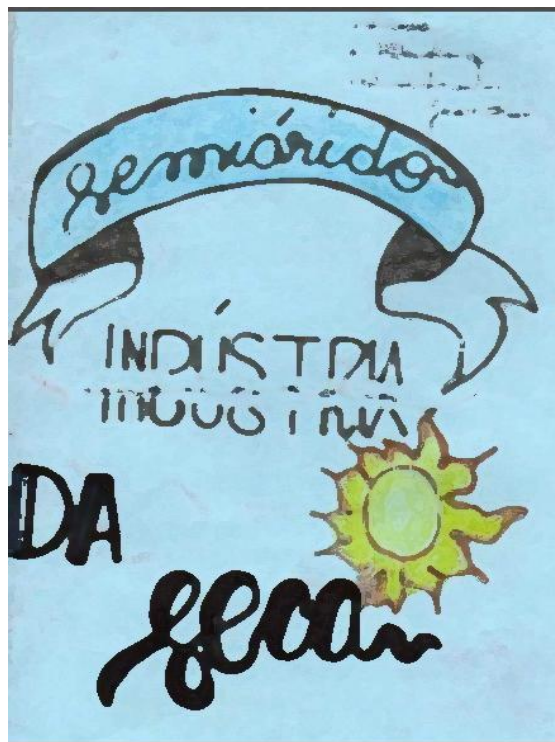
Figura 5-B – Processo de produção dos fanzines



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

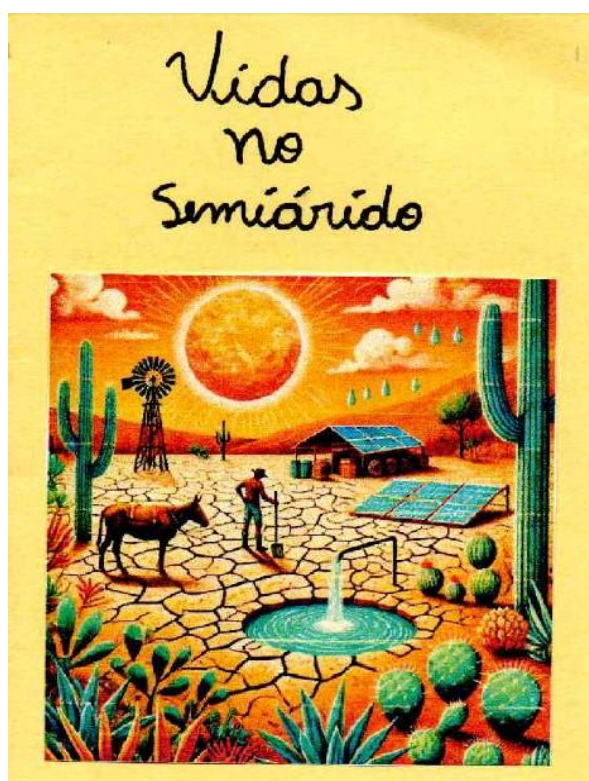
É possível perceber na Figura 5-A um aluno fazendo a pesquisa no *smartphone* e na (Figura 5-B) dialogando de forma descontraída, o que foi observado pelo presente autor durante a aplicação do produto. Nesse processo, que envolveu também a pesquisa em materiais impressos, além dos conceitos físicos, observou-se que foram mobilizados conceitos diversos sobre o Semiárido, contribuindo para que os estudantes o pautassem em suas falas. Os seis fanzines produzidos refletem essa ênfase ao Semiárido (Figura 6-A), (Figura 6-B), (Figura 6-C), (Figura 6-D), (Figura 6-E) e (Figura 6-F), trabalhada pelo professor com o uso do material de apoio.

Figura 6-A – Imagens de fragmentos de fanzines produzidos, com destaque para o Semiárido



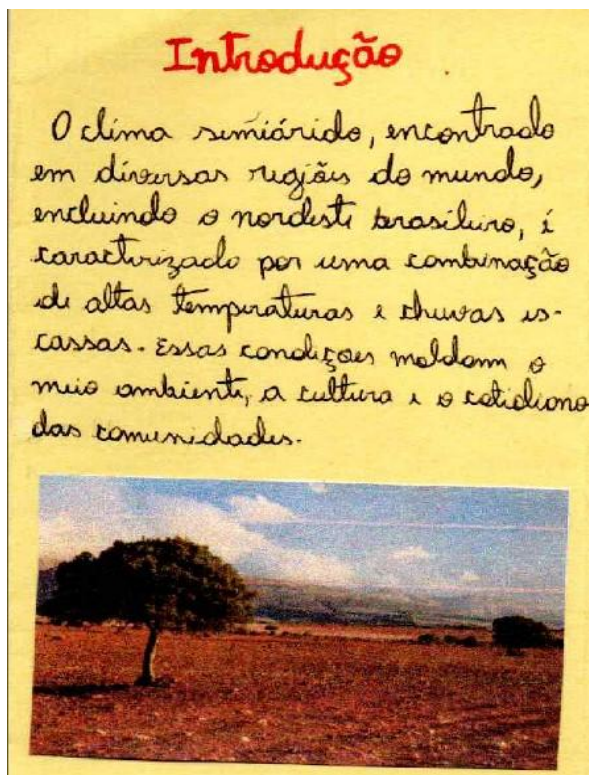
Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Figura 6-B – Imagens de fragmentos de fanzines produzidos, com destaque para o Semiárido



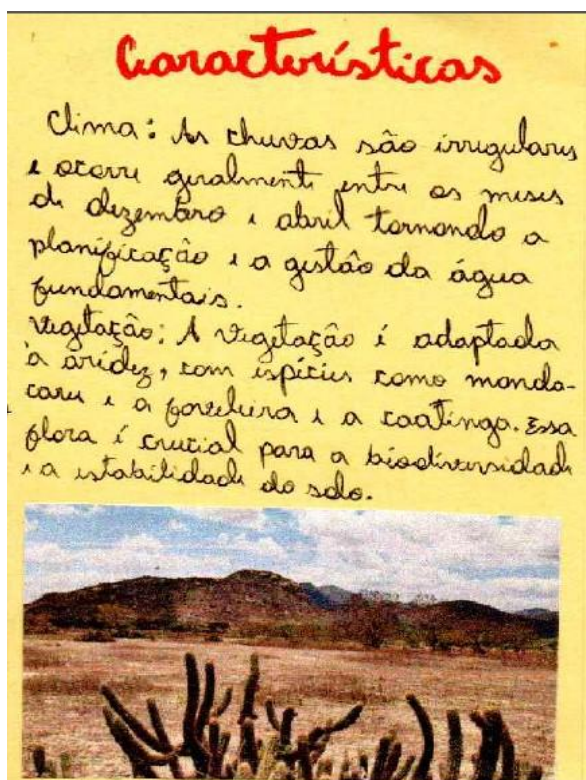
Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Figura 6-C – Imagens de fragmentos de fanzines produzidos, com destaque para o Semiárido



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Figura 6-D – Imagens de fragmentos de fanzines produzidos, com destaque para o Semiárido



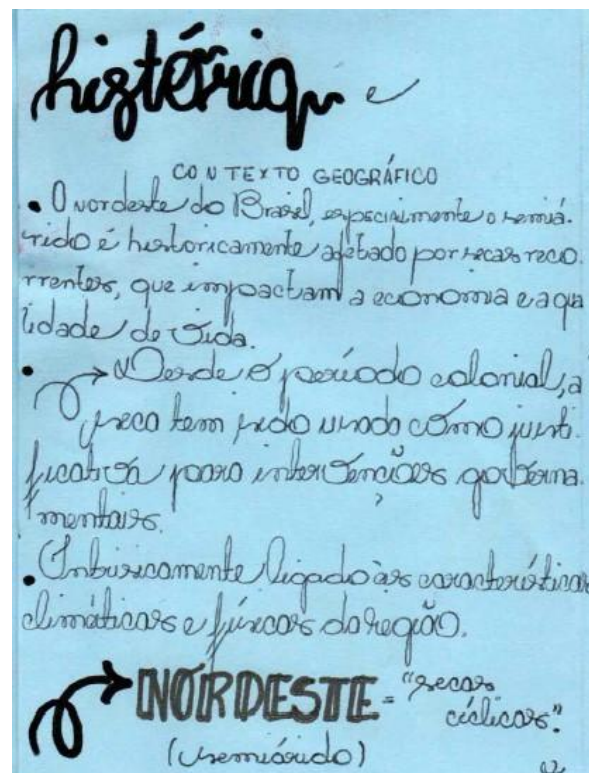
Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Figura 6-E – Imagens de fragmentos de fanzines produzidos, com destaque para o Semiárido



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Figura 6-F – Imagens de fragmentos de fanzines produzidos, com destaque para o Semiárido



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Os fragmentos dos fanzines acima ilustram o lugar que o Semiárido ocupou nas expressões de alguns grupos. No primeiro fragmento (Figura 6-A), foi destacado a palavra “Semiárido” questionando o paradigma da seca. O segundo fragmento (Figura 6-B) sublinha que o Semiárido é lugar de vida, representando com uma paisagem rica em seres vivos e diversidade. Ao mesmo, tempo expõe as potencialidades do conhecimento físico no Semiárido, por meio do gerador eólico, placas fotovoltaicas e sistema de irrigação. O terceiro fragmento (Figura 6-C), apresenta um breve conceito sobre o clima semiárido: “[...] encontrado em diversas regiões do mundo, incluindo o Nordeste brasileiro, é caracterizado por uma combinação de altas temperaturas e chuvas escassas. Essas condições moldam o meio ambiente, a cultura e o cotidiano das comunidades” (Fanzine 6, 2024, p. 2). Esse trecho mostra uma compreensão mais abrangente do clima, ligado não apenas a questões físicas, mas também com relação à cultura.

O quarto fragmento (Figura 6-D) destaca características da região semiárida:

Clima: As chuvas são irregulares e ocorrem geralmente entre os meses de dezembro e abril tornando a planificação e a gestão da água fundamentais. Vegetação: A vegetação é adaptada à aridez, como espécies como mandacaru e a faveleira e a caatinga. Essa flora é crucial para a biodiversidade e a estabilidade do solo (Fanzine 6, 2024, p. 3).

Nesse trecho do fragmento, embora haja o equívoco na menção de caatinga como espécie, o Semiárido é representado com ênfase na riqueza da sua biodiversidade, assumindo, dessa forma, uma apresentação que destoa do estereótipo de lugar de seca e carência.

O fragmento seguinte, na Figura 6-E, ao explicar o conceito de calor, ilustra com o desenho de uma paisagem que representa para muitos o Semiárido, com um cacto, o Sol e o vento. Apesar das figuras lembrarem uma paisagem desértica, esta é retratada com retalhos coloridos, expressando, dessa maneira, vivacidade, alegria. O quarto fragmento (Figura 6-F) problematiza com a história o paradigma da seca com a mensagem:

O Nordeste do Brasil, especialmente o Semiárido, é historicamente afetado por secas recorrentes, que impactam a economia e a qualidade de vida. Desde o período colonial a seca tem sido usada como justificativa para intervenções governamentais. Intrinsecamente ligada às características climáticas e físicas da região (Fanzine 01, 2024, p. 2).

O excerto conclui apontando a importância do conhecimento das características físicas da região Semiárida, o que pode servir de trampolim para o estudo de conceitos trabalhados na disciplina de Física.

A análise dos fanzines mostrou que houve uma contribuição para a valorização do Semiárido ao destacar como os estudantes, por meio da sua produção, ressignificam a imagem dessa região, tradicionalmente marcada pelo estigma da seca e da escassez. Os fragmentos gráficos e textuais vão além da visão reducionista do Semiárido como espaço de carência (Silva, 2011). Os fanzines mostraram como os alunos identificam e expressam suas riquezas naturais, culturais e tecnológicas, reforçando que o Semiárido se trata de um território de vida, diversidade e possibilidades, conforme Martins (2006):

[...] a ideia de “educação para a convivência com o semiárido” como contraponto ao descaso histórico para com o SAB, baseia-se nestas evidências e defende que a educação dê sua parcela de contribuição, sendo espaço de tematizações pertinentes sobre o ecossistema semiárido, suas diversidades e sobre as possibilidades de um desenvolvimento sustentável aí. É exatamente isto que vêm fazendo diversas organizações da sociedade civil por todo o território semiárido (Martins, 2006, p. 34).

A valorização ocorre especialmente quando o Semiárido é representado com elementos como a presença de seres vivos, tecnologias sustentáveis como energia solar e eólica, e soluções locais como o sistema de irrigação demonstram o reconhecimento de suas potencialidades. Reservam espaço nos fanzines para explicar as características da região. Ao mesmo tempo, a crítica ao “paradigma da seca” e o uso de cores vivas nos desenhos reforçam uma visão afirmativa da região (Carvalho, 2006). Além disso, alguns fragmentos demonstram o papel do conhecimento científico — no caso, a Física — como ferramenta de leitura e transformação da realidade local. Assim, o Semiárido é apresentado não como um problema a ser superado, mas como um espaço que merece ser estudado e respeitado, fortalecendo a sua valorização (Martins, 2006).

No questionário final, após a produção dos fanzines, alguns alunos demonstraram interesse em aprender mais sobre a região. Por exemplo, quando perguntado “Quais outras temáticas relacionadas à meteorologia ou ciências ambientais você gostaria de experimentar em oficinas futuras?”, um estudante respondeu: “Sobre o Semiárido, porque é a nossa região principalmente” (Beta, questionário, 2024). A resposta de Beta reflete que ele aprendeu a valorizar o Semiárido ao reconhecer a importância de estudar e aprofundar seus conhecimentos sobre a própria região onde vive. Ao afirmar que gostaria de explorar mais o tema “porque é a nossa região principalmente”, o estudante demonstra um sentimento de pertencimento e identificação com o território semiárido, rompendo com a visão estigmatizada que frequentemente o associa apenas a dificuldades, como a seca. Esse desejo de continuar aprendendo sobre o Semiárido indica que o estudante passou a enxergá-lo como um espaço

relevante, digno de estudo e valorização no contexto científico e educacional. A resposta também revela que ele compreende a importância de contextualizar o aprendizado nas realidades locais. Ao querer saber mais sobre o Semiárido por ele ser “a nossa região”, o estudante se posiciona como sujeito ativo no processo de construção do conhecimento, demonstrando que a valorização do território está diretamente relacionada à valorização de sua própria identidade e cultura (Lima, 2010).

No questionário final, alguns estudantes revelaram que a atividade possibilitou que, por meio da Física, compreendessem melhor o Semiárido. Ao ser perguntada “Você acha que poderá usar alguma informação ou conceito de meteorologia física aprendido na oficina em uma situação prática?”, uma estudante refletiu:

Sim, na convecção atmosférica no Semiárido durante o período em que a temperatura está mais elevada aquecendo a superfície terrestre, provoca o aquecimento do ar próximo ao solo, esse ar se expande e sobe, levando o vapor de água para a camada alta da atmosfera, causando a convecção (Delta, questionário, 2024).

O excerto demonstra que a estudante passou a valorizar o Semiárido ao aplicar com precisão um conceito científico — a convecção atmosférica — para explicar um fenômeno típico da região. Ao contextualizar o conteúdo de Física com a realidade climática local, a estudante revela não apenas compreensão do tema, mas também interesse em entender como os processos naturais se manifestam no Semiárido. Essa atitude evidencia valorização porque rompe com uma visão genérica da ciência, frequentemente desvinculada do cotidiano, e reconhece a importância de estudar os fenômenos naturais a partir da própria região (Silva *et al.*, 2024). Ao descrever com clareza o ciclo de aquecimento da superfície, elevação do ar e formação da convecção, a estudante mostra que vê o Semiárido como um espaço de aprendizado legítimo, onde a ciência faz sentido e tem aplicação concreta. Esse reconhecimento transforma o olhar sobre o território, elevando-o de um lugar estigmatizado a um campo fértil para o conhecimento e a valorização da identidade local. Nessa direção, Carvalho (2006) expressou:

Se a lógica do combate construiu “*emblemas nordestinos_ o cangaço, o messianismo, o velho engenho ou a seca, temas que pertencem à saga cultural-simbólica das oligarquias nordestinas*” (ZAIDAN FILHO, 2001), a lógica da convivência busca apresentar que não há mais um nordeste, mas sim, nordestes, e que nessa nova conformação, o Semiárido não pode mais ficar enquanto reduto da pobreza nordestina e brasileira. Ele é potencial, é competitivo, solidário e possui antes de tudo uma identidade cultural comum que o faz único. É a emergência do local se sobrepondo à dinâmica global. Para tanto uma política de desenvolvimento pautada na inserção de cidadãos, direitos universais (educação, saúde, moradia, alimentação etc.) e na

valorização da identidade cultural passam a ser exigidos na pauta dos novos programas e ações para o Semiárido Brasileiro (Carvalho, 2006, p. 34).

Na questão “Que aspectos da oficina você achou mais valiosos e por quê?”, outra estudante respondeu: “O fato de ter mais conhecimentos sobre os climas, além de expandir o conhecimento sobre as áreas como por exemplo o semiárido onde fala de riqueza em biodiversidade, a importância econômica dentre outras áreas foi uma oficina e muitos aprendizados” (Iota, questionário, 2024). A resposta da estudante mostra a sua valorização do Semiárido a partir dos conhecimentos adquiridos na oficina. Ao destacar que aprendeu sobre os diferentes climas e, especialmente, sobre o Semiárido — reconhecendo sua riqueza em biodiversidade e sua importância econômica —, ela demonstra que começou a enxergar a região para além das dificuldades geralmente associadas a ela (Martins, 2006). Esse novo olhar (ressignificação, reinvenção) revela uma compreensão mais ampla da sua realidade, valorizando suas potencialidades (Reis; Pereira, 2022). Ao dizer que a experiência trouxe “muitos aprendizados”, a estudante expressa não só o crescimento intelectual, mas também o despertar de um sentimento de pertencimento e respeito pelo lugar onde produz a sua existência.

4.2 Busca pela sustentabilidade

A sustentabilidade é a capacidade de suprir as necessidades atuais sem comprometer as gerações futuras, considerando as dimensões econômica, social, ambiental etc. (Silva; Sousa; Leal, 2012). Para promovê-la, é necessário adotar práticas que respeitem os recursos naturais, como o uso racional da água, o incentivo à agricultura familiar adaptada ao clima local, o reaproveitamento de resíduos e o uso de energias renováveis. No contexto do Semiárido brasileiro, a sustentabilidade é fundamental para garantir a convivência com as características climáticas da região, permitindo que as populações locais desenvolvam suas atividades produtivas sem esgotar os recursos naturais, assegurando qualidade de vida, segurança alimentar e resiliência.

A sustentabilidade implica em cultivar as condições, relações, significados e práticas que geram ou sustentam a vida. Se o planeta nunca esteve tão vulnerável, se a humanidade nunca esteve tão passível de extinção, e se tudo isso foi construído através da ideia de progresso no passado e da ideia de desenvolvimento no presente, chegou a hora de aprender inventando desde o local, para não perecer imitando desde o global, porque os modelos universais ignoram/violam as condições, relações, significados e práticas locais, rejeitando inclusive o conceito de “desenvolvimento sustentável” promovido pelo Informe da Comissão *Brundtland*, que nem sequer é um conceito, mas sim uma promessa que está em contradição com a conclusão geral do referido Informe, que confessa, ao final, que tudo que propõe é apenas para viabilizar uma nova era de crescimento econômico, a estratégia única do sistema capitalista cujo

único objetivo é acumular *ad infinitum*, um objetivo que não inclui vida, insensível à história e ao contexto (Silva, 2011, p.41).

Nesse tema, durante a etapa inicial, Realidade como Ponto de Partida, não houve questões sobre sustentabilidade propostas no material de apoio, mas os estudantes levantaram algumas questões de cunho ambiental, como, por exemplo: “como as comunidades do Semiárido lidam com a escassez de água?” (Gama); “quais biomas predominam na região do Semiárido?” (Lambda); “o que é o efeito estufa?” (Sigma); “como as mudanças climáticas influenciam a vida no planeta Terra?” (Sigma). As perguntas feitas pelos estudantes mostram que eles estão atentos e preocupados com a sustentabilidade no Semiárido brasileiro. Quando perguntam, por exemplo, “como as comunidades do Semiárido lidam com a escassez de água?”, demonstram interesse em entender como as pessoas da região enfrentam um dos maiores desafios locais, buscando soluções que respeitem o meio ambiente e garantam qualidade de vida. A curiosidade sobre os biomas predominantes revela o desejo de conhecer melhor a natureza da região, valorizando sua biodiversidade e reconhecendo a importância de preservá-la. Já ao questionarem sobre o efeito estufa e as mudanças climáticas, os estudantes mostram que estão conectados com os problemas ambientais e conscientes de como esses fenômenos também afetam diretamente a realidade do Semiárido. Essas perguntas refletem uma postura crítica, que valoriza o lugar onde vivem e reconhece que cuidar do meio ambiente é essencial para garantir o futuro para as futuras gerações.

Na etapa seguinte da sequência, de Comunicação dos Saberes, o trabalho com material de apoio, objetivou incentivar a explorar o aspecto da sustentabilidade ao abordar conteúdos de Física sob o tema Meteorologia. Para ilustrar, ao tratar da radiação solar, temos o registro:

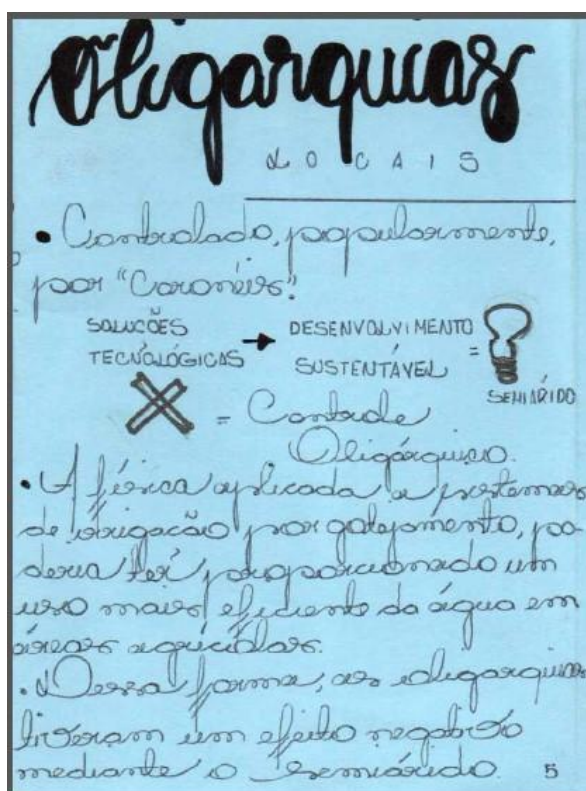
A radiação solar que atinge a superfície da Terra é refletida de volta para a atmosfera como radiação infravermelha. Os gases de efeito estufa absorvem parte dessa radiação, mantendo a temperatura da Terra. Compreender esse processo ajuda a explicar fenômenos como o aquecimento global e suas implicações climáticas [...] Conhecer os padrões de radiação solar permite planejar melhor o uso da irrigação. A evapotranspiração (perda de água do solo e das plantas) é diretamente influenciada pela radiação solar. Com previsões adequadas, os agricultores podem irrigar nos momentos mais eficientes, economizando água [...] O conhecimento da radiação solar pode guiar o planejamento de habitações que aproveitam melhor a luz natural e protegem contra o calor excessivo. Isso pode melhorar o conforto térmico e reduzir o uso de energia (Material de Apoio, 2024, p. 9, 10).

Esses trechos do material de apoio ajudam muito na reflexão sobre a sustentabilidade no Semiárido porque mostram, de maneira prática, como a Física pode estar a serviço do bem-estar das pessoas e do cuidado com a natureza. Ao explicar o efeito estufa e como ele interfere

no clima, o material ajuda os estudantes a entenderem melhor as mudanças que estamos vivendo no planeta — e como essas mudanças impactam diretamente a vida no Semiárido. Quando fala sobre o uso da radiação solar no planejamento da irrigação, o texto traz um olhar sensível para o uso consciente da água, um recurso tão precioso na região. Essa informação pode fazer a diferença para quem vive da agricultura, ajudando a economizar água sem prejudicar a produção. Além disso, ao mostrar como o conhecimento sobre o Sol pode inspirar construções mais frescas e iluminadas, o material aproxima a Física do cotidiano, valorizando soluções simples que melhoram a vida das pessoas e ainda ajudam a poupar energia. No fundo, o material de apoio mostrou que conhecer melhor o Semiárido — seu clima, sua luz, seus desafios — é um passo importante para cuidar dele.

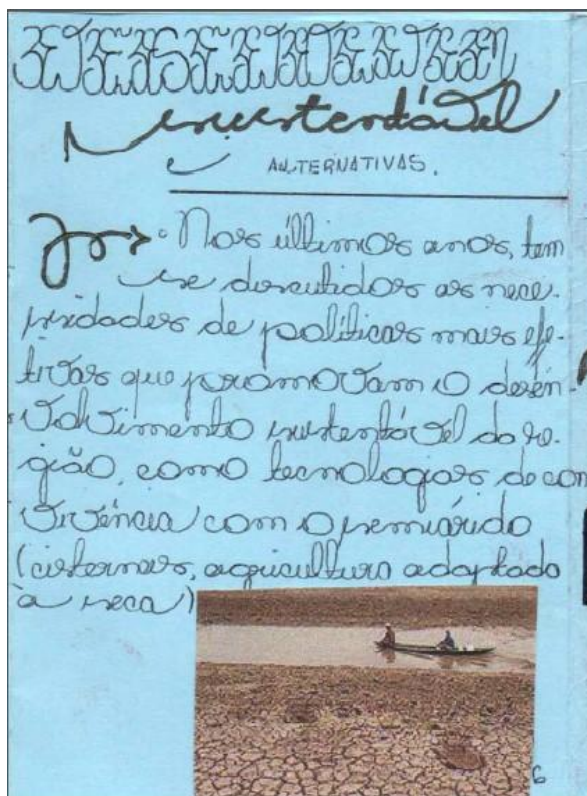
Na etapa de Reinvenção da Realidade, nota-se em fragmentos dos fanzines que houve a preocupação com a sustentabilidade. Analisemos o Fanzine 01.

Figura 7-A – Imagens de fragmentos do Fanzine 01, com destaque para a sustentabilidade



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Figura 7-B – Imagens de fragmentos do Fanzine 01, com destaque para a sustentabilidade



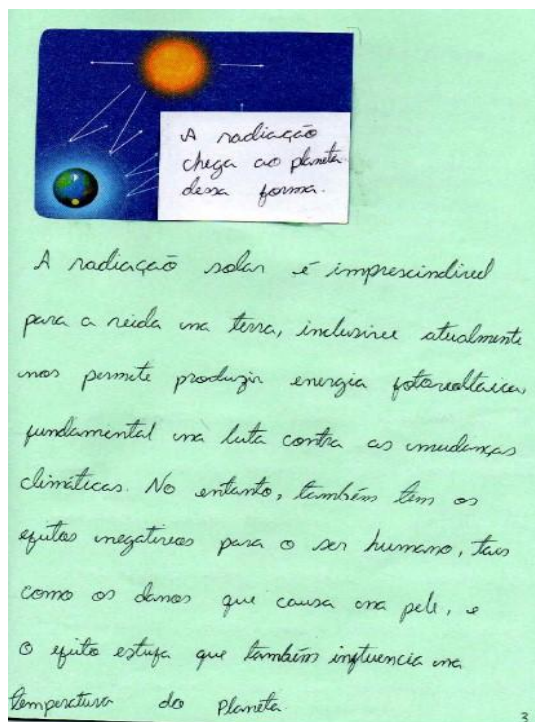
Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Na Figura 7-A, percebe-se uma crítica à ocupação oligárquica e não sustentável do território Semiárido, salientando: “A física aplicada a sistema de irrigação por gotejamento poderia ter proporcionado um uso mais eficiente da água em áreas agrícolas” (Fanzine 01, 2024, p. 5). O fragmento apresenta a ideia de que os estudantes refletiram sobre como o uso da terra, historicamente concentrado e desigual, compromete a sustentabilidade local. Ao mencionarem a aplicação da Física em tecnologias como o sistema de irrigação por gotejamento, demonstraram que compreenderam o papel dessa ciência na busca por soluções práticas e eficientes para o uso racional da água, um recurso essencial e escasso no Semiárido.

Na Figura 7-B, ainda com foco na sustentabilidade, encontramos a afirmação dos autores: “Nos últimos anos, tem se discutido as necessidades de políticas mais efetivas que promovam o desenvolvimento sustentável da região, como tecnologias de convivência com o semiárido (cisternas, agricultura adaptada à seca)” (Fanzine 01, 2024, p. 6). Os estudantes reforçam a importância de políticas públicas voltadas para a sustentabilidade da região, reconhecendo tecnologias sociais como cisternas e práticas agrícolas adaptadas à seca como ferramentas de convivência com o clima. O fragmento mostra que houve uma apropriação crítica dos conteúdos de Física, indo além do conhecimento físico e apontando sua relevância para a transformação social, algo que conforme, (Reis; Pereira, 2022), é esperado no Itinerário

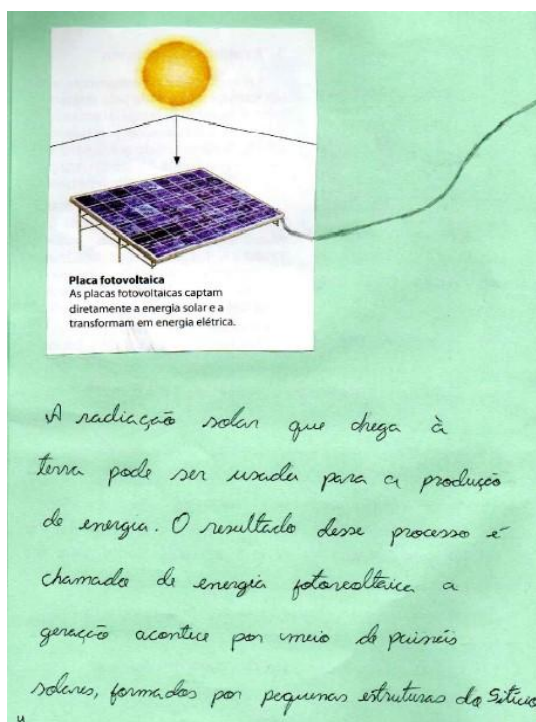
Pedagógico. Assim, os fragmentos do Fanzine 01 indicam que houve uma busca por um ensino de Física comprometido com a realidade local. No Fanzine 02, (Figura 8-A) e (Figura 8-B), também encontramos sinais que apontam para a sustentabilidade:

Figura 8-A – Imagens de fragmentos do Fanzine 02, com destaque para a sustentabilidade



Fonte: Dados da pesquisa, 2025

Figura 8-B – Imagens de fragmentos do Fanzine 02, com destaque para a sustentabilidade



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

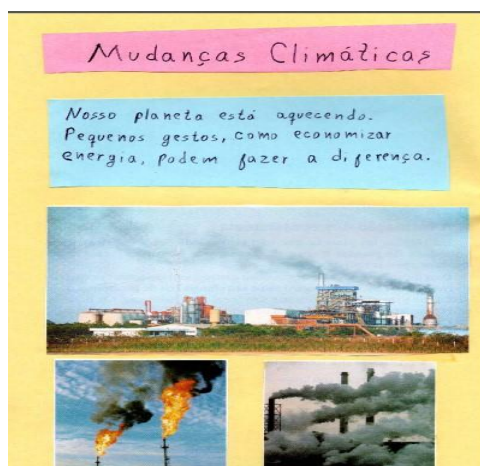
No fragmento da Figura 8-A está registrado: “A radiação solar é imprescindível para a vida na Terra, inclusive atualmente nos permite produzir energia fotovoltaica fundamental na luta contra as mudanças climáticas. No entanto, também tem os efeitos negativos para o ser humano, tais como os danos que causa na pele, e o efeito estufa que também influencia na temperatura do planeta” (Fanzine 02, 2024, p. 3). Na página seguinte (Figura 8-B) complementa com o texto: “A radiação solar que chega à Terra pode ser usada para a produção de energia. O resultado desse processo é chamado de energia fotovoltaica e a geração acontece por meio de painéis solares, formados por pequenas estruturas de silício” (Fanzine 02, 2024, p. 4).

Dessa forma, os estudantes contextualizaram conhecimentos de Física ao explicarem o funcionamento da radiação solar e sua conversão em energia fotovoltaica, demonstrando que pesquisaram conceitos como radiação, efeito estufa e geração de energia. Ao abordarem tanto os benefícios quanto os impactos da radiação solar, como a produção de energia limpa e os riscos à saúde humana, sinalizaram que estavam compreendendo de forma mais crítica a relação entre a ciência e a sua realidade.

Além disso, ao vincularem conceitos físicos com o uso da energia solar no combate às mudanças climáticas, os estudantes trouxeram à tona o tema da sustentabilidade no contexto do Semiárido brasileiro, uma região com alta incidência solar e grande potencial para o uso de energias renováveis (Baptista; Campos, 2013). Ao destacarem o uso de painéis solares feitos de silício, eles demonstraram que estavam buscando soluções viáveis e adaptadas à realidade local quanto a produção de energia solar. Assim, a temática do Fanzine 02 evidenciou como os estudantes integraram conteúdos de Física à reflexão sobre práticas sustentáveis, valorizando a ciência como ferramenta para a convivência inteligente e respeitosa com o Semiárido.

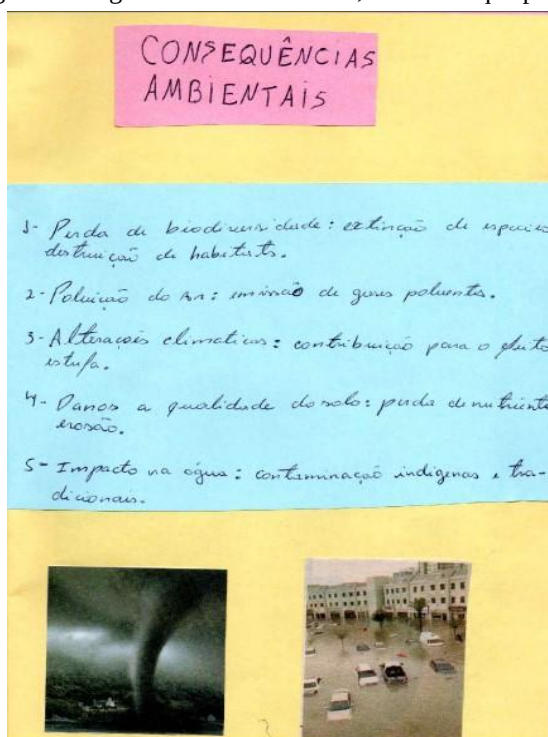
Da mesma forma, no Fanzine 04 também encontra-se uma perspectiva marcada pela sustentabilidade:

Figura 9-A – Imagens de fragmentos do Fanzine 04, com destaque para a sustentabilidade



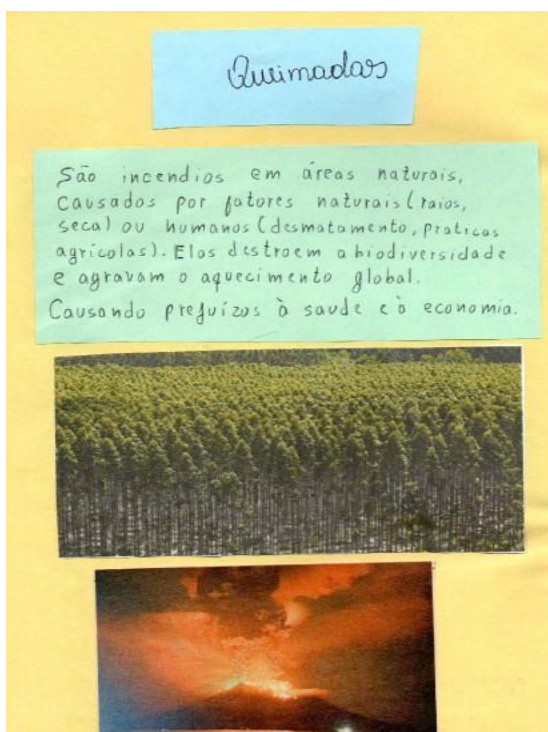
Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Figura 9-B – Imagens de fragmentos do Fanzine 04, com destaque para a sustentabilidade



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Figura 9-C – Imagens de fragmentos do Fanzine 04, com destaque para a sustentabilidade



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

A temática do Fanzine 04, (Figura 9-A), também aponta para a sustentabilidade, com ilustrações e a mensagem: “Nosso planeta está aquecendo. Pequenos gestos, como economizar energia, podem fazer a diferença” (Fanzine 04, 2024, p. 4). Em seguida (Figura 9-B), além das

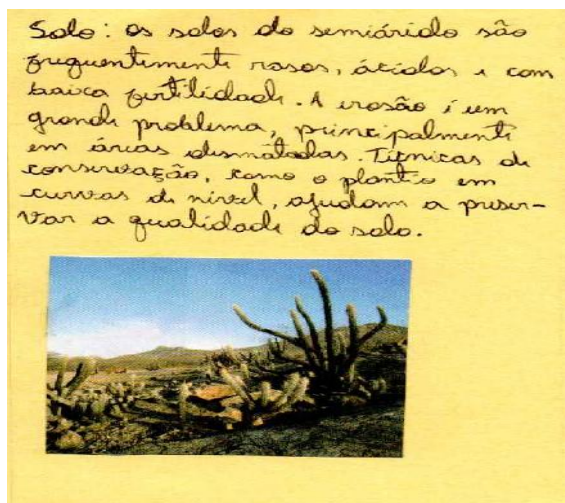
imagens, pontua em texto as consequências ambientais do convívio insustentável com o meio ambiente: perda da biodiversidade, poluição do ar, alterações climáticas, danos à qualidade do solo e contaminação da água. Na página seguinte, (Figura 9-C), o Fanzine destaca o problema das queimadas e expressa: “São incêndios em áreas naturais, causados por fatores naturais (raios, seca) ou humanos (desmatamento, práticas agrícolas). Elas destroem a biodiversidade e agravam o aquecimento global, causando prejuízos à saúde e à economia” (Fanzine 04, 2024, p. 6).

Os textos criados pelos estudantes no Fanzine 04 mostram que eles conseguiram unir o que aprenderam em Física com uma preocupação com a sustentabilidade no Semiárido. Ao afirmarem que “nosso planeta está aquecendo” e que “pequenos gestos, como economizar energia, podem fazer a diferença”, eles demonstram que entenderam como o uso consciente da energia está ligado ao combate ao aquecimento global. Esse tipo de reflexão vai além da teoria e mostra que eles estão pensando em atitudes que podem ser colocadas em prática no nosso cotidiano.

Quando falam sobre os impactos do uso irresponsável dos recursos naturais — como a perda da biodiversidade, a poluição do ar e da água, e os danos ao solo — os estudantes revelam uma visão ampla das consequências ambientais e sociais desse modelo. O destaque dado às queimadas, explicando suas causas e efeitos, também mostra que eles compreendem fenômenos físicos, como a combustão e o calor, mas não param por aí: reconhecem como esses eventos afetam diretamente a saúde das pessoas, o meio ambiente e a economia da região.

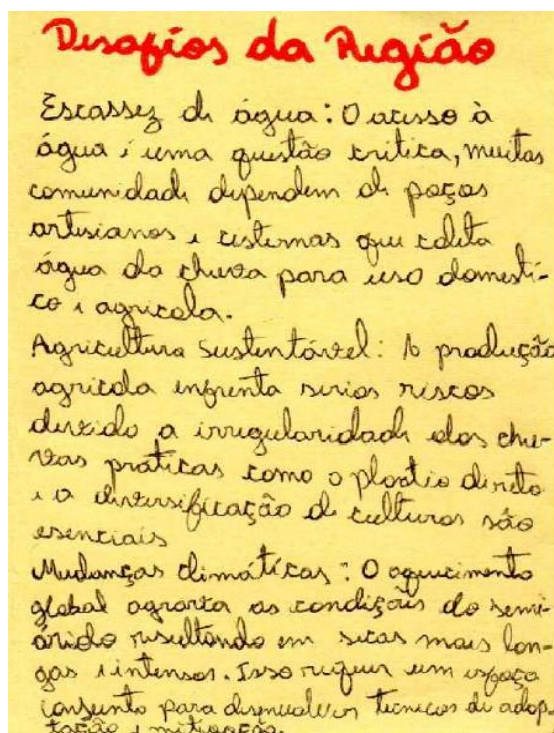
Por fim, elencamos também o Fanzine 06 para ilustrar as aprendizagens em torno da sustentabilidade como característica de uma educação contextualizada para a convivência com o Semiárido (Silva *et al.*, 2024).

Figura 10-A – Imagens de fragmentos do Fanzine 06, com destaque para a sustentabilidade



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Figura 10-B – Imagens de fragmentos do Fanzine 06, com destaque para a sustentabilidade



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

O Fanzine 06, dentre outros aspectos do Semiárido, trata do solo, explicando: “os solos do semiárido são frequentemente rasos, ácidos e com baixa fertilidade. A erosão é um grande problema, principalmente em áreas desmatadas. Técnicas de conservação, como o plantio em curvas de nível, ajudam a preservar a qualidade do solo” (Figura 10-A). Na sequência, o Fanzine 06 (Figura 10-B) destaca os desafios da região, como a escassez de água, a agricultura sustentável e as mudanças climáticas.

Os fragmentos analisados do Fanzine 06 mostram que os estudantes conseguiram conectar os conhecimentos de Física com a sua realidade, vivida no Semiárido. Ao falarem sobre o solo da região — destacando que ele é raso, ácido e com baixa fertilidade —, eles demonstraram que houve pesquisa, mas também preocupação com os impactos que isso tem na vida das pessoas. Ao mencionarem a erosão e sugerirem o plantio em curvas de nível como forma de conservação, mostraram que conseguiram fazer uma relação de como a ciência pode ajudar a cuidar do solo e, consequentemente, da produção de alimentos e da sustentabilidade da região.

Depois, quando abordaram temas como a escassez de água, a agricultura sustentável e as mudanças climáticas, os estudantes mostraram que tinham um olhar atento aos desafios do Semiárido. Eles reconheceram que, apesar das dificuldades, é possível encontrar soluções e conviver com o ambiente, como Malvezzi (2007, p. 30), ao afirmar que “a vida aqui é possível sempre, com dignidade, desde que a adaptação ao ambiente seja feita com respeito a natureza

e associando-se a ela, sem combater-la”. Essa postura revelou um envolvimento com a região, em que o conhecimento aprendido na escola se transformou em ferramenta para reinventar a sua realidade.

No final da sequência didática, no questionário final, algumas respostas revelaram o interesse dos estudantes na discussão em torno da sustentabilidade. Por exemplo, ao serem questionados “O que é meteorologia física e qual a sua importância para o estudo do clima?”, o estudante Beta respondeu: “Estudo [...] Importante para desenvolvimento de um país, principalmente em especial setores agrícolas, energético e da conservação do meio ambiente”. Outro estudante, (Épsilon, questionário, 2024), respondeu: “Estudo das propriedades físicas da atmosfera, bem como fatores dos processos físicos, trazendo pontos positivos para qualquer região como cuidados na agricultura e no meio ambiente”.

Em outra questão, quando perguntados “Quais outras temáticas relacionadas à meteorologia ou ciências ambientais você gostaria de explorar em futuras oficinas?”, tivemos as seguintes respostas: “Meio ambiente” (Alfa, questionário, 2024); “O descarte inadequado do esgoto” (Épsilon, questionário, 2024); “Como o lixo mal descartado afeta o meio ambiente” (Teta, questionário, 2024); “Preservação da biodiversidade” (Lambda, questionário, 2024); “Aquecimento dos oceanos e seu impacto nos ecossistemas marinhos” (Mi, questionário, 2024); “Mudanças climáticas e seus impactos globais” (Sigma, questionário, 2024); “Planejamento agrícola, meio ambiente” (Tau, questionário, 2024); “[...] Simulações de impactos ambientais” (Fi, questionário, 2024).

Quando perguntado “Que aspectos da oficina você achou mais valiosos e por quê?”, um estudante registrou: “No tema [meteorologia com calorimetria] porque temperatura e calor é uma causa muito importante para o meio ambiente” (Beta, questionário, 2024). Entendemos que Beta quis dizer que a compreensão de conceitos físicos como calor e temperatura são importantes para entendermos sobre o meio ambiente.

As respostas dos estudantes ao questionário final mostraram que a oficina despertou neles uma preocupação com a sustentabilidade, especialmente pensando na realidade do Semiárido brasileiro. Ao destacarem a importância da Meteorologia Física para áreas como a agricultura, a produção de energia e a preservação do meio ambiente, eles demonstraram que entenderam como a Física pode ajudar a enfrentar os desafios do clima e do uso dos recursos naturais. Passaram a enxergar a Física e a Meteorologia como ferramentas que podem contribuir para lidarem com questões relacionadas ao meio ambiente.

O interesse por temas como o descarte inadequado do lixo e do esgoto, a preservação da biodiversidade, as mudanças climáticas e o planejamento agrícola indica que os estudantes

estão atentos aos problemas ambientais que os cercam e querem se aprofundar neles. Essas escolhas revelam a busca para com o cuidado com a natureza e com as pessoas que vivem na região. Até mesmo respostas mais simples, como a que relaciona calor e temperatura aos impactos ambientais, mostram que os alunos estão fazendo conexões entre o que aprendem na sala de aula e a realidade em que vivem, reinventando-a.

A educação contextualizada para a convivência com o Semiárido, como uma forma de Educação Popular, também se caracteriza pelo trabalho coletivo, a politicidade e a criticidade (Silva; Reis, 2024). A criticidade pode se concretizar quando professores e estudantes refletem juntos sobre a realidade em que vivem, questionando desigualdades, propondo mudanças e compreendendo que o aprender vai além dos conteúdos: é também formar cidadãos conscientes, éticos e participativos. A politicidade se manifesta quando os temas discutidos em sala dialogam com a vida, com os direitos, com os desafios sociais e ambientais do território. Já o trabalho coletivo se realiza quando todos se sentem parte do processo, colaborando uns com os outros, valorizando diferentes saberes e fortalecendo laços de solidariedade. Essas características podem ser percebidas nos dados já apresentados e discutidos. Além de discutir de que formas o trabalho contribuiu para a educação contextualizada para a convivência com o Semiárido, pela valorização da região e pela busca da sustentabilidade, considera-se importante a análise do produto educacional com referência ao processo de ensino-aprendizagem de Física.

4.3 Ensino-aprendizagem da Física e da meteorologia física

Quanto ao aspecto ensino-aprendizagem da Física, é importante destacar que os estudantes que participaram do processo de aplicação do produto educacional já estavam finalizando o terceiro ano do Ensino Médio e já tinham estudado os principais conceitos mobilizados na sequência didática. Assim, eles tiveram a oportunidade de estudar sobre mecânica, termodinâmica, óptica e eletromagnetismo. Por isso, o Itinerário Pedagógico sobre meteorologia, neste caso, não teve um caráter introdutório, mas foi um espaço para revisão, aprofundamento, contextualização e catarse.

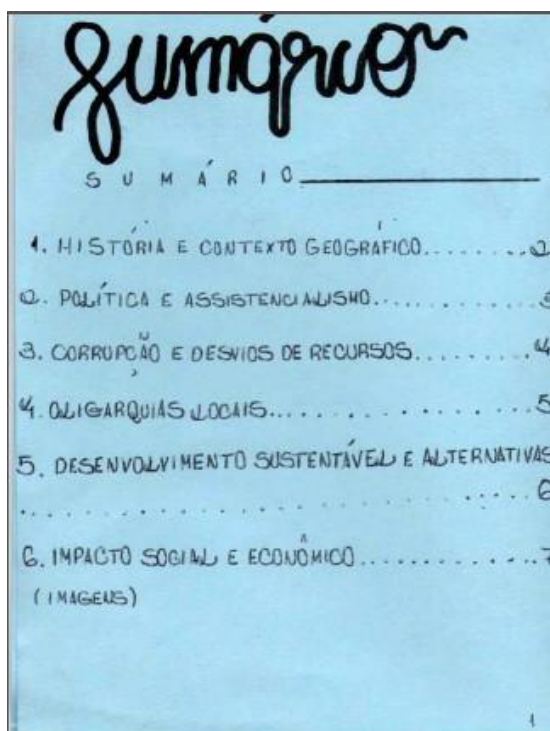
O produto educacional possibilitou que os estudantes vislumbrassem como os conceitos físicos se manifestam nos fenômenos observados na natureza, em especial no contexto do Semiárido. Algumas perguntas da etapa da Realidade como Ponto de Partida indicam um despertar para essa relação: “Qual instrumento é usado para medir a velocidade [do vento]?” (Gama); “A radiação solar é gerada por onde?” (Delta); “Qual a diferença entre temperatura e calor no contexto meteorológico?” (Eta); “Como a alta incidência da radiação solar no

Semiárido influencia a temperatura local?” (Iota). Essas questões também tem um caráter interdisciplinar, ao conjugar conhecimentos físicos com outras áreas, buscando a compreensão dos fenômenos atmosféricos (Vidal; Cintra; Tavares, 2019).

Durante a Comunicação dos Saberes, a exposição dialogada e mediada com o material de apoio (Apêndice B), sendo este em uma linguagem didática e ilustrado, também foi um espaço para a discussão e aprendizagem de conceitos físicos, nos tópicos radiação solar, chuvas e raios, umidade e aridez. Essa discussão foi contextualizada ao Semiárido e exigiu do professor a mobilização de conhecimentos de áreas diversas, como a Matemática, linguagem estruturante da Física; a Geografia e a História, ao abordar o tema Semiárido; a Meteorologia, tema do Itinerário Pedagógico.

Na etapa de Reinvenção da Realidade, os fanzines produzidos expressaram conceitos e interesses na Física por parte dos estudantes. No entanto, isso não foi feito na mesma medida pelos grupos. No Fanzine 01, que teve como título “Semiárido: Indústria da Seca”, os estudantes mencionaram apenas a Física no sistema de irrigação por gotejamento, mas sem discutir conceitos físicos e muito menos o formalismo matemático. Neste caso, o grupo, como mostra o sumário do seu fanzine, (Figura 11), deteve-se em problematizar, a partir de aspectos históricos e geográficos, o paradigma da seca.

Figura 11 – Sumário do Fanzine 01

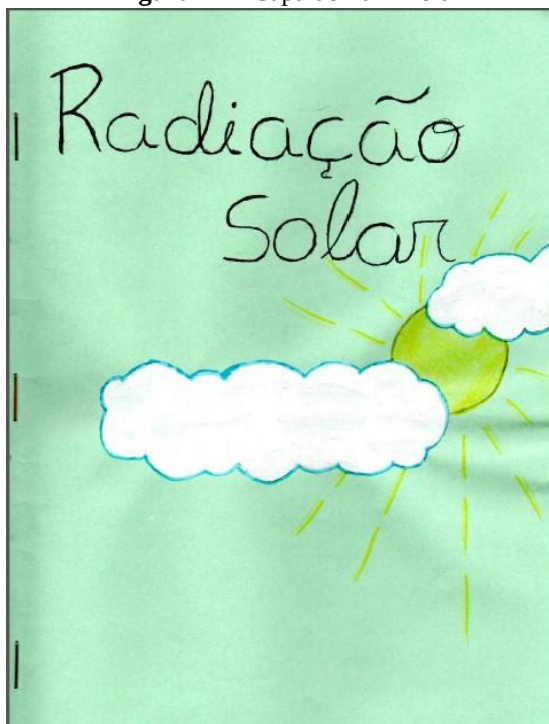


SUMÁRIO	
1. HISTÓRIA E CONTEXTO GEOGRÁFICO.....	2
2. POLÍTICA E ASSISTENCIALISMO.....	3
3. CORRUPÇÃO E DESVIOS DE RECURSOS.....	4
4. OLIGARQUIAS LOCAIS.....	5
5. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E ALTERNATIVAS.....	6
6. IMPACTO SOCIAL E ECONÔMICO.....	7
(IMAGENS)	

Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

No Fanzine 02, com o título “Radiação Solar”, (Figura 12), os estudantes explicam que ela é composta por ondas eletromagnéticas e a relacionam com fenômenos atmosféricos. Mencionam também, de forma superficial, a geração de energia elétrica a partir das placas fotovoltaicas. Concluem explicando sobre a radiação ultravioleta e os seus riscos para a saúde, indicando também alguns cuidados necessários.

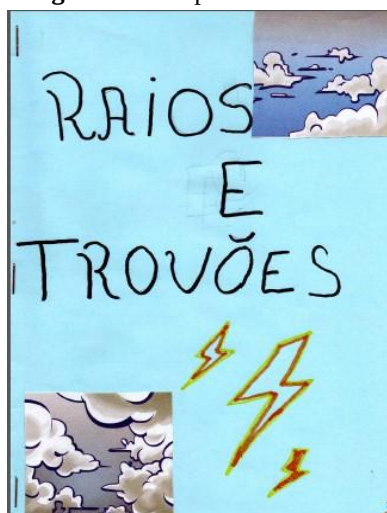
Figura 12 – Capa do Fanzine 02



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

No Fanzine 03, com o título “Raios e Trovões”, (Figura 13), os estudantes explicam o que são raios e trovões, bem como o seu papel na natureza. Contudo não entram em detalhes em esclarecer o fenômeno da eletrização.

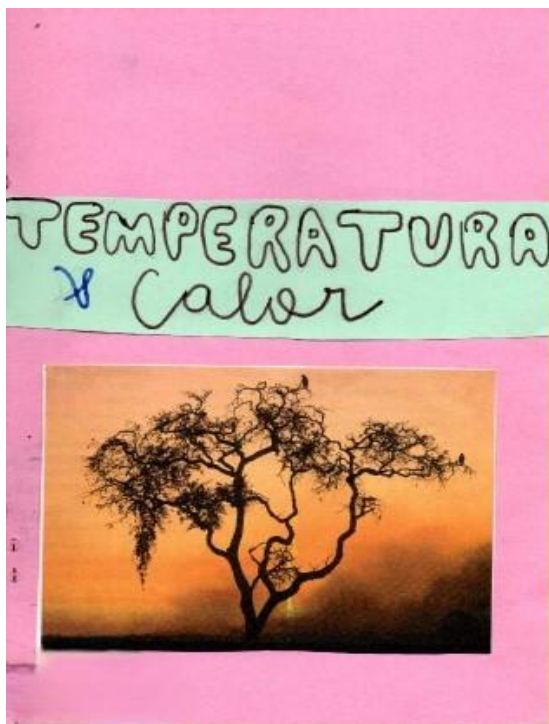
Figura 13 – Capa do Fanzine 03



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

O Fanzine 04 teve por título “Temperatura e Calor”, (Figura 14), os estudantes explicaram os conceitos de temperatura, calor e mudança climática, problematizando os danos causados pelo homem ao meio ambiente.

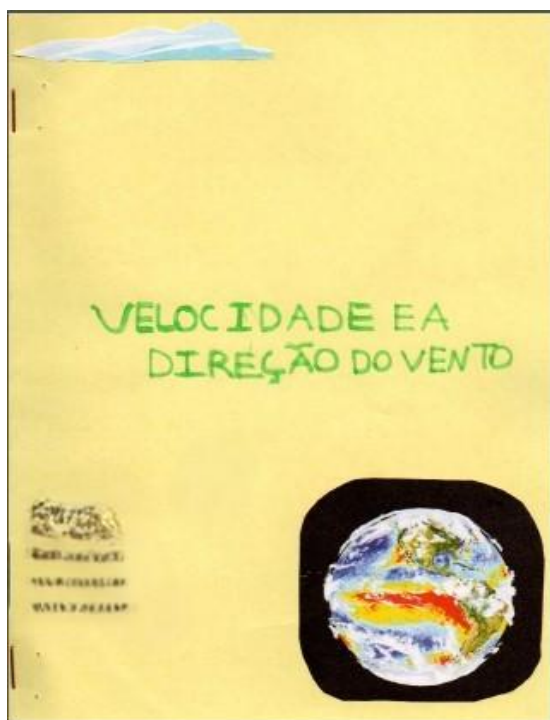
Figura 14 – Capa do Fanzine 04



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

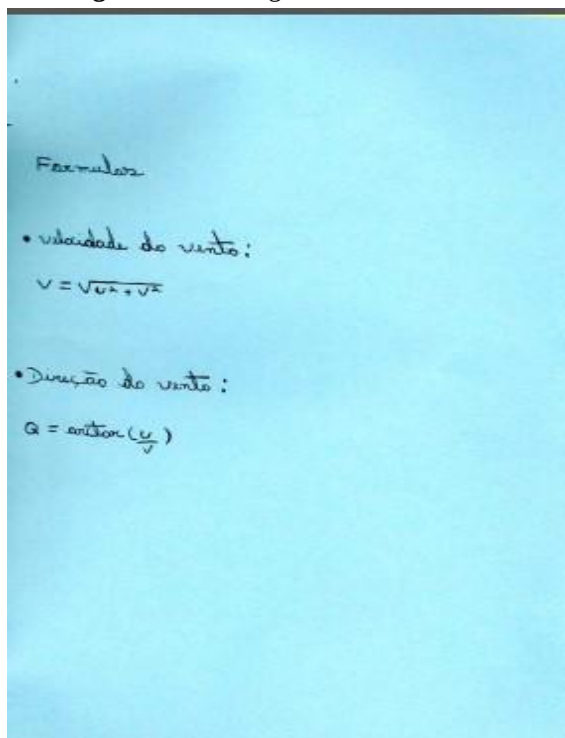
O Fanzine 05, (Figura 15), intitulado “Velocidade e Direção do Vento”, explicou o que é velocidade do vento e os fatores que a determinam. Também buscou esclarecer quais os instrumentos para mensurá-la e as equações de medição da velocidade e determinação da direção do vento. Algum formalismo matemático foi introduzido no fanzine (Figura 15-B), mas sem uma explicação conceitual e pouco na linguagem popular. As equações descritas não condizem com o conhecimento técnico da Física.

Figura 15-A – Fragmentos do Fanzine 05



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

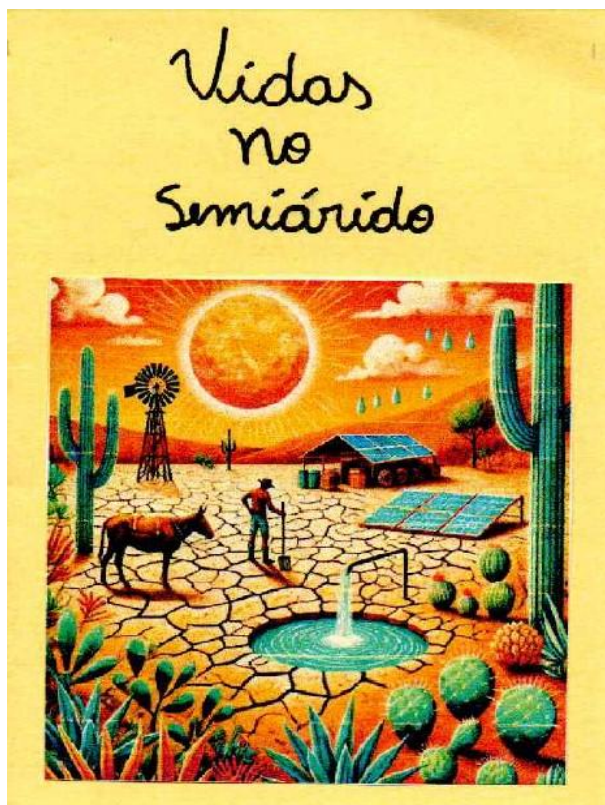
Figura 15-B – Fragmentos do Fanzine 05



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

O Fanzine 06, com o título “Vidas no Semiárido”, (Figura 16), explicou o clima semiárido, as características da região e seus desafios. No entanto, não ficou evidente nenhum conceito físico.

Figura 16 – Capa do Fanzine 06



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

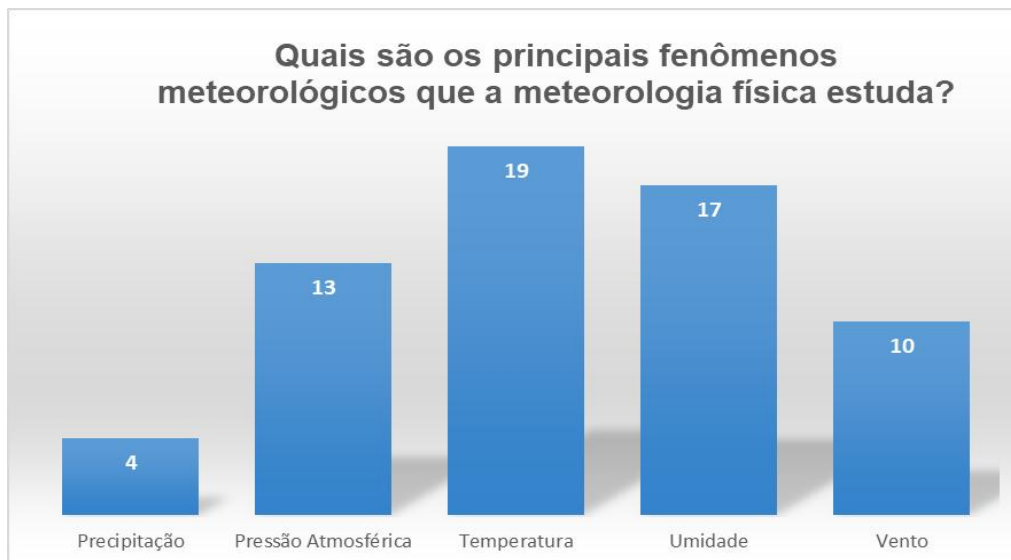
Fazendo uma análise geral, os fanzines, como é próprio do seu gênero literário, não tiveram por preocupação aprofundar conceitualmente ou formalisticamente a Meteorologia Física. Buscaram de forma geral, em uma linguagem para o povo, expressar conhecimentos físicos articulados a assuntos do cotidiano no Semiárido, isto é, de forma contextualizada. Portanto, neste caso, eles não podem ser utilizados para medir integralmente o ensino-aprendizagem de Física. No entanto, constituíram-se em uma oportunidade de, com criatividade, colaborativamente e criticamente, mostrarem como acham que a Física pode contribuir para a nossa leitura e transformação da realidade.

No concerne aos questionários, buscou-se avaliar também como foi para os estudantes o processo de ensino-aprendizagem da Meteorologia Física ao longo do Itinerário Pedagógico. Vale destacar alguns aspectos dessa avaliação.

Os participantes foram questionados sobre quais os fenômenos que a Meteorologia Física estuda, os estudantes poderiam marcar mais de uma alternativa. Para eles, dentre os

principais fenômenos que a Meteorologia Física estuda, em geral assinalaram mais de uma alternativa, conforme o Gráfico 1.

Gráfico 1 – Respostas ao questionário sobre fenômenos estudados em Meteorologia Física



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Conforme o Gráfico 1, a temperatura foi escolhida de forma unânime. Dezesete indicaram também a umidade. A pressão atmosférica foi lembrada por treze pessoas. Dez assinalaram o vento. Quatro escolheram a precipitação. Outros mencionaram a formação de nuvens, a radiação atmosférica e os raios solares.

Os alunos também foram questionados como aplicaram os conhecimentos adquiridos de Física e de Meteorologia para a confecção dos fanzines. Nesse aspecto, obteve-se as respostas, conforme o Gráfico 2.

Gráfico 2 – Respostas ao questionário sobre conhecimentos de Meteorologia Física aplicados nos fanzines

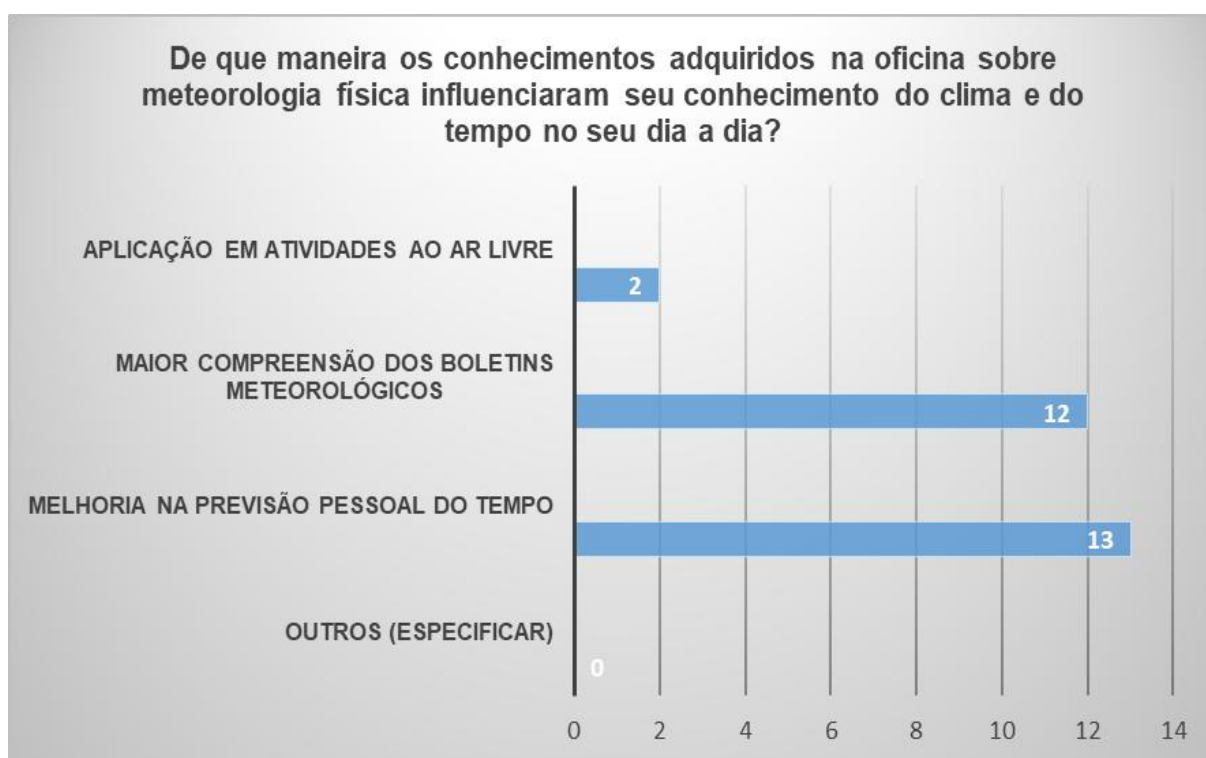


Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Conforme os dados representados no Gráfico 2, treze discentes afirmaram que aplicaram os conhecimentos na medida em que tiveram que explicar conceitos meteorológicos. Dez disseram que foi relatando fenômenos meteorológicos. Doze pessoas citaram que foi criando gráficos e representações visuais. Apesar desse quesito ter a opção de cada participante acrescentar outras formas de aplicação e especificar, ninguém acrescentou outras possibilidades.

Quanto à aplicação dos conhecimentos adquiridos na oficina de fanzine sobre Meteorologia Física influenciaram o entendimento de cada participante sobre o clima e o tempo no dia a dia, obteve-se o resultado conforme o Gráfico 3:

Gráfico 3 – Respostas ao questionário sobre conhecimentos de Meteorologia Física aplicados nos fanzines



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

De acordo com os dados expostos no Gráfico 3, doze entrevistados afirmaram que tiveram uma maior compreensão dos boletins meteorológicos. A melhoria na previsão pessoal do tempo foi assinalada por treze discentes e duas pessoas citaram a aplicação em atividades ao ar livre, que se refere àquelas atividades que são influenciadas pelo tempo meteorológico, como, por exemplo, jogar futebol ou tomar banho de barragem ou açudes diante da aproximação de uma tempestade elétrica.

No que concerne à possibilidade usar alguma informação ou conceito de Meteorologia Física aprendido na oficina em uma situação prática, dezesseis discentes afirmaram

positivamente e descreveram que as situações em que esse conhecimento seria crucial. Vejamos alguns excertos: “Ao analisar o clima, as nuvens e os ventos, por exemplo, como base para uma previsão do tempo” (Alfa, questionário, 2024); “[...] como entender melhor informações dadas em boletins de meteorologia” (Teta, questionário, 2024); “[...] quando estiver chovendo, é possível identificar as causas dos fenômenos naturais, como raios e trovões” (Lambda, questionário, 2024); “[...] para prevenção de desastres naturais” (Csi, questionário, 2024); “[...] Sim, ao saber que ficar exposto à radiação solar pode se desenvolver câncer de pele. Como forma de prevenção, podemos usar protetor solar” (Tau, questionário, 2024); “[...] na agricultura, poderia saber a época certa de saber o que fazer” (Ômega, questionário, 2024).

Percebe-se nas respostas que os estudantes mostraram que os conhecimentos adquiridos podem nos ajudar nas mais diversas situações. Alfa indicou a importância desse conhecimento para analisarmos o clima e podermos fazer alguma previsão. Teta sublinhou que ajuda a compreender os boletins meteorológicos. Nessa direção, Lambda ressaltou que assim possível compreender fenômenos como raios e trovões. Csi, assim como outros sujeitos (Sigma, Psi), explicou que o conhecimento da Meteorologia Física é essencial para a prevenção de desastres naturais. Tau apontou a relação entre os fenômenos estudados e os cuidados com a saúde da pele. Ômega destacou a aplicação na agricultura, no que chamamos de agrometeorologia.

Algumas respostas, como as de Teta, Lambda, Csi, dentre outros, mostraram que a atividade da oficina contribuiu para a alfabetização climática, que se refere aos conhecimentos básicos e necessários para a compreensão dos fenômenos climáticos e de como agirmos em relação a eles, essencial no momento em que vivemos, em que as mudanças climáticas são destaques nas notícias diárias (Cartea; Pinto, 2022).

Outras respostas revelam que os alunos compreenderam pela oficina que os fenômenos meteorológicos/climáticos fazem parte de uma rede complexa. Assim, tais fenômenos estão interligados com questões relacionadas à saúde, desastres naturais e até mesmo à nossa subsistência, já que a agricultura é afetada diretamente por eles.

É interessante a relação que alguns sujeitos fizeram entre os fenômenos meteorológicos discutidos em sala com conceitos da Física, representados nos fanzines e transcritos a seguir: “[...] descrever eventos naturais extremos: conceitos como transferência de calor, dinâmica dos fluidos e processos de formação de nuvens podem ser usados para explicar o comportamento de um ciclone ou tempestade em um ambiente urbano” (Pi, questionário, 2024); “A meteorologia física estuda os processos fundamentais que explicam como os elementos atmosféricos se formam e se transformam, baseando-se em princípios de Física. Exemplo: radiação atmosférica, absorção, reflexão e emissão de energia pela atmosfera” (Fi, questionário,

2024). E ainda: Na convecção atmosférica no semiárido, durante o período em que a temperatura está mais elevada aquecendo a superfície terrestre, provoca o aquecimento do ar próximo ao solo. Esse ar se expande e sobe, levando o vapor da água para a camada alta da atmosfera, causando a convecção (Delta, questionário, 2024).

Delta relacionou o que aprendeu com o conceito de convecção térmica. Pi destacou a transferência de calor e a dinâmica dos fluidos no estudo da atmosfera. Fi mencionou conceitos como radiação, energia, dentre outros. As respostas desses e outros estudantes revelam que a oficina, além de estimular a pesquisa e a socialização do conhecimento científico, também subsidiou que eles aprendessem sobre Física ou, pelo menos, relacionassem conhecimentos sobre a meteorologia com conceitos da Física.

Em síntese, a experiência com o Itinerário Pedagógico sobre Meteorologia Física demonstrou ser uma rica oportunidade de aprendizagem significativa e contextualizada para os estudantes do terceiro ano do Ensino Médio. A abordagem proposta não apenas possibilitou uma revisão dos conceitos físicos já estudados, mas também promoveu uma ressignificação desses saberes ao inseri-los em situações reais do Semiárido. A produção dos fanzines, mesmo com diferentes níveis de aprofundamento conceitual, mostrou-se uma ferramenta expressiva para que os estudantes articulassem conhecimentos científicos com suas vivências, de forma crítica, criativa e colaborativa. As respostas dos questionários evidenciam que os estudantes ampliaram sua compreensão sobre o clima e o tempo, relacionando esses fenômenos com conceitos físicos e reconhecendo sua importância em diversas dimensões da vida cotidiana, como a saúde, a agricultura e a prevenção de desastres. Isso revela que, mais do que aprender Física, os alunos foram convidados a enxergar o mundo de maneira mais integrada, desenvolvendo competências essenciais para a leitura e transformação da realidade em tempos de mudanças climáticas. Apesar dessa conclusão, optamos por aprofundar a análise.

4.4 Avaliação do produto educacional

Na avaliação do produto educacional, refletiu-se sobre o ensino-aprendizagem de Física e de Meteorologia Física com base na ferramenta analítica proposta por Schurch e Rocha (2019). Assim, essa análise considerou as dimensões (i) da concepção pedagógica, (ii) da técnica e (iii) da mediação pedagógica.

Na dimensão da concepção pedagógica, entendemos que a proposta didática adotada partiu de uma concepção construtivista, crítica e libertadora do ensino, na qual os estudantes são vistos como sujeitos ativos no processo de aprendizagem. Essa concepção pode ser

percebida no texto e nas ilustrações do Material de Apoio e refletida nos fanzines produzidos. Do ponto de vista pedagógico, a atividade não foi pensada apenas para “ensinar conteúdos”, mas para ajudar os alunos a revisitar o que já sabiam – como temas de termodinâmica, óptica e eletromagnetismo – de um jeito mais próximo da sua realidade. Em vez de começar tudo do zero, a proposta deu espaço para que eles aprofundassem o que já tinham aprendido, conectando isso com o clima, os desafios e as riquezas do Semiárido, o lugar onde vivem. Assim, o ensino da Física passou a fazer mais sentido, ganhando vida e significado.

Na dimensão técnica, os fanzines permitiram que os estudantes colocassem a mão na massa com criatividade, desenhando, escrevendo e escolhendo o que e como queriam comunicar. A diversidade de temas e ilustrações nos fanzines demonstram esses aspectos. Alguns grupos conseguiram incluir conceitos da Física de maneira mais clara, como a radiação solar ou a velocidade do vento, até com algumas fórmulas. Outros preferiram falar mais sobre os aspectos sociais, históricos e ambientais da região, o que também é muito válido. Afinal, o fanzine é um gênero que dá liberdade para isso. Mesmo quando os conceitos físicos não foram aprofundados, os estudantes mostraram que estavam pensando criticamente e buscando entender como a ciência pode dialogar com os problemas e as potencialidades do Semiárido.

Já na mediação pedagógica, a presença do professor foi fundamental. Desde o início, com as perguntas provocativas feitas pelos alunos no questionário inicial, até os momentos de discussão com apoio de materiais didáticos, houve um esforço em conectar diferentes áreas do saber – Física, Geografia, História, Matemática – de forma integrada e respeitosa. O professor atuou como alguém que não apenas ensina, mas escuta, provoca e caminha junto. Isso ajudou os estudantes a se sentirem confiantes para criar, questionar e refletir, e também reforçou o trabalho coletivo dentro das turmas. A interação entre os alunos também foi importante, o que foi explorado nas três etapas do Itinerário Pedagógico, contribuindo para a coerência entre a proposta pedagógica e o referencial da educação contextualizada para a convivência com o Semiárido, que tem no trabalho coletivo um de seus esteios.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho representou uma importante experiência de ensino e pesquisa ao propor o uso de fanzines no ensino de Física contextualizado para a convivência com o Semiárido. A aplicação do produto educacional mostrou a possibilidade de uma prática em diálogo com os saberes do território, a valorização da cultura local e o incentivo à expressão criativa dos estudantes.

A escolha do tema meteorologia foi acertada, pois está diretamente ligada ao cotidiano das populações do Semiárido e possibilitou a abordagem de diversos conceitos físicos como radiação, calor, temperatura, ventos e eletricidade. Além disso, o uso dos fanzines como recurso metodológico estimulou o protagonismo estudantil, o trabalho coletivo e a reflexão crítica sobre a convivência com o clima da região.

É importante reconhecer as limitações do trabalho. A principal delas foi a abrangência da aplicação, limitada a uma única turma de Ensino Médio em uma escola pública específica. Isso limita a generalização dos resultados e aponta para a possibilidade de replicações em outros contextos e com diferentes perfis de estudantes. Outro ponto que merece atenção é o tempo disponível para a execução da oficina, que poderia ser ampliado para um melhor amadurecimento das produções dos estudantes. Também faltou o momento de acompanhamento da distribuição dos fanzines e apreensão da reação do público ao recebê-los.

Para pesquisas futuras, seria interessante investigar como o uso de fanzines pode ser articulado com outras áreas das Ciências da Natureza e mesmo com componentes curriculares das Ciências Humanas, ampliando a interdisciplinaridade e o diálogo entre saberes. Também se faz promissor o aprofundamento em temas específicos da meteorologia, como os impactos das mudanças climáticas e as tecnologias sociais aplicadas ao Semiárido.

Na prática de ensino de Física, esta proposta convida os professores da disciplina a romperem com abordagens descontextualizadas. Ensinar Física a partir da realidade vivida pelos estudantes, como os desafios do Semiárido, é uma forma de ressignificar o ensino e de promover uma educação mais crítica. Para concluir, o trabalho apontou a importância da pesquisa em ensino de Física conectada com o território e com os sujeitos que fazem parte dele.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, M. T. Caracterização da macrorregião do semiárido piauiense. In: SILVA, M. S. S. *et al.* (Orgs.). **Semiárido piauiense: educação e contexto**. Campina Grande: Triunfal, 2010. p. 15-34.
- ALMEIDA, E. C. V. **Potencialidade da energia solar fotovoltaica no Semiárido Nordeste e sua relação com o desenvolvimento sustentável**. 2021. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2021.
- ALMEIDA, M. G. V. M. et al. Os saberes da etnobotânica na valorização do etnoconhecimento. In: SILVA, E. **Recursos naturais e aspectos socioambientais no semiárido brasileiro**. Rio de Janeiro: Gramma, 2019. p. 29-54.
- ALVES, H. B. L. **Estudo de questões ambientais na Educação de Jovens e Adultos utilizando o fanzine como expressão de aprendizagem**. 2022. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 2022.
- ALVES, P. V. *et al.* A importância do conceito da radiação solar na educação básica: a percepção de alunos do ensino médio sobre a temática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20210054, 2021.
- ANDRADE, C. S. P. O calor descortinando paisagens: um “olhar” sobre a cidade de Teresina-PI. **Geografia: Publicações Avulsas**, Teresina, v.2, n. 1, p. 444-461, 2020.
- ANDRADE, Sandro Silva de. SENNA, Nádia da Cruz. Fanzines na sala de aula: expressividade e autorialidade. In: ENCONTRO DA ANPAP, 24., 2015, Santa Maria. Compartilhamentos na arte: redes e conexões. **Anais [...]**. Santa Maria, 2015. Disponível em: http://anpap.org.br/anais/2015/simposios/s5/sandro_silva_de_andrade_nadia_da_cruz_senna.pdf. Acesso em: 8 jun. 2025.
- ANDRAUS, G.; SANTOS, E. S. N. Dos zines aos biograficzines: narrativas visuais no processo de formação continuada de docentes-pesquisadores. **Imaginário!**, n. 1, p. 47 – 57, 2011.
- ARAUJO, E. R. R. M. **Aplicação de Redes Neurais na Predição de Disponibilidade de Recursos Energéticos Solares no Município de Seropédica**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2019.
- ARAÚJO, G. S. et al. O semiárido como tema gerador no ensino de ciências da natureza pela perspectiva da educação popular. **Geoconexões**, v. 2, n. 16, p. 166-180, 2023.

ASSUMPÇÃO, Douglas Junio Fernandes; PINA, Eduardo Menezes; SOUZA JUNIOR, José Calasanz Piedade de. Fanzine como mídia alternativa: uma análise do cenário belemense. **Revista Alterjor**, São Paulo, ano 2, v. 2, 2011. Disponível em: www.revistas.usp.br/alterjor/article/view/88234/91112. Acesso em: 8 jun. 2024.

ARTICULAÇÃO SEMIÁRIDO. **Declaração do Semi-árido**: propostas da articulação no semi-árido brasileiro para a convivência com o o semiárido e combate à desertificação. Recife: ASA, 1999.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

BACELAR, R. J. G. **Sequência didática sobre os conceitos e fenômenos físicos relacionados com os eventos atmosféricos e meteorológicos para o ensino de física no 2º ano do ensino médio do município de Tefé**. 2016. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Amazonas e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Manaus, AM, 2016.

BAGATOLI, R. **Resistores não ôhmicos: Ensinando eletricidade a partir de uma perspectiva de eletrônica aplicada**. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) – Universidade Federal de Santa Catarina, Blumenau, SC, 2018.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.

BAPTISTA, N. Q.; CAMPOS, C. H. Caracterização do Semiárido Brasileiro. In: CONTI, I. L.; SCHROEDER, E. O. **Convivência com o Semiárido Brasileiro**: Autonomia e Protagonismo Social. Brasília: Editora IABS, 2013. p. 45-94.

BATISTA, B. E. S. **Física e meio ambiente**: criação de rede de monitoramento de chuvas no colégio Estadual Coronel João Limongi em São José do Vale do Rio Preto. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2019.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 7352, de 4 de novembro de 2010**. Dispõe sobre a política de educação do campo e o Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária. Brasília, DF: 2010.

BEZERRA, D. B.; SANTOS, A. C. Aprendizagem significativa em ciências: revelando saberes na produção de fanzines. **Experiências em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 13, n. 4, p. 35-48, 2018.

BISCAINO, A. P. As potencialidades da temática previsão do tempo para o ensino de ciências. **Física na Escola**, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 25-28, 2017.

CANEPPELE, A. C. G. **Uma sequência didática facilitadora da aprendizagem significativa no estudo do efeito estufa e do aquecimento global**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tramandaí, RS, 2019.

CARTEA, P. A. M.; PINTO, J. J. M. R. Educar para la Emergencia Climática:: un imperativo ético y práctico. **Ambiente & Educação: Revista de Educação Ambiental**, [S. l.], v. 27, n. 2, p. 1–28, 2022. DOI: 10.14295/ambeduc.v27i2.14722. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/14722>. Acesso em: 14 jul. 2025.

CARVALHO, K. S. **Rabiscando ensino de Ciências em quadrinhos para aprendizagem de estudantes imigrantes venezuelanos**. 2022. Dissertação (Mestrado em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia) – Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, AM, 2022.

CARVALHO, L. D. A Emergência da Lógica da “Convivência Com o Semi-Árido” e a Construção de uma Nova Territorialidade. **Educação para a Convivência com o Semiárido: Reflexões teórico-práticas**. 3.ed. Juazeiro: Secretaria Executiva da Rede de Educação do Semiárido Brasileiro-RESAB, 2006. p.18-26.

CARVALHO, L. D.; REIS, E. S. Educação contextualizada para a convivência com o semiárido brasileiro: fundamentos e práticas. In: REIS, E. S. *et al.* (Coords.). **Convivência e Educação do Campo no Semiárido Brasileiro**. Juazeiro: RESAB, 2013. p. 23-42.

CARVALHO, L. D. Um sentido de pertencimento ao território semiárido brasileiro: a ressignificação da territorialidade sertaneja pela convivência. **Revista de Geografia**, v. 28, n. 2, p. 60-76, 2011.

CAVALCANTI, M. H. DA S.; RIBEIRO, M. M.; BARRO, M. R. Planejamento de uma sequência didática sobre energia elétrica na perspectiva CTS. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 24, n. 4, p. 859–874, 2018.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 5 ed. Ijuí: Unijuí, 2011, p.368.

CINDRA, J. L.; TEIXEIRA, O. P. B. Discussão conceitual para o equilíbrio térmico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 2, p.176–193, 2004.

COLETTTO, E. R. **Estudo de conceitos de termologia usando um aquecedor solar de baixo custo**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Mato Grosso, Pontal do Araguaia, MT, 2020.

CONTIN, R. C. **Ensino de conceitos de termodinâmica: estação meteorológica como possibilidade de aprendizagem em Física**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, 2017.

CONTIN, R. C.; BARROS, M. P. GARREZI, S. T. Uma pesquisa sobre o uso de uma estação meteorológica no ensino de física a fim de observar seus efeitos enquanto unidade de ensino potencialmente significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 13, n. 1, p. 119-141, 2020.

CORNETTA, A. Ciência, política e a produção histórica do clima: considerações sobre controvérsias científicas e políticas para mudanças climáticas. **Revista da ANPEGE**, [S. l.], v. 18, n. 36, p. 52-75, 2022.

COSTA, R. H. da. O espaço da modernidade. **Terra Livre**, São Paulo, n.5, p. 47-67, 1988.

DAL PAI, A.; SARNIGHAUSEN, V. C. R. Climatologia e água: o impacto do calor latente no ciclo hidrológico. **A Física na Escola**, v. 20, n. 1, p. 1-6, 2022.

DINIZ, P. C. O.; PIRAUX, M. Das intervenções de combate à seca às ações de convivência com o semiárido: trajetória de ‘experimentalismo institucional’ no semiárido brasileiro. **Cadernos de Estudos Sociais**, Recife, v. 26, n. 2, p. 227-238, 2011.

DOURADO, L. A educação contextualizada: saberes tecidos no contexto e na interação natureza e cultura. **Cadernos de Estudos Sociais**, v. 24, n. 1, p. 71-86, 2012.

ESMERIO, S. C.; SILVA, A. L. S. Dificuldades na aprendizagem de física na formação inicial de educadores do campo. **Educere et Educare**, [S. l.], v. 17, n. 44, p. 123–141, 2022.

FALCÃO SOBRINHO, J. **Relevo e Paisagem: proposta metodológica**. Sobral: Sobral Gráfica, 2007.

FAVERO, C. A. **Semiárido: fome, esperança e vida digna**. Salvador (BA): EDUNEB, 2002.

FERNANDES, S. A. de S. **FANZINE: recurso pedagógico para incentivar a produção textual**. 2019. Produto Educacional (Programa de Pós – Graduação em Educação para Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Jataí, GO, 2019.

FERNÁNDEZ-GARCÍA, A.; ZARZA, E.; VALENZUELA, L; PÉREZ, M. Parabolic-trough solar collectors and their applications. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 14, n. 7, p. 1695-1721, 2010.

FIGUEIREDO, G. de A.; GONZÁLEZ, F. E.; XAVIER, M. K. E. S. O ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS: Uma proposta de educação contextualizada para o Semiárido/Sertão. **Revista Pedagógica**, [S. l.], v. 23, p. 1–26, 2021. DOI: 10.22196/rp.v22i0.6147. Disponível em: <https://pegasus.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/pedagogica/article/view/6147>. Acesso em: 14 jul. 2025.

FIGUEIREDO, G. A.; MARQUES, J. A. Ensino da Física e a (des)contextualização com o Semiárido brasileiro. In: Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 2, 2017, Campina Grande, PB. **Anais [...]** Campina Grande: Editora Realize, 2017.

FRANCO, L. W. **Radiação UV**: efeitos, riscos e benefícios à saúde humana: proposta de sequência didática para o ensino de física. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, SP, 2018.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 54. ed. Rio de Janeiro: Paz & Terra, 2013.

GÓMEZ, J. M. R. et al. A irradiância solar: conceitos básicos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 3, p. e3312, 2018.

GOMES, F. I. B. P.; ZANELLA, M. E. Histórico, causas e características da semiaridez do Nordeste do Brasil. **Geografares**, v. 37, p. 1-20, 2023.

GUGÉ, L. R. **A meteorologia como elemento mediador para o ensino de conceitos da termodinâmica no ensino fundamental**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Estadual do Sul da Bahia, Vitória da Conquista, BA, 2018.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física. v.1, 2, 3, 4**. Tradução de Ronaldo Sérgio de Biasi. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Brasil/Piauí/Vila Nova do Piauí. **Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/vila-nova-do-piaui/panorama>. Acesso em: 23 jun. 2025.

IQBAL, M. **An introduction to solar radiation**. Toronto: Academic Press, 1983.

KAISER, D. E.; SILVA, J. O. **Oficina de fanzine com adolescentes usuários de drogas: uma visão em enfermagem**. 2010. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/bde-23472>. Acesso em: 15 jun. 25.

KANG S. M. et al. Croll revisited: Why is the northern hemisphere warmer than the southern hemisphere? **Climate Dynamics**, v. 44, p. 1457–1472, 2015.

KÖCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica**: teoria da ciência e iniciação à pesquisa. 34. ed. Petrópolis: Vozes, 2015.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LIMA, E. S. **O currículo como espaço de diálogo entre as diversidades socioculturais do semiárido**. In: SILVA, M. S. S. *et al.* (Orgs.). *Semiárido piauiense: educação e contexto*. Campina Grande: Triunfal, 2010. p. 151-172.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. 2ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2013.

LUTGENS, F. K.; TARBUCK, E. J. **The atmosphere: an introduction to meteorology**. 10.ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2007.

MACEDO, O. M. **A Convivência com o Semi-árido**: Desenvolvimento Regional e Configuração do Local no Projeto do IRPAA. 2004. Dissertação (Mestrado em Sociologia) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Sociologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

MACHADO, J.; VELOSO, R. D. S.; NOBRE, N. A. O. Oficina de fanzine: uma proposta de ensino-aprendizagem dos gêneros textuais com protagonismo. In: *Seminário de Educação (SEMIEDU)*, 29, 2021, Cuiabá, MT. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 1-15.

MAGALHÃES, H. **Fanzineno mundo**. Disponível em: <https://personalzine.wordpress.com/2012/03/13/os-fanzines-ganham-o-mundo/> Acesso em: 20 abril de 2024.

MALVEZZI, R. **Semi-árido**: uma visão holística. Brasília: Confea, 2007.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 83-96, 2008.

MARQUES, R. S. **A análise dos fatores de competitividade da energia eólica: um estudo de caso no complexo eólico alto sertão na Bahia**. 2023. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, 2023.

MARTINS, J. S.; REIS, E. S. **Proposta político-pedagógica da RESAB: A convivência com o semi-árido como norteadora do processo educacional no semiárido brasileiro**. Juazeiro, BA: RESAB, 2004.

MARTINS, J. S. M. Anotações em torno do conceito de educação para a convivência com o semiárido. RESAB. Secretaria Executiva. **Educação para a Convivência com o Semiárido: Reflexões teórico-práticas**. 3.ed. Juazeiro: Secretaria Executiva da Rede de Educação do Semiárido Brasileiro-RESAB, 2006. p.27-48.

MARTINS, J. S. M. Educação e diversidade cultural no sertão. In: SILVA, M. S. S. *et al.* (Orgs.). **Semiárido piauiense: educação e contexto**. Campina Grande: Triunfal, 2010. p. 131-149.

MATTOS, B. H. O. M. **Educação no contexto do semi-árido brasileiro**. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, 2004. p. 69-88.

MENDES, M. C. O. **Construção de um kit meteorológico com materiais de baixo custo como proposta para o estudo de física no ensino médio**. 2021. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS, 2021.

MENDES, M. C. O.; DYTZ, A. G.; ARASHIRO, E. Construção de um *kit* meteorológico com materiais de baixo custo como proposta para o estudo de física no ensino médio. In: Encontros Integrados em Física e seu Ensino, Brasília, 2022. **Anais [...]** Brasília: UnB, 2022.

MOCÓ, G. S. **Estudo de termodinâmica por uma estação meteorológica experimental em arduino**. 2020. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Mato Grosso, Barra do Garças, MT, 2020.

MOREIRA, M. A. **Desafios no ensino da física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, 2021.

MOREIRA, M. A. **Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea**. Revista do Professor de Física, Brasília, v. 1, n. 1, 2017.

MOURA, M. S. B. *et al.* Aspectos meteorológicos do Semiárido brasileiro. In: XIMENES, L. F.; SILVA, M. S. L.; BRITO, L. T. L. (Orgs.). **Tecnologias de convivência com o semiárido brasileiro**. 1ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2019. Cap. 1, p. 85-104.

NASCIBEM, F. G.; VIVEIRO, A. A. Para além do conhecimento científico: a importância dos saberes populares para o ensino de ciências. **Revista Interacções**, [S. l.], v. 11, n. 39, 2016. DOI: 10.25755/int.8738. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/8738>. Acesso em: 14 jun. 2025.

NASCIMENTO, M. A. R. M. **Proposta de sequência didática, em consonância com a BNCC/DRC-MT, para o ensino de termodinâmica via estação meteorológica.** 2022. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, 2022.

NUNES, A. K. F.; BARROSO, R. C. A.; SANTOS, J. F.; SANTOS, V. S. O Recurso da Triangulação como Ferramenta para Validação de Dados nas Pesquisas Qualitativas em Educação. **Fronteira: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 441–456, 2020.

OLIVA, I. V. **A diferenciação entre os conceitos de temperatura e sensação térmica por meio de uma miniestação meteorológica à luz da teoria dos campos conceituais: uma investigação em uma escola do campo.** 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal do Pampa, Bagé, RS, 2020.

OLIVEIRA, A. C. **Sequência didática para abordagem em Física sobre radiações solares do tipo ultravioleta e fotoproteção.** 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2019.

OLIVEIRA, G. L.; FLORENTINO, H. S. Educação ambiental contextualizada para a convivência com o semiárido: saberes e práticas de estudantes de uma escola no sertão paraibano. **RENCIMA**, v. 14, n.1, p. 1-23, 2023.

OLIVEIRA, N. C. R.; OLIVEIRA, F. C. S.; CARVALHO, D. B. Educação ambiental e mudanças climáticas: análise do Programa Escolas Sustentáveis. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 27, p. e21068, 2021.

O Semiárido brasileiro. **Instituto Nacional do Semiárido – INSA**, [S.d.]. Disponível em: <https://www.gov.br/insa/pt-br/semiarido-brasileiro>. Acesso em: 23 jun. 2025.

PEREIRA, T. Q. **Aplicação da metodologia da taxonomia de Bloom revisada no ensino de Física a partir da análise de dados de estações meteorológicas.** 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, SC, 2018.

PEREZ-MARIN, A. M. Desenvolvimento sustentável do semiárido brasileiro. **Desenvolvimento sustentável**, v. 15, n. 31, p. 47-60, 2010.

PINTO, F. C. R. **Proposta de Sequência Didática Baseada na Aprendizagem Significativa: Construção de uma Mini Estação Meteorológica Automática com Arduino.** 2018. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, SP, 2018.

Rede de Educação do Semiárido brasileiro celebra 20 anos em defesa de políticas educacionais contextualizadas. **IRPAA**, 14 out. 2020. Notícias. Disponível em: <https://irpaa.org/noticias/2262/rede-de-educacao-do-semiarido-brasileiro-celebra-20-anos-em-defesa-de-politicas-educacionais-contextualizadas>. Acesso em: 03 jul. 2024.

REIS, E. S. Desafios e bases para a construção de uma nova política de Gestão Educacional no Semi-Árido Brasileiro e no Brasil. In: RESAB. Secretaria Executiva. **Educação para a Convivência com o Semiárido**: Reflexões teórico-práticas. 3.ed. Juazeiro: Secretaria Executiva da Rede de Educação do Semiárido Brasileiro, Selo Editorial RESAB, 2006. p. 49-54.

REIS, E. S.; PEREIRA, V. A. Educar no Semiárido Brasileiro: Continuidades da Construção Em Rede. In: REIS, E. S.; VIEIRA, J. N.; BORGES, J. J. S. **O Paradigma cultural IV**: desafios contemporâneos à Educação no Século XXI. Curitiba: Editora CRV, 2022.

REIS, E. S. Educação para a convivência com o semiárido: desafios e possibilidades. In: SILVA, M. S. S. *et al.* (Orgs.). **Semiárido piauiense**: educação e contexto. Campina Grande: Triunfal, 2010. p. 109-130.

RESAB. **Educação para a convivência com o semiárido brasileiro**: reflexões teórico-práticas. Juazeiro, BA: Selo Editorial RESAB, 2006.

RETAMERO, A. A. C. **Física e Geociências**: uma proposta interdisciplinar para o ensino de Termodinâmica e Ondulatória. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, São Paulo, SP, 2019.

ROBERTI, D. R. **Física da Atmosfera**. Curso de Graduação em Física. Centro de Ciências Exatas. Santa Maria: UFSM, 2013.

RODRIGUES, J. M.; LEITE, R. C. M. Uso de fanzines em aulas de ciências: uma revisão sistemática de literatura. **Insignare Scintia**, [S. l.], v. 6, n. 6, p. 336-356, 2023.

SANTANA, T. O.; REIS, E. S. Os estímulos de aprendizagem na prática da educação contextualizada para a convivência com o semiárido. **Contexto & Educação**, [S. l.], v. 38, n. 120, p. 1-12, 2023.

SANTOS, F. B.; MARTINS, F. Disseminação da informação meteorológica: contribuições dos paradigmas tecnológico e da complexidade. **Páginas a&b**, [S. l.], v.3, nº especial, p. 230-244, 2017.

SCHISTEK, H. O semiárido brasileiro: uma região mal compreendida. In: CONTI, I. L.; SCHROEDER, E. O. (Orgs.). **Convivência com o semiárido brasileiro: autonomia e protagonismo social**. Brasília: Editora IABS, 2013. p.31-44.

SCHURCH, G. P.; ROCHA, Z. F. D. C. **Análise de uma proposta de ensino de ciências mediante um parâmetro de avaliação para produtos educacionais**. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, Ponta Grossa, v. 12, n. 3, p. 41-57, 2019.

SCHWARTZMAN, S. Saberes científicos e saberes populares. In: REUNIÃO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ANTROPOLOGIA, 20, Vitória, ES, 1998. **Anais [...]** Vitória: ABA, 1998. Disponível em: <https://www.schwartzman.org.br/simon/ABA.htm>. Acesso em: 22 jun. 2025.

SILVA, A. L. dos S.; REIS, E. dos S. **Educação do campo para convivência com o semiárido: contribuições dos cursos de licenciatura em educação do campo**. Edufpi, Picos, PI, 2024.

SILVA, A. S.; SOUZA, J. G.; LEAL, A. C. A sustentabilidade e suas dimensões como fundamento da qualidade de vida. **Geografia em Atos (Online)**, Presidente Prudente, v. 1, n. 12, 2012.

SILVA, D. G. **A utilização da plataforma Arduino no processo de aprendizagem da Física por meio da abordagem STEAM**. 2021. Dissertação (Mestrado em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia) – Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, AM, 2021.

SILVA, G. V. P. **O uso de fanzines para o ensino de física**. 2023. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2023.

SILVA, G. V. P. *et al.* Ensino de física: uso de fanzines como estratégia de aprendizagem. In: Simpósio de Ensino de Ciências e Matemática do Nordeste, 2, 2022, Fortaleza, CE. **Anais [...]** Fortaleza, CE: UFC, 2022.

SILVA, L. P. C.; ARAÚJO, A. M. R. B.; ARAÚJO, A. E. A educação contextualizada para a convivência com o Semiárido brasileiro como uma prática emancipadora. **Revista Brasileira de Educação do Campo**, Tocantinópolis, v. 3, n. 1, p. 104-125, 2018.

SILVA, R. B. *et al.* Estações meteorológicas de código aberto: um projeto de pesquisa e desenvolvimento tecnológico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S. l], v. 37, n. 1, 1505, 2015.

SILVA, L. R. C. **Uso da energia solar nos processos de lixiviação e destilação aplicados à produção sustentável de óleos vegetais**. 2018. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2018.

SILVA, R. M. A. Concepções de desenvolvimento: convivência e sustentabilidade no semiárido brasileiro. In: SILVA, M. S. S. *et al.* (Orgs.). **Semiárido piauiense: educação e contexto**. Campina Grande: Triunfal, 2010. p. 63-82.

SILVA, J. de S. **Aridez mental, problema maior**: contextualizar a educação para construir o “dia depois do desenvolvimento” no semiárido brasileiro. Campina Grande: Embrapa, 2011.

SILVA, A. L. S. *et al.* Ensino de ciências contextualizado para a convivência com o semiárido. In: ENDIPE, 22, 2024, João Pessoa, PB. **Anais [...]**. João Pessoa: ANDIPE/UFPB, 2024.

SILVA, M. A. A. da. **Produção de fanzine para formação docente**. Ensaios Pedagógicos, Sorocaba, v. 2, n. 3, p. 76-80, 2018.

SILVA, V. R.; PEREIRA, M. C. B. Das colonialidades à emergência de um novo paradigma no Semiárido brasileiro desde as racionalidades camponesas: um caminhar para além do desenvolvimento? *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 55, p. 358-380, 2020.

SOUZA, M. L. de. **O território: sobre espaço e poder, autonomia e desenvolvimento**. In: Castro, Iná Elias de *et al.* (orgs.): *Geografia: conceitos e temas*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.

STEINKE, E. T. **Climatologia fácil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Delimitação do Semiárido – 2021. Relatório Final. **SUDENE**, 2021. Disponível em: [https://www.gov.br/sudene/pt-br/centrais-de-conteudo/8-relatoriometodologia_semiarido2021_v9-versaodefinitiva__1_.pdf]. Acesso em 07 mar. 2024.

SZYMANSKI, H. Entrevista reflexiva: um olhar psicológico sobre a entrevista em pesquisa. In: SZYMANSKI, H. (Org.). **A entrevista na pesquisa em educação: a prática reflexiva**. 3 ed. Brasília: Liber Livro, 2004, p. 9-62.

TAQUARY, E. O. B. Diálogo entre os saberes: as relações entre senso comum, saber popular, conhecimento científico e escolar. **Universitas Relações Internacionais**, Brasília, v. 5, n. 1, p. 97-104, 2007.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e climatologia**. Recife: INMET, 2006.

VASCONCELOS, E. S.; RIZZATTI, I. M.; MACHADO, A. C. F.; SANTOS, V. S.; RODRIGUES, H.C. A.; SANTOS, M. A.; SILVEIRA, E. S. O uso do fanzine como recurso pedagógico para a produção de conhecimento e divulgação científica do tema água. **Revista Educação Pública**, v. 23, nº 8, 2023.

VIDAL, D. B. **Avaliação do potencial de geração de energia eólica offshore no litoral do Nordeste brasileiro**. 2024. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, 2024.

VIDAL, L. A.; CINTRA, E. M. D.; TAVARES, A. S. A interdisciplinaridade no ensino médio através do ensino de meteorologia. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 3, p. 486-501, 2019.

VIDAL, R. S. M. F. **Ensino de termodinâmica através da construção de instrumentos de medição de variáveis meteorológicas e da confecção de mini estação meteorológica portátil com Arduino**. 2018. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2018.

VIEIRA, E. S. **Histórias em quadrinhos na formação inicial de professores de física: da curiosidade à elaboração de sentidos**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2018.

VIEIRA, V. P. P. B. Sustentabilidade do Semi-Árido Brasileiro: Desafios e Perspectivas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 7, n. 4, p. 105-112, 2002.

YAMASOE, M. A. **Apostila da Disciplina Meteorologia Física II**. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2006.

YNOUE, R. Y. **Meteorologia: noções básicas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Tradução de Ernani F. F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZANGALLI JUNIOR, P. C. **Entre a ciência, a mídia e a sala de aula: contribuições da geografia para o discurso das mudanças climáticas globais**. 2013. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, SP, 2013.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIOS

QUESTIONÁRIO 1

1. REALIDADE COMO PONTO DE PARTIDA

Para começar a problematização:

- O que é meteorologia?
- Qual a sua importância para o nosso dia a dia?
- O que precisamos saber sobre a meteorologia?
- Quais ditos populares você conhece sobre o tempo na nossa região?
- O que isso tem a ver com o nosso semiárido?

Que outras questões podemos acrescentar sobre esse tema? Diga você o que lhe vem à mente quando pensa no tempo meteorológico ou no clima:

Aproveitamos para explicar que algumas das suas questões serão respondidas na primeira aula. Outras irão requerer consultas em fontes bibliográficas. Outras poderão ser respondidas em um momento futuro. Haverá além dessas pautas, uma caixinha para colocarem questões, caso não queira mencionar em público as suas dúvidas.

Projeto: FANZINES SOBRE METEOROLOGIA NO ENSINO DE FÍSICA
CONTEXTUALIZADO PARA A CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO

Entrevistador: Welhitom Florentino Leal

Questionário 2

Este questionário foi elaborado para estudantes do ensino médio que participaram de uma oficina de fanzine focada em meteorologia física e sua relevância no cotidiano. Este questionário visa avaliar a compreensão dos alunos sobre a meteorologia física, a aplicação desse conhecimento em seu cotidiano e o impacto da oficina.

Dados Gerais

1. Nome:
2. Idade:
3. Ano:

Compreensão da Meteorologia Física

4. O que é meteorologia física e qual a sua importância para o estudo do clima?
5. Quais são os principais fenômenos meteorológicos que a meteorologia física estuda? (poderá marcar mais de uma alternativa)
 - Temperatura
 - Umidade
 - Pressão Atmosférica
 - Vento
 - Precipitação
 - Outros (especificar): _____
6. Como você aplicou o conhecimento sobre meteorologia física na criação do fanzine? (poderá marcar mais de uma alternativa)
 - Explicando conceitos meteorológicos
 - Relatando fenômenos meteorológicos
 - Criando gráficos e representações visuais
 - Outras formas (especificar): _____

Aplicação no Cotidiano

7. De que maneira os conhecimentos adquiridos na oficina sobre meteorologia física influenciam seu entendimento do clima e do tempo no seu dia a dia? (poderá marcar mais de uma alternativa)
 - Maior compreensão dos boletins meteorológicos

- Melhoria na previsão pessoal do tempo
 - Aplicação em atividades ao ar livre
 - Outros (especificar): _____
8. Você acha que poderá usar alguma informação ou conceito de meteorologia física aprendido na oficina em uma situação prática? Se sim, descreva a situação.
9. Como você acha que o conhecimento sobre meteorologia física pode ser útil para a sociedade em geral? (poderá marcar mais de uma alternativa)
- Prevenção de desastres naturais
 - Planejamento urbano e agrícola
 - Melhoria da saúde pública
 - Outros (especificar): _____

Impacto da Oficina

10. Qual foi o impacto da oficina sobre sua percepção da meteorologia e seu interesse no tema? (poderá marcar mais de uma alternativa)
- Aumentou o interesse pelo estudo de meteorologia
 - Proporcionou uma melhor compreensão dos fenômenos meteorológicos
 - Encorajou a aplicação prática do conhecimento
 - Outros (especificar): _____
11. Você acha que a elaboração do fanzine ajudou a consolidar seu aprendizado sobre meteorologia física? (marque apenas uma alternativa)
- Sim
 - Não
 - Em parte
12. Que aspectos da oficina você achou mais valiosos e por quê?
13. Há algo que você gostaria de ver diferente ou melhorado em futuras oficinas sobre temas semelhantes?

Feedback Geral

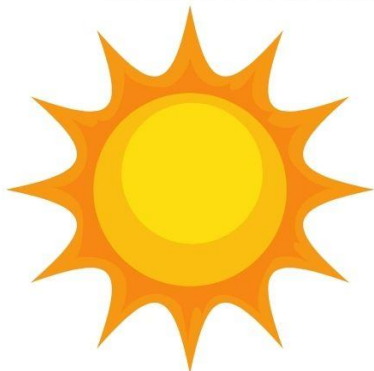
14. Quais outras temáticas relacionadas à meteorologia ou ciências ambientais você gostaria de explorar em futuras oficinas?

15. Outras considerações ou sugestões sobre a oficina:

Obrigado pela sua participação!

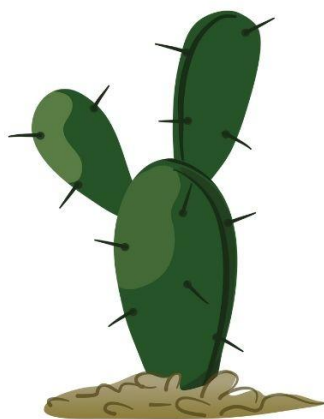
APÊNDICE B – PRODUTO EDUCACIONAL

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS DE PICOS
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 65**



PRODUTO EDUCACIONAL

**METEOROLOGIA NO
ENSINO DE FÍSICA NO
SEMIÁRIDO**



AUTORES:

Welhitom Florentino Leal
Alexandre Leite dos Santos Silva

Welhitom Florentino Leal
Alexandre Leite dos Santos Silva

METEOROLOGIA NO ENSINO DE FÍSICA NO SEMIÁRIDO

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Leal, Welhitom Florentino
 Meteorologia no ensino de física no semiárido
 [livro eletrônico] / Welhitom Florentino Leal,
 Alexandre Leite dos Santos Silva. -- 1. ed. --
 Picos, PI : Ed. dos Autores, 2025.
 PDF

Bibliografia.
 ISBN 978-65-01-75282-2

1. Educação - Brasil - Semiárido 2. Física -
 Estudo e ensino 3. Meteorologia 4. Regiões
 semiáridas - Brasil I. Silva, Alexandre Leite
 dos Santos. II. Título.

25-309849.0

CDD-551.507

Índices para catálogo sistemático:

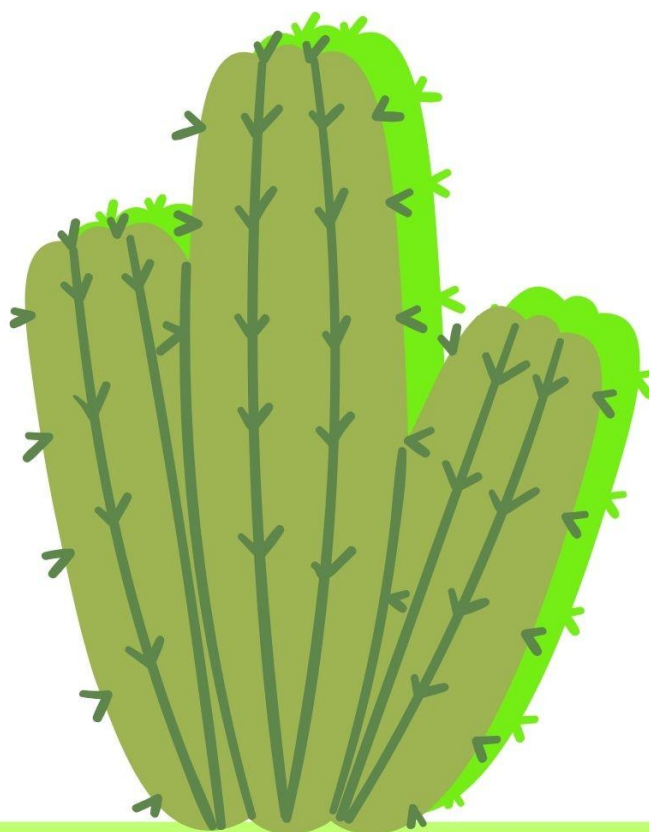
1. Meteorologia : Estudo e ensino 551.507

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

AGRADECIMENTO



O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - código de financiamento 001.





APRESENTAÇÃO

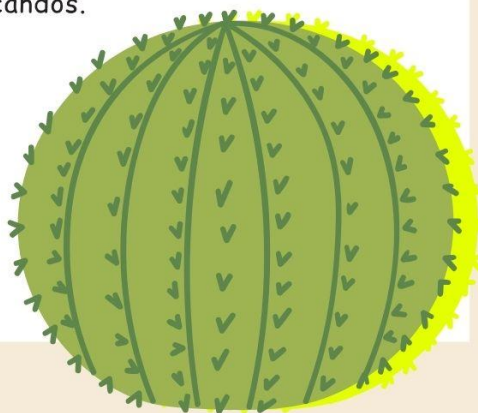
O objetivo deste material é servir como guia para o professor e alunos da educação básica para a inserção de uma sequência didática para o ensino de Física tomando a meteorologia como tema gerador (Freire, 2013) e visando a convivência com o Semiárido brasileiro (RESAB, 2006). A sequência didática se baseia na estratégia do Itinerário Pedagógico, de Reis e Pereira (2022). Assim, apresenta três passos:

1. Realidade como ponto de partida: envolve a imersão e apropriação do contexto, isto é, da realidade local, dos educandos;
2. Comunicação de saberes: trata-se do processo de sistematização de conhecimentos, por meio do diálogo entre os saberes e conhecimentos locais e globais, sistematizados e empíricos;
3. Reinvenção da realidade: a devolutiva à comunidade com vistas à intervenção/transformação.

O Itinerário Pedagógico culminará com a produção e distribuição de fanzines pela turma. Para isso, contém textos de apoio para os sujeitos participantes, que articularão conhecimentos sobre o Semiárido, a meteorologia e a Física. Os textos de apoio com os temas radiação solar, chuvas e raios, umidade e aridez podem ser explorados da melhor maneira que o professor e os alunos acharem. A ideia é que os professores incluam outros textos, com maior ou menor profundidade, dependendo da turma ou contexto, e que os alunos sejam incentivados e pesquisar alguns assuntos.

O importante ao longo da sequência que, além da apreensão e revisão de conteúdos escolares de Física e de outras disciplinas (Geografia, Química, Biologia etc.), haja o entendimento e respeito mútuo, o trabalho colaborativo, um clima propício para a criatividade e o engajamento, visando a valorização do Semiárido e um retorno de ideias e saberes para as comunidades dos educandos.

Os autores.



SUMÁRIO



APRESENTAÇÃO.....	3
1. REALIDADE COMO PONTO DE PARTIDA.....	5
2. COMUNICAÇÃO DE SABERES.....	6
2.1 Meteorologia, tempo e clima.....	6
2.2 Meteorologia no Semiárido: pensando a convivência.....	7
2.3 Meteorologia no ensino de Física.....	8
2.3.1 A radiação solar.....	8
2.3.2 Chuvas e raios.....	12
2.3.3 Umidade.....	14
2.3.4 Aridez.....	15
3. REINVENÇÃO DA REALIDADE.....	16
REFERÊNCIAS.....	19
DADOS DOS AUTORES.....	20



2. COMUNICAÇÃO DE SABERES

2.1 METEOROLOGIA, TEMPO E CLIMA

A Meteorologia é a ciência que estuda os processos físicos, químicos e dinâmicos da atmosfera e as interações desses processos com a litosfera, hidrosfera, criosfera e biosfera, sendo, portanto, inserida no contexto das Ciências Ambientais (Ynoue et al., 2017).

O termo meteorologia foi utilizado pelo filósofo grego Aristóteles, que, por volta de 350 a.C., em sua obra intitulada *Meteorologica*, descreveu os primeiros conhecimentos sobre tempo e clima da época, de maneira filosófica e especulativa (Maia, 2018). Naquele período, todas as ocorrências atmosféricas eram denominadas meteoros, o que justifica o uso do termo meteorologia. Somente no século XV, com o surgimento dos primeiros instrumentos meteorológicos, é que a Meteorologia passou a ser considerada uma ciência natural. Desde aquele momento, o progresso no desenvolvimento de ferramentas para observar, transmitir, analisar e prever dados meteorológicos tem avançado. Um dos principais progressos aconteceu na década de 1950, com o aparecimento dos computadores, que tornaram possível a execução de previsões meteorológicas (Ynoue et al., 2017). Dessa forma, tornou-se viável resolver um grande volume de equações que modelam o comportamento da atmosfera em um curto período. Previsões de longo prazo dos efeitos implicados com as mudanças ambientais se tornaram possíveis.

Inicialmente, gostaríamos que você distinguisse tempo meteorológico de clima (Oliveira et al., 2017). Em um determinado momento e local, o estado da atmosfera é definido como tempo atmosférico, ou tempo, como iremos chamar aqui. Ele é descrito principalmente pelas seguintes variáveis físicas: temperatura do ar, pressão atmosférica, umidade, nebulosidade, precipitação, visibilidade e vento. Observando o tempo num determinado intervalo de tempo cronológico - por exemplo, alguns meses ou anos -, é possível obter o "tempo médio" ou clima de uma determinada região.

A aplicação da Meteorologia é extensa, pois as condições atmosféricas influenciam as atividades humanas - por exemplo, tipo de moradia, vestuário, agricultura, recursos hídricos, estratégias militares, construção civil, saúde, cultura, entretenimento, sensações pessoais, entre outras (INMET, [S.d.]).

No Brasil, os principais órgãos, em nível nacional, oficialmente responsáveis pela interpretação e previsão meteorológica são o Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, vinculado ao Ministério de Agricultura e Pecuária, e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O INMET se baseia em dados atmosféricos (precipitação, ventos, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, entre outros) observados em 750 estações meteorológicas distribuídas pelo país, em modelos numéricos de previsão, em imagens de satélite e em radares meteorológicos. Os dados captados pelas estações são processados, integrados e enviados por satélite para todo o mundo.

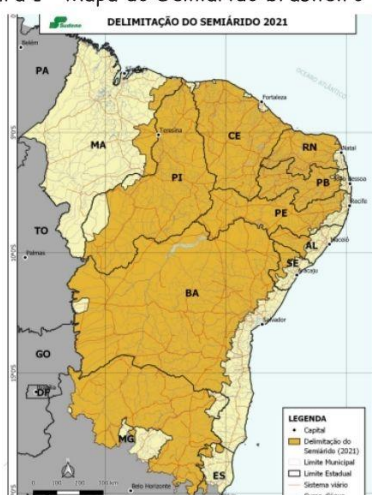


2.2 METEOROLOGIA NO SEMIÁRIDO: PENSANDO A CONVIVÊNCIA

O tempo meteorológico e o clima são influenciados por diversos fatores físicos como o calor, a temperatura, a umidade etc.

Por isso, a Física pode nos ajudar a compreender melhor a nossa região, predominantemente com o clima semiárido. Ele é caracterizado por precipitações pluviométricas escassas, irregulares e concentradas em um curto período de tempo. O Semiárido brasileiro (Figura 1) é uma região relativamente chuvosa (comparada com outros semiáridos), com uma precipitação anual máxima de 800 milímetros. Porém, com uma insolação média de 2.800 horas/ano, temperaturas médias anuais de 23 °C a 27 °C, evaporação média de 2.000 mm/ano e umidade relativa do ar média em torno de 50%, o Semiárido brasileiro apresenta forte insolação, temperaturas relativamente altas e regime de chuvas marcado pela escassez, irregularidade e concentração das precipitações em um curto período (em média, de três a quatro meses), fornecendo volumes de água insuficientes em seus mananciais para atendimento das necessidades da população (SUDENE, 2021).

Figura 1 - Mapa do Semiárido brasileiro



Fonte: LAPIS (2024).



Conviver com essa região e com esse clima implica em considerar os seus reais problemas, mas também as suas potencialidades e possibilidades. Envolve o desenvolvimento de estudos e tecnologias apropriadas que assegurem sustentabilidade e qualidade de vida para a população sertaneja, valorizando os seus saberes e a educação contextualizada (RESAB, 2006). É preciso compreendermos melhor a nossa realidade para podermos transformá-la, o que inclui o conhecimento do impacto da radiação solar, da concentração das chuvas e da aridez.

7



2.3 METEOROLOGIA NO ENSINO DE FÍSICA

2.3.1 A RADIAÇÃO SOLAR

Você gosta de tomar banho de Sol naquele dia alegre de praia ou à beira de uma piscina? Então, certamente valoriza a radiação solar. Mas você também já sabe que precisamos ter cuidados com ela, especialmente aqui no Semiárido, caracterizado pela elevada incidência dos raios solares e altas temperaturas.



Devido à sua posição no globo terrestre, próximo ao equador, o Semiárido brasileiro, no Cinturão Solar da Terra, apresenta insolação média de 2.800 horas/ano e, portanto, altos índices de radiação solar (Araújo, 2013).

A radiação solar é um conjunto de ondas eletromagnéticas emitidas principalmente pelo Sol, a estrela mais próxima, em virtude das reações nucleares que ocorrem em seu interior. As ondas eletromagnéticas são perturbações no espaço que oscilam a partir da interação entre campos elétrico e magnético. O conjunto de ondas provenientes do Sol também é chamado de espectro, representado na Figura 2 a seguir (Varejão-Silva, 2006).

Figura 2 - Espectro da radiação solar



Fonte: CREF (2024).

Cada faixa do espectro possui características próprias quanto a frequência, comprimento de onda e energia.

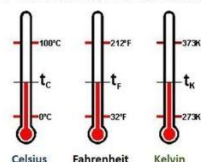
- No ultravioleta (UV) as ondas têm menor comprimento de onda, maior frequência e energia. Por isso, têm maior risco para a saúde humana, já que têm energia suficiente para romper com ligações químicas.
- A luz visível na verdade não é branca, mas composta por ondas com um amplo espectro de cores. Ela é percebida pelo olho humano e interpretada pelo cérebro.
- O infravermelho (IV) possui maiores comprimentos de ondas e menores frequências. Sua energia não é suficiente para provocar o rompimento de ligações químicas. Mas essa energia é transformada em calor, aquecendo.





O calor é energia em movimento, em condições espontâneas transferida de um corpo de maior temperatura para um de menor temperatura. Essa transferência de energia pode provocar a agitação das partículas em termos do movimento translacional, que pode ser mensurada pela temperatura (Hewitt, 2002). Para medirmos a temperatura, utilizamos geralmente instrumentos chamados de termômetros, que se baseiam em escalas termométricas, como a Celsius, a Fahrenheit e a Kelvin, conforme a Figura 3.

Figura 3 - Escalas termométricas mais conhecidas



Fonte: www.todamateria.com.br (2024).

O calor pode se propagar de três formas: condução, convecção e radiação (Hewitt, 2002).

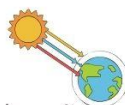
- Na condução, a transferência de calor ocorre através de um material sólido, onde as partículas vibram e transferem energia para as partículas adjacentes. Isso acontece mais eficientemente em materiais sólidos, especialmente metais, que têm átomos mais próximos e ligações mais fortes.



- A convecção envolve a movimentação de fluidos (líquidos ou gases). Quando uma parte do fluido é aquecida, ela se torna menos densa e sobe, enquanto o fluido mais frio desce, criando correntes de convecção. Esse processo é comum em aquecedores, onde o ar quente sobe e o ar frio é puxado para baixo.



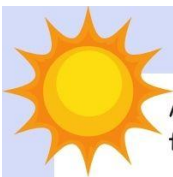
- A radiação não precisa de um meio material para ocorrer. O calor é transferido através de ondas eletromagnéticas, como a luz do Sol que aquece a Terra. Todos os corpos emitem radiação térmica, e a quantidade emitida depende da temperatura do corpo.



Essas formas de propagação do calor não acontecem de forma isolada no nosso planeta. Dessa forma, a radiação solar influencia de forma complexa a nossa atmosfera, biosfera e litosfera.

A compreensão da radiação solar é essencial para entender os fenômenos meteorológicos, pois a radiação solar é a principal fonte de energia para a atmosfera da Terra (Ambrizzi et al., 2021).





Aqui estão algumas maneiras pelas quais essa compreensão é fundamental, com base em Haigh (2007) e Yildiz (2018):

- **Aquecimento Atmosférico:** A superfície da Terra é aquecida pela radiação solar, o que, consequentemente, aquece o ar ao redor. Esse aquecimento desigual, causado pelas variações na superfície terrestre e pela inclinação do eixo da Terra, cria gradientes de temperatura que geram correntes de ar e afetam os padrões de vento.
- **Ciclo da Água:** A evaporação da água de oceanos, lagos e rios é estimulada pela energia solar. Esse processo de evaporação é fundamental para o ciclo da água, influenciando a umidade atmosférica, a formação de nuvens e a ocorrência de chuvas. A intensidade das chuvas em uma região pode ser afetada pela quantidade de radiação solar que ela recebe.
- **Formação de Nuvens:** A superfície é aquecida pela radiação solar, o que provoca a elevação do ar quente e úmido. A umidade se transforma em nuvens quando esse ar se eleva e esfria. Assim, a formação e o desenvolvimento das nuvens dependem da dinâmica da radiação solar.
- **Efeito Estufa:** A radiação solar que chega à superfície terrestre é refletida de volta para a atmosfera na forma de radiação infravermelha. Uma parte dessa radiação é absorvida pelos gases de efeito estufa, contribuindo para a manutenção da temperatura terrestre. Entender esse processo contribui para a explicação de fenômenos como o aquecimento global e suas consequências para o clima.
- **Influência nas Estações:** As estações e os padrões climáticos são afetados pela variação da radiação solar ao longo do ano, que é causada pela inclinação da Terra. Isso contribui para a compreensão das particularidades climáticas de diversas regiões e de como elas se alteram ao longo do tempo.
- **Interação com Outros Fatores Meteorológicos:** A radiação solar se combina com outros componentes da atmosfera, como umidade, pressão e vento, criando sistemas meteorológicos complexos. Entender essas interações é fundamental para prever fenômenos como tempestades, furacões e outros eventos meteorológicos.

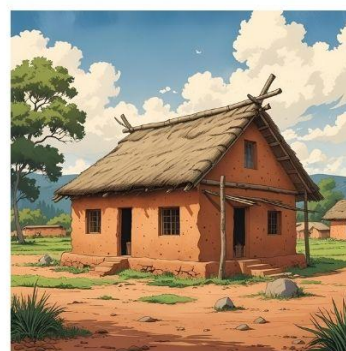


Como pode ver, a radiação solar é um fator central na dinâmica atmosférica e no clima da Terra (Haigh, 2007). Compreendê-la permite aos meteorologistas prever fenômenos climáticos e compreender as mudanças nas condições meteorológicas em diferentes regiões.



Qual a importância de compreendermos a radiação solar para pensarmos em estratégias para a convivência com o nosso Semiárido? Aqui estão algumas razões e formas de como essa compreensão pode ajudar:

- Na irrigação: compreender os padrões de radiação solar possibilita um planejamento mais eficiente da irrigação (Silva et al., 2012). A radiação solar tem um impacto direto na evapotranspiração, que é a perda de água do solo e das plantas. Com previsões precisas, os agricultores conseguem irrigar nos momentos mais produtivos, poupando água.
- Na adoção de culturas adaptadas: entender o impacto da radiação solar no crescimento das plantas auxilia na seleção de culturas mais resistentes às condições do Semiárido (Borba et al., 2023). As plantas que se ajustam melhor à radiação intensa e ao calor podem ser mais produtivas.
- No aproveitamento de Energia: O Semiárido brasileiro tem alto potencial para geração de energia solar (Costa, 2022). Conhecer a radiação solar disponível em diferentes períodos do ano pode incentivar a adoção de tecnologias de energia solar, beneficiando comunidades com eletricidade e possibilitando o uso de energia em irrigação e outros serviços.
- Arquitetura Bioclimática: Compreender a radiação solar pode orientar o planejamento de casas que maximizam a luz natural e oferecem proteção contra o calor intenso (Feitosa, 2023). Isso pode aumentar o conforto térmico e diminuir o consumo de energia.



A compreensão sobre a radiação solar não só ajuda a otimizar a produção agrícola e o uso de recursos, mas também capacita as comunidades a se adaptarem e prosperarem em um ambiente desafiador como o Semiárido brasileiro.



2.3.2 CHUVAS E RAIOS

A chuva é um fenômeno meteorológico, um tipo de precipitação de água no estado líquido que ocorre de nuvens nimbostratos e cumulonimbus (Oliveira, 2014). Durante a formação da precipitação, gotas pequenas crescem por difusão de vapor de água. A seguir elas podem crescer por captura de gotas menores que se encontram em sua trajetória de queda ou por outros fenômenos. A aglutinação das partículas de água chama-se coalescência das nuvens. Quando as gotículas tornam-se muito grandes para serem sustentados pelas correntes de ar, começam a cair em forma de chuva, que pode ser frontal, por convecção ou orográfica. Além dessas, no Semiárido, sistemas como ciclones extratropicais e ondas de leste podem se formar e se deslocar em direção à região, trazendo chuvas (Moura et al., 2019). Esses fenômenos são mais comuns entre dezembro e março, período das chuvas na região. Também fenômenos climáticos como El Niño e La Niña afetam os padrões de precipitação no Semiárido, podendo levar a secas prolongadas ou a chuvas excessivas, dependendo do fenômeno.

No Semiárido brasileiro, as chuvas concentram-se em determinados períodos e locais, podendo haver tempestades elétricas, além de enchentes e inundações em alguns pontos. As chuvas são muito irregulares, com períodos de seca prolongada intercalados com chuvas intensas e repentinas. A média anual de precipitação varia entre 300 e 800 mm (Silva et al., 2010). A maior parte das chuvas ocorre em alguns meses do ano, geralmente entre dezembro e março, coincidindo com a estação chuvosa. A variabilidade climática pode levar a secas severas em alguns anos e chuvas excessivas em outros, provocando o sensação de incerteza e dificultando o planejamento econômico, com impactos na agricultura, na pecuária e na apicultura, como discutimos a seguir:

Na agricultura, os produtores devem optar por culturas que resistam à seca, como feijão e milho, que se ajustam de forma mais eficiente às condições semiáridas. Em razão da irregularidade das precipitações, é fundamental utilizar sistemas de irrigação eficientes, como o gotejamento, para otimizar a produção (Silva et al., 2010). Ademais, técnicas de conservação do solo e de captação de água da chuva, como a construção de cisternas e barragens, contribuem para assegurar o fornecimento de água.



Na apicultura, a floração das plantas no Semiárido está condicionada à disponibilidade de água (Demartelaere et al., 2010). As flores são essenciais para as abelhas coletarem néctar, portanto, períodos de seca podem diminuir a produção de mel. A seleção de espécies de plantas apícolas, como a floração da catingueira e do juazeiro, pode afetar a produtividade da apicultura, exigindo um manejo cuidadoso.



A pecuária sertaneja também é afetada nosso padrão de chuvas, que tem um impacto direto na quantidade e na qualidade das pastagens. Durante anos de baixa precipitação, a forragem pode ser insuficiente, o que leva os pecuaristas a implementarem técnicas de manejo, como a suplementação alimentar (Coutinho et al., 2013). A falta de água e pastagem pode causar estresse hídrico e desconforto térmico nos animais, comprometendo sua saúde e produtividade (produção de leite e carne). Para melhorar a resiliência, muitos pecuaristas estão diversificando a criação de animais, incluindo espécies que se adaptam melhor às condições de seca.





Como podemos perceber, a atmosfera nada mais é que um "oceano" de fluido cobrindo toda superfície da Terra (Petty, 2008). Assim como o oceano, ela está ligada a Terra pela ação da gravidade. A distinção mais importante entre a atmosfera e o oceano real (líquido) é que o fluido atmosférico é um gás altamente compressível (ar), ao invés de um líquido relativamente incompressível como a água do mar. É por essa razão que a atmosfera não apresenta um topo definido, como o oceano. A habilidade do ar, de comprimir ou substancialmente expandir - como resposta a uma variação da pressão é, também, direta ou indiretamente responsável por uma variedade de fenômenos atmosféricos - que não apresenta análogos semelhantes nos oceanos - tais como nuvens, precipitação, furacões e tempestades.

Dentre as tempestades, chamam muito a nossa atenção as elétricas. As tempestades elétricas se formam geralmente em condições de instabilidade atmosférica, onde o ar quente e úmido sobe, resfriando-se à medida que se eleva. A interação entre as correntes de ar, a formação de nuvens cumulonimbus e a separação de cargas elétricas dentro dessas nuvens leva à formação dos raios (Figura 4). O fenômeno físico da eletrização explica como se formam os raios (Sonnemaker, 2009).

Figura 4 - Formação de raio por eletrização



Fonte: www.aprovatotal.com.br (2024).

Os raios são oriundos das descargas elétricas que ocorrem durante a tempestade. Podem se manifestar de diversas formas, como raios de nuvem para solo, raios entre nuvens ou raios dentro de uma mesma nuvem. O som resultante da rápida expansão do ar aquecido pelo raio chama-se trovão. A distância do trovão em relação ao relâmpago pode ser usada para estimar a distância da tempestade (pesquise). Geralmente, as tempestades elétricas são acompanhadas por chuvas intensas. Em algumas situações, pode ocorrer granizo. As tempestades podem gerar ventos muito fortes, com velocidades superiores a 100 km/h, que podem causar danos a estruturas e árvores.

Portanto, para compreendermos as chuvas, as tempestades e outros fenômenos, precisamos da Física e de outras ciências que têm decifrado os estados da matéria e sua transformação, o ciclo da água, as formas de propagação do calor e processo como a evaporação e a transpiração.

2.3.3 UMIDADE

No Semiárido piauiense, no período conhecido como B R O BRÓ é comum o tempo ficar seco. O que o seu corpo sente no tempo seco? Já percebeu? Sabe por que o tempo fica seco e por que isso é comum no Semiárido?

A umidade e a aridez de uma região são cruciais para a compreensão do seu clima. E a chave para compreendermos a aridez/umidade do Semiárido tem relação com processos físicos envolvendo o vapor de água na atmosfera. Acontece que a água é diferente dos gases permanentes - é uma substância que está constantemente sendo adicionado e removido da atmosfera. Essas mudanças ocorrem principalmente pela evaporação e transpiração da água da superfície e da vegetação (fonte para a atmosfera) e condensação e queda como chuva ou neve (sumidouro). Como esses processos ocorrem relativamente rápidos e dependem, fortemente, das condições locais - a distribuição da água na atmosfera é altamente variável, tanto no espaço como no tempo (Petty, 2008).

O vapor de água na baixa atmosfera pode apresentar em uma fração variando - de quase zero no ar frio e seco, até cerca de 3% por massa ou 5% por volume, no ar quente e muito úmido. Nesses casos, a temperatura do ar é que determina o limite superior de quanto vapor pode estar presente no ar. Esse limite superior aumenta agudamente com o aumento da temperatura. Essa quantidade de vapor de água presente no ar atmosférico é que determinará a sua umidade (g/m^3) e a sua umidade relativa (%), medida por meio de aparelhos como o higrômetro. Assim, a umidade relativa do ar (UR) é a relação entre a umidade absoluta do ar (W) e a quantidade máxima (W_s) de água na forma de vapor que aquela parcela da atmosfera consegue reter até ela atingir seu ponto de orvalho e condensar. Podemos expressá-la na equação: $UR = W/W_s$ (Ayoade, 1996). No Semiárido brasileiro, a umidade relativa do ar, anualmente, gira em torno de 50% (Moura et al., 2019). Essa propriedade física do tempo meteorológico é considerada não apenas para o estudo e previsões dos fenômenos atmosféricos, mas a sua compreensão é importante para pensarmos na nossa qualidade de vida porque afeta diretamente a saúde humana. Por isso, a umidade relativa do ar é um dos fatores abrangidos na determinação do Índice de Calor e conforto térmico.

Quadro 1 - Índice de Calor e conforto térmico

Nível de alerta	Índice de calor	Sintomas
Perigo extremo	54,0°C ou mais	Insolação; risco de acidente vascular cerebral (AVC) iminente.
Perigo	41,1°C – 54,0°C	Câimbras, insolação, esgotamento físico. Possibilidade de danos cerebrais (AVC) para exposições prolongadas com atividades físicas.
Cautela extrema	32,1°C – 41,0°C	Possibilidade de câimbras, de esgotamento físico e insolação para exposições prolongadas e atividades físicas.
Cautela	27,1°C – 32,0°C	Possível fadiga em casos de exposições prolongadas e prática de atividades físicas.
Não há alerta	Menor que 27,0°C	Não há problemas

Fonte: Mandú et al. (2019).

Dessa forma, o IC é uma medida usada para quantificar o desconforto térmico em ambientes externos, refletindo a percepção do calor pelo corpo humano, sendo fundamental para avaliar os riscos à saúde em condições de calor extremo.

2.3.4 ARIDEZ

A aridez é uma característica do clima que resulta do déficit hídrico gerado pela insuficiência da precipitação média e face à evapotranspiração potencial numa dada região (Silva et al., 2023). Um Índice de Aridez - IA é um indicador numérico do grau de secura do clima em uma determinada região. Esses indicadores servem para identificar, localizar ou delimitar regiões com variável déficit de água disponível, condição que pode afetar severamente o uso efetivo da terra para atividades como agricultura ou pecuária e que no longo prazo podem levar a desertificação (Stadler, 1987).

Em virtude da proximidade com o Equador, no movimento de translação da Terra, a região semiárida recebe a incidência perpendicular dos raios solares iluminando de forma direta a superfície (Araújo, 2013). Essas zonas com elevada radiação e insolação são denominadas de Cinturão Solar da Terra (Bezerra, 1979). O efeito da radiação sobre solos desnudos acelera as perdas de água pelo processo de evaporação e evapotranspiração, sobretudo nos meses do B-R-O BRÓ. Dessa forma, o Semiárido brasileiro caracteriza-se não somente pela precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm. Também apresenta o Índice de Aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50 e percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano (SUDENE, 2024). O índice de aridez (IA) é medido em porcentagem e obtido com base em Thornthwaite (1948), que leva em consideração a relação dos dados de precipitação pluviométrica (mm/ano) e evapotranspiração potencial (mm/ano). Ele é um dos fatores compreendidos na classificação climática (Figura 6).

Quadro 2 - Índice de Aridez e climas

Classes climáticas	Susceptibilidade à desertificação	Índice de Aridez
Árido	Muito Alta	$0,05 < 0,20$
Semiárido	Alta	$0,21 < 0,50$
Subúmido Seco	Moderada	$0,51 < 0,65$
Subúmido Úmido	Moderada	$> 0,65$

Fonte: Silva et al. (2023).

Quanto menor o Índice de Aridez - IA, mais secas são as terras, enquanto valores elevados representam ambientes mais úmidos.

3. REINVENÇÃO DA REALIDADE

Hoje, vamos procurar dar um retorno para a nossa comunidade sobre o que aprendemos e a melhor maneira de fazermos isso é divulgando ou socializando os nossos conhecimentos. Que tal fazermos isso usando fanzines?

Sabe o que é um fanzine? O termo "fanzine" é um gênero textual e também uma publicação, no formato de revista. A palavra vem da junção das palavras "fanatic" e "magazine": "revista de fanático" ou "revista de fã". Possui caráter experimental, amador (não profissional), na qual se aborda algum assunto de que se é fã, visando atingir leitores aficionados da no tema em questão (Vasconcelos et al., 2023).

O fanzine é artesanal, com desenhos à mão, colagens, montagens, gravuras, xerox, grampeados em casa etc. Há também aqueles que são editados em computador e reproduzidos em gráfica. Uma terceira maneira, simples e econômica, de se produzir um fanzine é via Internet - trata-se do fanzine virtual ou e-zine (Campos, 2009). Poderá encontrar exemplos de fanzines na internet.

Nessa atividade, pelo menos três coisas não pode ser esquecidas: a Física, a Meteorologia e a Arte. Aproveitem a oportunidade para articular essas áreas, colocando em diálogo as Ciências da Natureza com a música, o cinema, a literatura, a poesia, as artes visuais, dentre outras manifestações artísticas, privilegiando os e as artistas do Semiárido.

Agora vamos colocar a mão na massa e fazermos em grupos e individualmente alguns fanzines para distribuirmos com o público que desejarmos. Para isso, precisamos definir algumas coisas, conforme os itens a seguir:

- Nome do fanzine: _____
- Autores: _____

- Público-Alvo: _____
- Tema: _____
- Materiais: _____

- Capa: _____
- Layout: _____
- Artigos: _____



Seguem algumas ideias para fanzines sobre a meteorologia no ensino de Física, mas se sintam à vontade para "inventar" o seus próprios temas se preferirem:

- Uma publicação para informar ao público da escola sobre os benefícios e os riscos e cuidados com a radiação solar. Expliquem a composição dessa radiação. Podem incluir dicas sobre roupas apropriadas e locais interessantes na nossa região para o banho e atividades ao ar livre;
- Uma publicação para agricultores familiares com dicas para lidarem com a insolação e hipertermia. Pesquisem e expliquem o que é Índice de Calor e conforto térmico. Podem explicar sobre umidade e temperatura. Pode incluir informações sobre produtos cosméticos apropriados e roupas e acessórios para o trabalho no campo. Também podem colocar informações sobre atividades agrícolas que podem ser realizadas no B-R-O BRÓ.
- Uma publicação sobre os tipos de nuvens e o que podemos interpretar e prever sobre o tempo meteorológico por meio da sua observação. Podem falar sobre o ciclo da água, a convecção, a evapotranspiração e as mudanças no estado da água. Podemos incluir curiosidades sobre as nuvens e outros fenômenos atmosféricos. Que tal incluir um dicionário explicando termos como tornado, furacão, tufão, tromba d'água, massas de ar etc.
- Um fanzine explicando o que são raios e trovões, bem como cuidados a serem tomados nas tempestades elétricas. Expliquem os processos de eletrização. Podem incluir dados estatísticos e curiosidades sobre raios no Brasil. Talvez possam inserir alguma história ou matéria jornalística sobre raios aqui no Semiárido.
- Uma revista explicando o que é o vento e os tipos de vento segundo a velocidade. Incluam notícias locais envolvendo ventos fortes e relacionem com o período do ano. Podem explicar a força de Coriolis. Façam um dicionário para explicar os significados de termos como tempestades, furacões, tufões, tornados, tromba d'água etc.
- Um dos fanzines podem ser sobre ditos populares que tratam do tempo meteorológico. Podem discutir o que é mito e o que é verdade, com base no conhecimento físico, geográfico etc., explicando com respeito aos possíveis leitores.
- Que tal um fanzine sobre instrumentos meteorológicos e sua utilidade prática para o produtor rural. Explique sobre o termômetro, higrômetro, anemômetro, dentre outros, as variáveis físicas e as suas unidades medida. Como traduzir esses dados para a nossa realidade? E o que interpretamos na TV e nas imagens de satélite? Deem dicas de sites e instrumentos artesanais para a interpretação e previsão do tempo.
- Uma revista sobre cuidados no B-R-O BRÓ, especialmente nos dias com baixa umidade e elevada insolação. Podem explicar os aspectos culturais, geográficos e físicos envolvendo o B-R-O BRÓ.
- Uma revista que explore a relação entre o Semiárido, os pontos de desertificação e o desmatamento. Pode ser um alerta para o futuro, considerando as mudanças climáticas. Há textos científicos que mostram a vulnerabilidade do Semiárido brasileiro frente a essas mudanças. Que tal falar sobre isso, com uma pegada de Educação Ambiental?!



Como podem ver, a produção de fanzines exige, além da criatividade e trabalho colaborativo, pesquisa. Poderá encontrar informações em sites confiáveis de buscadores acadêmicos e páginas de universidades e institutos de pesquisa. Saiba que exercitar e aprender a questionar e a pesquisar faz parte da nossa estratégia de ensino.

Continuando com a ideia de dar um retorno para a nossa comunidade com os conhecimentos recentes que revisamos e adquirimos, além de digitalizarmos, publicarmos e distribuirmos os fanzines, vamos fazer algumas ações, conforme a nossa decisão coletiva:

Além disso, solicitamos, para avaliarmos a nossa estratégia de ensino, que preencham o formulário a seguir.

REFERÊNCIAS

- AMBRIZZI, T. *et al.* **Mudanças climáticas e a sociedade**. São Paulo : IAG, 2021.
- ARALÚJO, K. D. *et al.* Índices de Aridez aplicados ao Semi-Árido paraibano: De Martone, Lang, Meyer, CCD e Xerotérmico (Gausson). **Geoambiente**, n. 10, p. 164-178, 2008.
- AYOADE, J. A. **Introdução a climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.
- BEZERRA, A. M. **Aplicações Térmicas da Energia Solar**. João Pessoa: Editora Universitária, UFPB, 1979.
- BORBA, M. C. *et al.* A difusão de tecnologias no meio agrícola na Caatinga – a região de clima semiárido brasileiro. **Interações**, Campo Grande, v. 24, n. 1, p. 69–93, 2023.
- CAMPOS, F. R. abraFANZINE: da publicação independente à sala de aula. **Leituras Transdisciplinares de Telas e Textos**, v.5, n.10, p.65-77, 2009.
- COSTA, S. B. O. **Avanços da implantação da energia solar no Brasil, uma análise sistemática**. Monografia (graduação) – Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e Tecnologia, 2022.
- DEMARTELAERE, A. C. F. A flora apícola no semi-árido brasileiro. **Revista Verde**, Mossoró, v. 5, n. 1, p. 17-22, 2010.
- FEITOSA, M. C. S. **Projeto de Intervenção Pedagógica**: Estudo de modelo de casa popular sustentável adaptada às condições bioclimáticas do semiárido brasileiro. Monografia (especialização) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cabedelo, PB, 2023.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 52ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2013.
- HAGH, J. D. Mechanisms for solar influence on the Earth's climate. **Living Rev. Solar Phys.**, v. 4, n. 2, 2007.
- HEWITT, P. G. **Física conceitual**. São Paulo: Bookman, 2002.
- MAIA, D. C. **Climatologia escolar: saberes e práticas**. São Paulo: Editora Unesp, 2018.
- MOURA, M. S. B. Aspectos meteorológicos do Semiárido brasileiro. In: XIMENES, L. F.; SILVA, M. S. L. da; BRITO, L. T. de L. (Ed). **Tecnologias de convivência com o Semiárido brasileiro**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2019.
- OLIVEIRA, G. S. *et al.* **Meteorologia e Ciências Ambientais**. Brasília: AEB, 2007.
- OLIVEIRA, E. V. **Meteorologia aplicada**. Recife: IFPE, 2014.
- PETTY, G. W. **A first course in atmospheric thermodynamics**. Fitchburg, Sundog Publishing, 2008.
- REIS, E. S.; PEREIRA, V. A. Educar no Semiárido Brasileiro: Continuidades da Construção Em Rede. In: REIS, E. S.; VIEIRA, J. N.; BORGES, J. J. S. **O Paradigma cultural IV: desafios contemporâneos à Educação no Século XXI**. Curitiba: Editora CRV, 2022.
- RESAB, Secretaria Executiva. **Educação para a Convivência com o Semiárido: Reflexões teórico-práticas**. 3.ed. Juazeiro: Secretaria Executiva da Rede de Educação do Semiárido Brasileiro, Selo Editorial RESAB, 2006.
- SANTANA, T. O.; REIS, E. S. Os estímulos de aprendizagem na prática da educação contextualizada para a convivência com o semiárido. **Contexto & Educação**, v. 38, n. 120, e9400, 2023.
- SILVA, P. C. G. *et al.* Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. In: Sá, I. B. ; SILVA, P. C. G. **Semiárido brasileiro: pesquisa desenvolvimento e inovação**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010.
- SILVA, L. A. P. *et al.* Mapeamento da aridez e suas conexões com classes do clima e desertificação climática em cenários futuros – Semiárido Brasileiro. **Sociedade & Natureza**, v. 35, e67666, 2023.
- SONNEMAKER, J. B. **Meteorologia**. São Paulo: ASA, 2009.
- SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - SUDENE. **Delimitação do Semiárido** - Relatório Final. Recife: MDR, 2021.
- VAREJÃO-SILVA, M. O. **Meteorologia e climatologia**. Recife, 2006.
- VASCONCELOS, E. S. *et al.* O uso do fanzine como recurso pedagógico para a produção de conhecimento e divulgação científica do tema água. **Educação Pública**, v. 23, n. 8, 2023.
- YILDIS, I. Solar energy. **Comprehensive Energy Systems**, v. 1, p. 638-664, 2018.
- YNOUE, R. Y. *et al.* **Meteorologia: noções básica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

DADOS DOS AUTORES



Welhitom Florentino Leal é graduado em Letras/Português pela UESPI, bacharel em Sistemas de Informação pela UFPI e graduado em Física pela UFPI. Possui Especialização em Língua Portuguesa e Arte-Educação pela URCA e Especialização em Informática na Educação pela UFPI. Mestrando em Física pelo Instituto Federal do Piauí - IFPI, Campus Picos, turma 2023 pelo programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF. É professor efetivo da Rede Municipal de Educação do município de Vila Nova do Piauí - PI e professor efetivo da Rede Estadual de Educação atuando pelo município de Vila Nova do Piauí - PI.



Alexandre Leite dos Santos Silva é graduado em Física e Pedagogia, mestre e doutor em Educação pela Universidade Federal de Uberlândia. Especialista em Inspeção, Supervisão e Gestão Escolar pela Universidade Cândido Mendes. Tem pós-doutorado pelo Programa de Pós-Graduação em Educação, Cultura e Territórios Semiáridos, da Universidade do Estado da Bahia. É professor da Universidade Federal do Piauí, atuando no curso de Licenciatura em Educação do Campo e no Programa de Pós-Graduação em Educação. Também é professor no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Polo 65, no IFPI.

