

UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI – URCA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA / DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 31

MARCIANO VENTURA FERREIRA

REDUÇÃO DO CONSUMO DOMÉSTICO DE ENERGIA ELÉTRICA:
UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA, BASEADA NOS TRÊS
MOMENTOS PEDAGÓGICOS

JUAZEIRO DO NORTE – CE

2025

MARCIANO VENTURA FERREIRA

**REDUÇÃO DO CONSUMO DOMÉSTICO DE ENERGIA ELÉTRICA:
UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA, BASEADA NOS TRÊS
MOMENTOS PEDAGÓGICOS**

Dissertação apresentada ao Polo 31 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Regional do Cariri – URCA, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador(a): Prof^ª. Dra. Francineide Amorim Costa Santos

JUAZEIRO DO NORTE - CE

2025

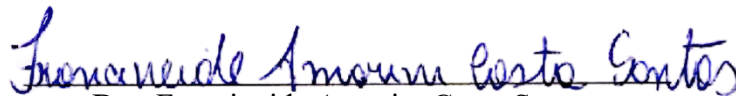
MARCIANO VENTURA FERREIRA

**REDUÇÃO DO CONSUMO DOMÉSTICO DE ENERGIA ELÉTRICA:
UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA, BASEADA NOS TRÊS MOMENTOS
PEDAGÓGICOS**

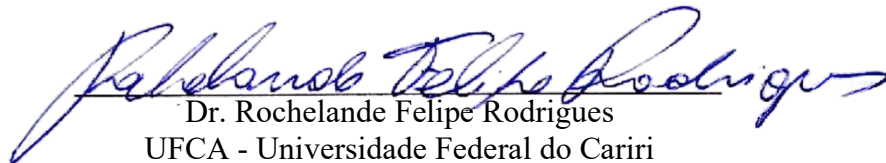
Dissertação apresentada ao Polo 31 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Regional do Cariri-URCA, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

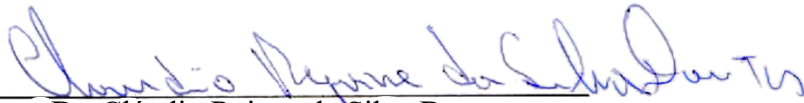
BANCA EXAMINADORA



Dra. Francineide Amorim Costa Santos
(Orientadora – UFCA)



Dr. Rochelande Felipe Rodrigues
UFCA - Universidade Federal do Cariri



Dr. Cláudio Rejane da Silva Dantas
URCA - Universidade Regional do Cariri

JUAZEIRO DO NORTE - CE

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha Catalográfica elaborada pelo autor através do sistema de geração automático da Biblioteca Central da universidade Regional do Cariri - URCA

Ferreira, Marciano Ventura

F383r REDUÇÃO DO CONSUMO DOMÉSTICO DE ENERGIA ELÉTRICA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA, BASEADA NOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS / Marciano Ventura Ferreira. JUAZEIRO DO NORTE - CE, 2025.

123p. il.

Dissertação. Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Regional do Cariri - URCA.

Orientador(a): Prof.^a Dr.^a Francineide Amorim Costa Santos

1.Ensino de Física, 2.Consumo de energia elétrica, 3.Três Momentos Pedagógicos, 4.Educação Problematizadora; I.Título.

CDD: 621.37

Dedico esta conquista aos meus pais, minha esposa e aos meus filhos, razão do meu viver e força maior para seguir em frente todos os dias.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me sustentar com fé e força, e por ser minha segurança em cada jornada, especialmente ao me livrar do mal nas estradas durante as idas às aulas.

À minha mãe, que me criou sozinha com coragem e firmeza, nunca desistiu de mim, sempre me colocou no caminho dos estudos e, com sua luta diária, moldou o homem que sou hoje.

À minha esposa, companheira fiel e parceira de todas as horas — este trabalho também é dela, construído com sua renúncia, paciência e apoio silencioso.

Aos meus filhos, que me dão sentido e motivação para viver.

Aos meus avós, cuja memória me inspira e cuja ausência tornou mais silencioso este momento de conquista.

Agradeço profundamente ao meu pai, pelo apoio e por acreditar no meu caminho.

Registro minha gratidão também à cidade de Marcolândia - PI, que me acolheu e me proporcionou as primeiras experiências em sala de aula, abrindo caminhos que me trouxeram até aqui.

Agradeço à minha orientadora, pelo cuidado, paciência e orientação segura ao longo desta caminhada.

Aos professores do mestrado, por cada contribuição teórica, crítica e humana. Ao amigo de turma Rosemberg, pela parceria, escuta e apoio em cada etapa.

À Escola Dr. Walmy Campos Bezerra, pelo espaço de atuação e aprendizado.

E, de modo muito especial, agradeço aos meus alunos — com quem compartilho não apenas conteúdos, mas também histórias, conselhos e afetos. Com eles, vivo diariamente uma pedagogia do cuidado e da escuta, aprendendo que ensinar também é acolher, rir, chorar e crescer junto. São eles que me lembram, todos os dias, o real sentido da educação.

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

" A linguagem da experiência tem mais autoridade do que qualquer raciocínio: fatos podem destruir o nosso raciocínio - o contrário, não."

ALESSANDRO VOLTA

RESUMO

Esta dissertação propõe uma sequência didática voltada ao ensino de Física no contexto do consumo doméstico de energia elétrica, fundamentada na perspectiva da Educação Científica Crítica. O objetivo é promover uma aprendizagem contextualizada, articulando os conteúdos científicos ao cotidiano dos estudantes e à formação cidadã. O referencial metodológico baseia-se em Delizoicov, Angotti e Pernambuco, com a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos, que são pautados nos pressupostos de Freire sobre a Abordagem Temática. A pesquisa tem natureza qualitativa e caráter interventivo, desenvolvida com uma turma do 3º ano do ensino médio de uma escola pública, por meio de atividades problematizadoras, registros escritos, debates coletivos, fichas de planejamento energético e análise de uma conta de luz. Os dados foram interpretados à luz da análise de conteúdo segundo Bardin. Os resultados apontam que os estudantes ampliaram sua compreensão sobre conceitos como potência, consumo e eficiência energética, e demonstraram visão crítica ao elaborarem planos de ação com foco na redução do desperdício e na adoção de práticas de menor impacto ambiental. A proposta revelou-se adequada para articular ciência, economia e cidadania, contribuindo para o desenvolvimento de uma consciência crítica e participativa frente aos desafios energéticos contemporâneos.

Palavras-chave: Ensino de Física. Consumo de energia elétrica. Três Momentos Pedagógicos. Educação Problematizadora.

ABSTRACT

This dissertation proposes a didactic sequence focused on teaching Physics in the context of domestic electricity consumption, based on the perspective of Critical Science Education. The objective is to promote contextualized learning, linking scientific content to students' daily lives and citizenship development. The methodological framework is based on Delizoicov, Angotti, and Pernambuco (2002), with the Three Pedagogical Moments approach, which are based on Freire's (1996) assumptions about the Thematic Approach. The research is qualitative and interventional in nature, developed with a second-year high school class at a public school, through problem-solving activities, written records, collective debates, energy planning forms, and analysis of an electricity bill. The data were interpreted based on content analysis according to Bardin (2011). The results indicate that students expanded their understanding of concepts such as power, consumption, and energy efficiency, and demonstrated critical thinking when developing action plans focused on reducing waste and adopting practices with a lower environmental impact. The proposal proved suitable for linking science, economics, and citizenship, contributing to the development of a critical and participatory awareness of contemporary energy challenges.

Keywords: Physics Teaching. Electricity Consumption. Three Pedagogical Moments. Problem-Based Learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Esquema de desenvolvimento dos Três Momentos Pedagógicos.....	64
Figura 2. Imagens provocativas.....	69
Figura 3. Slide introdutório utilizado na problematização	76
Figura 4. Estudantes durante os momentos de intervenção didática	77
Figura 5. Banner 1	82
Figura 6. Banner 2	82
Figura 7. Banner 3	83
Figura 8. Banner 4	83

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribuição dos estudos por metodologia de pesquisa.....	51
Gráfico 2. Distribuição dos estudos por ano de publicação	52
Gráfico 3. Frequência de Citações por Eixo de Contribuição na Intervenção	55
Gráfico 4. Consumo mensal estimado de energia elétrica por aparelho	81
Gráfico 5. Consumo médio mensal (em kWh) dos principais aparelhos elétricos apontados pelos estudantes.	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estudos selecionados no levantamento bibliográfico e respectivos objetivos, metodologias e achados.....	48
Tabela 2. Eixos temáticos identificados na revisão de literatura	49
Tabela 3. Contribuições dos Estudos Analisados para a Intervenção Didática	54
Tabela 4. Etapas da Análise de Conteúdos segundo Bardin (2011).....	62
Tabela 5. Questões formuladas pelos estudantes e categorias temáticas correspondentes durante o momento de problematização	79
Tabela 6. Consumo estimado de eletrodomésticos (exemplo usado em sala)	80
Tabela 7. Ações propostas pelas equipes nos planos de economia	84
Tabela 8. Consumo médio mensal dos principais aparelhos elétricos em residências	85
Tabela 9. Síntese das categorias qualitativas emergentes na intervenção.....	87

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Sequência Didática – Passo a Passo da Intervenção Educacional	67
Quadro 2. Noções iniciais sobre energia elétrica	75
Quadro 3. Recursos educacionais	78
Quadro 4. Posicionamentos dos estudantes mediante os conteúdos	85
Quadro 5. Relação entre objetivo pedagógico e evidência empírica	90
Quadro 6. Comparação entre concepções e práticas antes e depois da intervenção	91
Quadro 7. Correlação entre categorias da análise qualitativa e referências teóricas	92
Quadro 8. Ações propostas pelos estudantes e seus impactos ambientais esperados	93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- 3MP**–Três Momentos Pedagógicos
ABNT–Associação Brasileira de Normas Técnicas
BNCC–Base Nacional Comum Curricular
BNDES–Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAPES–Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CARIRI–Região do sul do Ceará conhecida como Cariri Cearense
CEP–Comitê de Ética em Pesquisa
CNS–Conselho Nacional de Saúde
CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade
DCNEM–Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
ENEL–Empresa distribuidora de energia elétrica
ERIC–Education Resources Information Center
EREM–Escola de Referência em Ensino Médio
IBGE –Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBICT –Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
LED –Diodo Emissor de Luz
PB –Estado da Paraíba
PDF – Portable Document Format
RJ –Estado do Rio de Janeiro
SCIELO–Scientific Electronic Library Online
TV–Televisão
URCA–Universidade Regional do Cariri

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
1. REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
1.1 Paulo Freire e a Educação Problematizadora.....	19
1.2 Ensino de Física e Educação Ambiental na Perspectiva Crítica	24
1.3. A Conscientização Energética como Prática Educacional Transformadora.....	25
1.4. O Ensino de Física e o Consumo de Energia Elétrica: Fundamentos e Relevância	27
1.5. A Relação entre o Ensino de Física e a Eficiência Energética	29
1.6. Fontes de Geração de Energia e sua Relação com o Ensino de Física.....	30
1.7. A Eficiência Energética no Contexto Residencial: Desafios e Possibilidades	32
1.8. A Conscientização Crítica e a Metodologia dos Três Momentos Pedagógicos.....	34
1.9. A Educação Energética e o Impacto Social	35
1.10. O Papel da Educação Crítica no Ensino de Física	36
1.11. A Relação entre a física e uso eficiente de recursos	38
1.12. Eletricidade e Corrente Elétrica: da Compreensão Clássica à Abordagem Diferencial	40
1.13 Diferença de potencial e campo elétrico.....	41
1.14. Potência elétrica e energia dissipada	43
1.15. Resistividade elétrica e materiais condutores	45
1.16. Pesquisa bibliográfica.....	46
1.17. Contribuições para a Intervenção Didática	53
2. REFERENCIAL METODOLÓGICO	56
2.1 Metodologia dos Três Momentos Pedagógicos	57
2.2 Definição da Pesquisa	58
2.3. Instrumentos Utilizados para Obtenção de Dados	60
2.4. Análise de Dados.....	60
2.5. Etapas da Sequência Didática segundo os Três Momentos Pedagógicos.....	64
2.6. Planejamento da Intervenção Educacional: Educação Energética com base nos Três Momentos Pedagógicos	67
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	74
3.1.Primeiro momento Pedagógico – Problematização da realidade	74
3.2.Segundo momento pedagógico - Estruturação do Conhecimento.....	79
3.3.Terceiro momento pedagógico - Realização transformadora.....	82
3.4. Considerações sobre a avaliação da intervenção enquanto prática didática.....	90
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
5. REFERÊNCIAS.....	97
APÊNDICE 1- PRODUTO EDUCACIONAL.....	102
APÊNDICE 2- QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO PARA OS ESTUDANTES.....	119
APÊNDICE 3- PLANILHA MODELO IMPRESSA PARA REGISTRO DOS DADOS.....	120
APÊNDICE 4- PROPOSTA DE ECONOMIA	122
ANEXO 1 - MATERIAIS DIDÁTICOS.....	123

APRESENTAÇÃO

Iniciei minha formação acadêmica no curso de Ciências Biológicas em Araripina–PE, onde cursei até o quinto período. Me casei e, após mudar-me para Marcolândia–PI, comecei a atuar como professor contratado nas disciplinas de Física e Matemática na rede estadual. Foi nesse momento que descobri minha vocação para o magistério: a vivência em sala de aula despertou uma realização profunda e uma paixão crescente pela Física e pelo convívio diário com os alunos.

Em 2012, tive a oportunidade de iniciar a Licenciatura em Física, que concluí em 2015, conciliando os estudos com o exercício da docência até 2018. Durante esse período, fui acolhido pela Escola Cosma Ramos de Sousa, onde encontrei um ambiente propício ao crescimento profissional e pessoal. Em 2019, precisei deixar Marcolândia e me mudar para Conceição–PB, após minha esposa conquistar a efetivação como professora no município. Nessa nova fase, tive minha primeira experiência em escola particular, justamente durante os desafios do ensino em tempos de pandemia. Em 2021, iniciei minha trajetória na EREM Dr. Walmy Campos Bezerra, em São José do Belmonte–PE, onde atuo até hoje. A instituição foi essencial para minha permanência no mestrado, oferecendo apoio, incentivo e flexibilidade de horários na época em que eu precisava assistir às aulas. Mesmo sem contar com bolsa de estudos e enfrentando dificuldades financeiras, além dos constantes deslocamentos entre os estados da Paraíba (residência), Pernambuco (trabalho) e Ceará (polo do mestrado), foi o apoio da escola e da minha família que me mantiveram firme para concluir essa primeira parte do processo.

A pesquisa desenvolvida no mestrado nasceu do desejo de tornar o ensino de Física mais próximo da realidade dos estudantes, por meio de práticas que valorizem o contexto humano e social de cada um. Acredito que cada aluno é um universo único, com histórias e formas próprias de aprender. Como educador, meu objetivo é contribuir com algo que permaneça — um conhecimento aplicável e que faça sentido em suas vidas, independentemente do tempo ou do caminho que seguirem.

INTRODUÇÃO

A crise ambiental que assola o planeta tem evidenciado a urgência de repensar a forma como a sociedade utiliza os recursos naturais, entre eles a energia elétrica. O consumo desordenado, especialmente no âmbito doméstico, contribui para o agravamento de problemas como o desperdício energético, o esgotamento de fontes não renováveis e o aumento das emissões de gases de efeito estufa. Nesse contexto, discutir o uso responsável da energia torna-se fundamental para a formação de cidadãos críticos e conscientes quanto à sustentabilidade.

No Brasil, o consumo residencial representa atualmente 32,9% da demanda energética nacional, mantendo-se como o maior entre os setores consumidores (EPE, 2024). Esse cenário reforça a necessidade de intervenções educativas voltadas à eficiência energética e à mudança de hábitos de consumo, capazes de articular conhecimento científico e responsabilidade social.

O ensino de Física configura-se como espaço privilegiado para promover reflexões sobre essa temática, ao relacionar conteúdos científicos às vivências cotidianas dos estudantes. Segundo Teixeira et al. (2021, p. 45), ao integrar temas socioambientais às aulas de Física é possível “despertar o protagonismo dos estudantes frente aos desafios locais e globais”, tornando o conhecimento mais significativo e engajado com a realidade.

A presente proposta se insere nesse campo ao abordar o consumo doméstico de energia elétrica a partir de uma perspectiva crítica e problematizadora, fundamentada nos pressupostos pedagógicos de Freire (2019). O autor defende uma educação libertadora, centrada no diálogo, na valorização dos saberes dos estudantes e na problematização da realidade concreta como ponto de partida para a construção do conhecimento (Freire, 2019). Essa abordagem propõe que a leitura crítica do mundo precede a leitura da palavra e que a escola contribua para o desenvolvimento da consciência crítica e da ação transformadora, rompendo com a lógica bancária da educação (Freire, 2021), a expressão “lógica bancária da educação”, refere-se a uma concepção tradicional de ensino na qual o professor deposita conteúdos prontos nos alunos, sem promover a reflexão crítica ou a construção compartilhada do saber. Em oposição a essa lógica transmissiva, a pedagogia problematizadora propõe o diálogo e a ação transformadora como fundamentos da aprendizagem significativa.

Assim, ao invés de transmitir conteúdos prontos, o ensino de Física é aqui concebido como prática social, capaz de articular saber científico, contexto vivenciado e transformação da realidade.

Para operacionalizar essa abordagem, adota-se a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos, reelaborada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018), que organiza o

processo educativo em etapas três: problematização da realidade, estruturação do conhecimento e realização transformadora. Conforme os autores, essa proposta “possibilidade de ressignificação do currículo ao aproximá-lo dos conflitos reais que permeiam o cotidiano dos estudantes” (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2018, p. 12).

No âmbito dos conteúdos de Física, a proposta contempla os conceitos de energia elétrica, formas de geração (como a hidrelétrica, solar e eólica), grandezas elétricas fundamentais (tensão, corrente e resistência) e relações quantitativas expressas pela Lei de Ohm, além do cálculo do consumo energético. Esses conhecimentos são tratados de forma contextualizada, com base em situações reais como a leitura e interpretação de contas de luz, o uso de equipamentos elétricos e a análise de hábitos de consumo. Segundo Silva e Nascimento (2019, p.45), “a contextualização do ensino de Física com base em dados reais amplia a capacidade de análise crítica dos estudantes e contribui para práticas eficientes no ambiente familiar”.

Diante do exposto, o presente estudo propõe-se a responder à seguinte questão de pesquisa: *Como o ensino de Física, baseado em Três Momentos Pedagógicos, pode contribuir para a conscientização dos estudantes do ensino médio sobre o consumo doméstico de energia elétrica e a adoção de práticas mais eficientes em seus contextos familiares?*

O objetivo geral do presente trabalho é investigar como a aplicação dos Três Momentos Pedagógicos no ensino de Física pode favorecer a conscientização e a adoção de práticas de consumo energético mais conscientes por estudantes do ensino médio, analisando os impactos dessa abordagem na formação crítica e socioambiental dos discentes.

Para alcançar o objetivo geral, são elencados três objetivos específicos:

1. Investigar, por meio de revisão bibliográfica, abordagens pedagógicas e conteúdo de Física relacionados à temática do consumo responsável de energia.;
2. Elaborar uma sequência didática com base nos Três Momentos Pedagógicos, integrando os conteúdos de Física à realidade do consumo doméstico de energia elétrica;
3. Avaliar a efetividade da proposta pedagógica junto aos estudantes do ensino médio, analisando suas contribuições para a mudança de comportamento e conscientização energética.

Ao articular o saber científico, realidade vivenciada e ação prática, esta pesquisa contribui para uma educação em Ciências mais comprometida com a formação cidadã, com a justiça social e com a sustentabilidade ambiental.

Para alcançar os objetivos propostos, esta dissertação está organizada em seções que dialogam entre si de forma articulada. Inicialmente, apresenta-se uma revisão da literatura voltada à formação crítica no ensino de Ciências, com ênfase nos pressupostos freirianos, na

abordagem da educação ambiental e na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos como fundamento para práticas educativas transformadoras. Em seguida, descreve-se o referencial metodológico adotado na pesquisa, com destaque para a abordagem qualitativa e participativa. Posteriormente, são apresentados os elementos que compõem a proposta didática construída com base nos Três Momentos Pedagógicos, evidenciando os conteúdos de Física e os princípios de sustentabilidade envolvidos. Por fim, discutem-se os resultados da intervenção com a sequência didática, com reflexões sobre os avanços, desafios e contribuições do trabalho para o ensino de Ciências em uma perspectiva crítica e contextualizada.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

A construção desta pesquisa apoia-se em dois principais eixos teóricos: o pensamento pedagógico de Paulo Freire e a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), proposta por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2021), em sua obra *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. Esses referenciais fundamentam uma perspectiva crítica de educação, que valoriza o diálogo, a problematização da realidade vivida pelos estudantes e a construção coletiva do conhecimento como instrumentos de transformação social (Freire, 1996; Delizoicov, 2018).

A articulação entre esses conceitos reforça a compreensão de que o ensino de Física deve ir além da mera transmissão de conceitos abstratos e descontextualizados. Deve, sobretudo, ser um espaço potente para o desenvolvimento da consciência crítica, especialmente quando relacionado a temas socialmente relevantes, como o consumo doméstico de energia elétrica. Essa abordagem está alinhada aos princípios da educação ambiental crítica, que busca formar sujeitos capazes de intervir na realidade em que vivem, considerando as implicações sociais, políticas e ambientais de suas ações (Lorenzetti; Delizoicov, 2001; Teixeira et al., 2021).

Além disso, este capítulo dialoga diretamente com os documentos norteadores do sistema de ensino brasileiro, especialmente a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Este documento enfatiza a formação integral dos estudantes e o desenvolvimento de competências essenciais para a cidadania e a sustentabilidade (Brasil, 2018). Assim, destaca-se a necessidade de inserir temas ambientais e sociais no currículo de Ciências da Natureza, promovendo práticas pedagógicas interdisciplinares, contextualizadas e orientadas para a transformação social.

Neste capítulo, também é apresentado uma revisão dos tópicos relacionados à energia elétrica, abordados durante a intervenção pedagógica realizada no decorrer do estudo. A escolha desse conteúdo se justifica pela sua capacidade de permitir a visualização do comportamento dos fenômenos elétricos por meio de imagens e representações digitais, integrando-se ao arcabouço metodológico da pesquisa em desenvolvimento.

Dado que o conteúdo em questão é usualmente abordado no ensino médio, a apresentação deste capítulo é direcionada ao docente. Nesse sentido, são discutidos temas relevantes, teorizando e referenciando toda a fundamentação necessária para a posterior realização didática e metodológica na sequência didática desenvolvida.

Dessa forma, o referencial teórico está estruturado em quinze tópicos articulados entre si. Inicialmente, no tópico Paulo Freire e a Educação Problematizadora (1.1), discutem-se os pressupostos da educação problematizadora em Paulo Freire, ressaltando sua contribuição para a construção de uma pedagogia crítica e emancipadora. Em seguida, os tópicos Ensino de Física

e Educação Ambiental na Perspectiva Crítica (1.2) e A Conscientização Energética como Prática Educacional Transformadora (1.3) abordam o ensino de Física em diálogo com a educação ambiental crítica e a conscientização energética como prática educacional transformadora.

Os tópicos O Ensino de Física e o Consumo de Energia Elétrica: Fundamentos e Relevância (1.4), A Relação entre o Ensino de Física e a Eficiência Energética (1.5), Fontes de Geração de Energia e sua Relação com o Ensino de Física (1.6) e A Eficiência Energética no Contexto Residencial: Desafios e Possibilidades (1.7) exploram os fundamentos conceituais relacionados ao consumo e à eficiência energética no contexto residencial, destacando sua relevância para o ensino de Física. No tópico A Conscientização Crítica e a Metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (1.8), apresenta-se essa metodologia como estratégia articuladora entre teoria e prática. Já os tópicos A Educação Energética e o Impacto Social (1.9) e A Relação entre a Física e as Práticas Eficientes: A Integração com Outras Áreas do Conhecimento (1.10) discutem o impacto social da educação energética e sua integração com outras áreas do conhecimento, enfatizando a importância de práticas de menor impacto ambiental.

O tópico O Papel da Educação Crítica no Ensino de Física (1.11) retoma o papel da educação crítica no ensino de Física, apresentando o leitor para os fundamentos conceituais desenvolvidos nos tópicos seguintes: Eletricidade e Corrente Elétrica: da Compreensão Clássica à Abordagem Diferencial (1.12), Diferença de potencial e campo elétrico (1.13), Potência elétrica e energia dissipada (1.14) e Resistividade elétrica e materiais condutores (1.15). Esses conteúdos sustentam a proposta didática da pesquisa.

Na sequência, os tópicos Pesquisa Bibliográfica (1.16) e Contribuições para a Intervenção Didática (1.17) complementam o referencial teórico, abordando, respectivamente, a revisão das principais produções científicas que fundamentam o estudo e as contribuições teóricas que orientam a elaboração e aplicação da proposta didática apresentada neste trabalho.

Por fim, a fundamentação teórica é articulada ao referencial metodológico apresentado no capítulo 2, no qual se descreve a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos como base para a organização do processo de ensino e aprendizagem adotado neste trabalho.

Na sequência, o referencial metodológico (capítulo 2) apresenta a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos como referencial para a organização do processo de ensino e aprendizagem nesta pesquisa.

1.1 Paulo Freire e a Educação Problematicadora

Paulo Freire concebe a educação como um ato dialógico e libertador, em oposição à “educação bancária” tradicional, na qual o professor deposita conhecimento no aluno de forma vertical e acrítica. Na pedagogia freiriana problematizadora, a relação educador-educando se fundamenta na dialogicidade, isto é, na comunicação horizontal e na construção conjunta do saber. Nesse sentido, Freire (1996, p. 91) afirma: “ensinar exige respeito à autonomia do ser do educando”, reforçando que o processo educativo precisa reconhecer o estudante como sujeito histórico, ativo na produção de conhecimento e na transformação da realidade.

Essa postura contrasta radicalmente com a educação bancária: “a educação problematizadora é essencialmente reflexiva e dialógica, pois contrapõe a comunicação verticalizada e vazia de reflexão crítica como instrumento de domesticação do oprimido, preconizada pela educação bancária que, por sua vez, é antidialógica, alienante, transmissiva e domesticadora” (Santos et al., 2021, p. 2761).

Em outras palavras, a educação crítica proposta por Freire busca superar o modelo autoritário de ensino, complementando-o por uma prática emancipatória baseada no diálogo, na reflexão e na ação coletiva.

Um dos princípios centrais dessa abordagem é a práxis, entendido como uma união indissociável entre ação e reflexão. Freire defende que não basta falar sobre a realidade; é preciso transformá-la por meio da ação consciente. Nas suas palavras, “não há palavra verdadeira que não seja práxis, enquanto ato de criação que procura a conquista do mundo para a libertação dos homens” (Freire, 2020, p. 40) Dessa forma, o conhecimento ganha significado quando está ligado à realidade concreta do educar e orientado para a mudança social.

Por isso, Freire enfatiza a necessidade de “ler o mundo” antes de ler a palavra, isto é, compreender criticamente o contexto em que se vive, identificando opressões e desafios, para então intervir sobre ele. Essa “leitura de mundo” crítica precede e dá sentido à leitura das palavras, orientando o processo educativo rumo à conscientização (Freire, 2018).

Consequentemente, o diálogo autêntico em sala de aula torna-se um ato político de amor e respeito, no qual tanto professor quanto os alunos aprendem de forma independente, rompendo a orientação tradicional e viabilizando a construção conjunta do saber (Santos et al., 2021).

Freire propõe, portanto, a superação da educação bancária por meio de uma educação problematizadora centrada no diálogo e na participação ativa dos educandos. Nessa perspectiva, *ensinar* não é transferir conteúdos prontos, mas criar as condições para que os alunos, junto com o professor, construam o conhecimento a partir da realidade. Como sintetiza uma obra recente inspirada em Freire, “a educação científica não se faz de A sobre B, mas de A com B,

mediatizados pelo mundo, onde A e B especificamente o par educador, educando” (Watanabe, 2019, p. 74). Em vez de tratar os estudantes como beneficiários passivos, a pedagogia freiriana os autoriza como sujeitos do processo educativo, portadores de saberes avisos e inseridos em um contexto social específico.

O conteúdo acadêmico passa a dialogar com as experiências dos alunos, valorizando-se temas geradores extraídos da realidade deles, problemas sociais, características do cotidiano, contradições locais, que servem de ponto de partida para o aprendizado. Esse procedimento, conhecido como investigação temática, onde o conteúdo é subordinado ao tema, foi amplamente difundido por Freire e adaptado para diversas áreas, pois permite que o ensino seja contextualizado e significativo (Watanabe, 2019). Em resumo, os pilares da educação problematizadora, diálogo, reflexão, ação e vínculo com a realidade, visam formar indivíduos críticos e independentes, capazes de “ler” e transformar seu mundo.

No campo do ensino de Ciências e, em especial, no ensino de física, os princípios freirianos têm de base para metodologias inovadoras e críticas. Desde as últimas décadas, os educadores científicos vêm reinventando as ideias de Freire em sala de aula (Almeida; Strieder, 2021). Isso significa incorporar uma visão dialógica e problematizadora em práticas que vão além da mera transmissão de conceitos científicos abstratos.

Por exemplo, Delizoicov *et al.* (2018) propõe uma organização curricular por temas geradores, integrando conceitos de Física a questões sociais e do cotidiano dos alunos, de modo interdisciplinar e contextualizado. Essa abordagem temática freiriana no ensino de Ciências geralmente se concretiza através dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) – *problematização da realidade, organização do conhecimento e realização do conhecimento* – nos quais se parte de situações reais vivenciadas pelos alunos, estuda-se os conhecimentos científicos relacionados e, por fim, aplica-se esses conhecimentos na resolução do problema (Delizoicov, Angotti & Pernambuco, 2018; Watanabe, 2019). Assim, o conteúdo de Física deixa de ser apresentado como verdades prontas e passa a ser descoberto e construído pelos estudantes em diálogo com o professor, sempre mediando teoria e prática.

Estudos contemporâneos em educação científica destacam vários desdobramentos dessa articulação entre Freire e o ensino de Ciências. De modo geral, uma educação científica de inspiração freiriana busca:

1. Problematizar a Ciência e a Tecnologia: questionar criticamente a atividade científico-tecnológica em suas dimensões éticas, ideológicas e nas relações sociais que a permeiam, em vez de apresentá-la como neutra ou alheia ao contexto social;

2. Ampliar a participação social: envolver os educandos e a comunidade na construção do conhecimento, desenvolvendo mecanismos participativos (como projetos coletivos, debates públicos, currículos contextualizados) que democratizam a Ciência e o torneio socialmente relevante;
3. Ensinar Ciências via temas sociais: organiza o ensino em torno de temas geradores relacionados a problemas reais (meio ambiente, energia, saúde, tecnologia no cotidiano etc.), repensando o papel do conhecimento científico escolar de forma interdisciplinar e ligada à realidade (Almeida; Strieder, 2021, p. 12,13).

Ao adotar esses princípios, o ensino de Ciências e de Física orienta-se para a transformação da realidade e não apenas para a transmissão de conteúdo. Isso significa, por exemplo, que em uma aula de Física inspirada em Freire, o professor pode partir de um problema concreto da comunidade (como a poluição de um rio, a falta de saneamento, ou a demanda local por energia solar) e, a partir daí, introduzir os conceitos físicos pertinentes (hidrostática, eletromagnetismo, etc.), sempre incentivando os alunos a investigar, questionar e propor soluções.

Estudos de caso mostram que essa abordagem envolve os estudantes, pois os problemas tratados são significativos para eles, possibilitando uma aprendizagem com sentido social e pessoal (Delizoicov *et al.*, 2018; Oliveira, 2022). Em Itabuna (BA), por exemplo, uma sequência didática investigativa sobre a qualidade da água do Rio Cachoeira, tema emergido da realidade local, levou alunos do ensino básico a refletir criticamente sobre ciência, ambiente e sociedade, desenvolvendo ao mesmo tempo habilidades investigativas em Física e Química.

Essa experiência ilustra como a problematização freiriana pode estruturar atividades de Ciências/Física de forma que os estudantes reflitam sobre situações problemáticas da sua realidade, ao mesmo tempo em que exercem uma postura investigativa diante dos problemas práticos da ciência.

Cabe ressaltar que a incorporação plena do referencial freiriano na educação científica ainda apresenta desafios. Kauano e Marandino (2022) observam que, embora os estudos em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no Brasil mencionem frequentemente Freire, ainda existe um distanciamento teórico entre a pedagogia freiriana e as práticas de alfabetização científica, especialmente no que tange ao seu sentido sociopolítico mais profundo.

Ou seja, nem sempre os projetos de ensino de Ciências alcançam o cerne político emancipatório que Freire propunha. Os autores argumentaram que é como apontam Solino e Gehlen (2015, p. 912), em estudos realizados com alunos do Ensino Fundamental:

A problematização freireana pode contribuir para estruturar os problemas das atividades de Ciências/Física do ENCI, além de possibilitar que os alunos reflitam sobre situações problemáticas da sua realidade, ao mesmo tempo em que exercem uma postura investigativa perante os problemas práticos da ciência.

Necessário enfatizar os pressupostos sociopolíticos freirianos na educação em Ciências, sobretudo diante de um cenário educacional brasileiro repleto de desigualdades e retrocessos. Essa chamada implica formar professores de Ciências/Pesquisa em Física comprometidos com a Justiça Social e capazes de mediar debates críticos sobre o papel da ciência na sociedade.

Vários autores contemporâneos da educação dialogaram com Paulo Freire para atualizar e realizar suas ideias ao ensino de Ciências e de Física. Por exemplo, Barcellos (2020) discute o papel da educação científica na chamada “crise da pós-verdade” e alerta para as implicações de uma postura pedagógica antidialógica e de um discurso científico autoritário na formação popular.

A autora argumenta que essas posturas, típicas da educação bancária, dificultam a compreensão pública da ciência e atualizações para a disseminação da desinformação. Como alternativa, Barcellos propõe de monumentalizar a ciência na educação, adotando a educação problematizadora dialógica de Freire juntamente com outras perspectivas (como a *Ecologia de Saberes* de Boaventura Santos) para enfrentar a crise de verdade e de confiança na ciência. Essa reflexão contemporânea evidencia a relevância do legado freiriano: uma prática de ensino de Ciências mais crítica, dialógica e humanizadora é vista como caminho para formar cidadãos capazes de avaliar informações, dialogar sobre controvérsias científicas e tomar decisões informadas na sociedade atual.

Em síntese, articulados os princípios centrais da pedagogia freiriana, o diálogo, a práxis (ação-reflexão), a leitura crítica do mundo e a superação da educação bancária, com o ensino de Ciências e de Física significa promover uma educação científica comprometida com a emancipação social. Significa ensinar Física não como um fim em si, mas como um meio para entender e transformar a realidade. Sob a influência de Freire, o ensino de Física passa a privilegiar metodologias ativas, investigativas e contextualizadas, nas quais professores e alunos aprendem juntos a *pensar sobre a física* em conexão com a vida cotidiana e os problemas sociais.

Tal abordagem humanizadora e libertadora no ensino de Ciências forma estudantes mais críticos, criativos e conscientes do mundo em que vivem, alinhados com o ideal freiriano de educação como prática da liberdade (Freire, 2018; Santos *et al.*, 2021). Trata-se, em última instância, de transformar a sala de aula de Física em um espaço de diálogo e práxis, onde se

supera a mera transmissão de fórmulas e se abraça a construção coletiva de conhecimentos científicos relevantes, evoluindo para a construção de uma sociedade mais justa e democrática.

1.2 Ensino de Física e Educação Ambiental na Perspectiva Crítica

O ensino de Física, quando orientado pela perspectiva crítica, assume um papel central na formação de cidadãos conscientes e comprometidos com a sustentabilidade. Tanto a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) quanto as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) reforçam a necessidade de contextualizar o ensino de Física em temas socioambientais. A BNCC estabelece que a área de Ciências da Natureza deve favorecer discussões sobre as “implicações éticas, socioculturais, políticas e econômicas” de temas ligados às ciências, preparando os estudantes para tomar decisões responsáveis diante de problemas ambientais (Brasil, 2018, p.553). Da mesma forma, as DCNEM incluem explicitamente a sustentabilidade ambiental entre os princípios norteadores da organização curricular (Brasil, 2012). Esses documentos oficiais deixam claro que o currículo de Física não deve se limitar a fórmulas e cálculos isolados, mas dialogar com questões como consumo de energia, mudanças climáticas e uso racional dos recursos naturais.

Segundo a BNCC, o ensino de Ciências da Natureza deve formar estudantes capazes de “fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas” em relação a fenômenos naturais e tecnológicos, discutindo suas dimensões éticas, socioculturais, políticas e econômicas (Brasil, 2018). Em outras palavras, a Física escolar deve oferecer base crítica para compreender os recursos naturais, suas transformações e as fontes de energia, de modo que os alunos aprendam a explicar e intervir no mundo em que vivem. Já as Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio afirmam que a sustentabilidade ambiental deve ser um dos princípios específicos do currículo, reforçando que todos os conteúdos, inclusive os da Física devem contribuir para uma visão integrada dos estudantes sobre problemas locais e globais, bem como para sua inserção em debates sobre políticas e práticas eficientes (Brasil, 2012).

Pesquisas recentes têm destacado os benefícios pedagógicos dessa abordagem. Teixeira et al. (2021), por exemplo, implementaram atividades de Física contextualizadas nas mudanças climáticas, utilizando a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). Os autores observaram que os estudantes passaram a desenvolver pensamento crítico e reflexivo, tornando-se mais conscientes do papel social da ciência e da tecnologia. Essa pesquisa evidencia que a articulação entre Física e meio ambiente por meio da análise de fenômenos

reais, como o efeito estufa estimula o engajamento estudantil e a capacidade dos alunos de propor soluções eficientes.

Contudo, algumas análises da BNCC indicam que os temas ambientais ali presentes ainda se mostram excessivamente restritos a abordagens instrumentais, como o estudo do consumo de energia elétrica, sem uma problematização mais ampla das questões socioambientais envolvidas. Essa crítica é compartilhada por Silva e Nascimento (2019), que apontam que a contextualização do ensino de Física com dados reais do cotidiano amplia a análise crítica dos estudantes e incentiva práticas eficientes no ambiente escolar e familiar.

Em síntese, a integração da educação ambiental ao ensino de Física contribui para formar estudantes não apenas tecnicamente competentes, mas cidadãos críticos e engajados. Ao relacionar conceitos físicos, como potência, energia e eficiência, com problemas reais, como o consumo doméstico e as fontes renováveis de energia, o professor promove uma aprendizagem significativa, que estimula o aluno a refletir sobre seus hábitos e propor intervenções sociais. Assim, a Física torna-se uma ferramenta potente para a formação ambiental e cidadã, conforme destacam os documentos oficiais (Brasil, 2012; Brasil, 2018) e os pesquisadores da área (Teixeira et al., 2021; Silva; Nascimento, 2019). O ensino de Física crítico e contextualizado transcende, portanto, a mera transmissão de conteúdo e se afirma como uma prática educativa voltada à transformação social.

1.3. A Conscientização Energética como Prática Educacional Transformadora

A proposta de conscientização energética no ensino de Física tem o potencial de transformar não só os hábitos de consumo dos estudantes, mas também suas atitudes em relação ao meio ambiente. Teixeira et al. (2021) afirmam que, ao conectar os conceitos de energia elétrica com práticas eficientes, o ensino de Física pode encorajar os alunos a refletirem sobre sua responsabilidade como cidadãos e consumidores. Esse processo de conscientização não se limita ao contexto escolar, mas se expande para a vida cotidiana dos alunos, suas famílias e comunidades.

Além disso, Delizoicov e Angotti (2018) destacam que uma das funções do ensino de Física é desafiar os alunos a pensar criticamente sobre os efeitos do desperdício de recursos e as alternativas eficientes disponíveis. Ao abordar tópicos como a eficiência energética, a uso de fontes renováveis e as tecnologias verdes, o ensino de Física também contribui para formar cidadãos conscientes, que são capazes de adotar práticas mais eficientes e influenciar suas comunidades de forma positiva.

Esse processo de conscientização pode ser aplicado por meio de projetos pedagógicos que envolvem a análise prática do consumo de energia, como o cálculo do consumo residencial ou a instalação de sistemas de energia solar em pequenas escalas. Medeiros e Almeida (2020) apontam que ações educativas desse tipo, quando realizadas em contextos locais, geram um impacto direto na redução do consumo e no desenvolvimento de novas tecnologias que promovem a sustentabilidade.

A conscientização energética no ensino de Física não é apenas uma questão técnica de cálculos e fórmulas, mas um processo transformador que visa mudar a relação dos alunos com a energia e incentivá-los a agir de forma responsável e eficientes. Delizoicov e Angotti (2018) afirmam que a educação, ao ser colocada em prática de maneira crítica, deve incentivar os alunos a não apenas aprender conteúdos, mas também a transformar suas realidades a partir do conhecimento adquirido. Esse é o objetivo central da educação energética: permitir que os estudantes compreendam o impacto do consumo de energia e desenvolvam ações concretas para reduzir esse impacto.

A conscientização energética, portanto, vai além da simples compreensão dos conceitos de potência, tensão e resistência. Ela envolve uma análise crítica sobre os efeitos do consumo de energia no meio ambiente e na economia doméstica, incentivando os alunos a repensar seus hábitos e valores. Essa perspectiva demanda uma prática pedagógica comprometida com a realidade dos educandos e com sua capacidade de intervir no mundo, uma educação que, nos termos de Paulo Freire, “não pode ser neutra”, pois está sempre a serviço da manutenção ou da transformação da realidade (Freire, 1996, p. 93).

Segundo Medeiros et al. (2020), as escolas, ao se tornarem centros de disseminação de práticas eficientes, podem ser verdadeiros modelos de eficiência energética, demonstrando para os alunos a realização de tecnologias verdes e os benefícios ambientais e econômicos dessas tecnologias. Essa abordagem transformadora se realiza por meio de atividades práticas, como o monitoramento do consumo de energia em aparelhos domésticos e projetos que envolvam a instalação de sistemas solares ou a utilização de fontes alternativas. Tais ações se aproximam da pedagogia problematizadora de Freire, na qual o ensino parte da realidade concreta dos sujeitos e estimula o pensamento crítico e a ação transformadora (Freire, 2005).

Silva et al. (2021) defendem que essas atividades não apenas aproximam os alunos dos conceitos teóricos, mas também os engajam em ações com impacto real em suas vidas e comunidades. Ao integrar teoria e prática, fortalece-se a aplicabilidade dos conhecimentos científicos, tornando o aprendizado mais significativo e relevante. Isso está alinhado à

concepção freiriana de que a educação deve promover a autonomia, o engajamento e a leitura crítica do mundo, não apenas da “palavra” (Freire, 1996).

Uma das grandes potencialidades da conscientização energética no ensino de Física é a de que ela não só favorece a eficiência no uso da energia nas residências dos estudantes, mas também os prepara para lidar com os desafios globais relacionados ao consumo de recursos naturais. Teixeira et al. (2021) destacam que a educação energética ajuda os alunos a compreenderem a relação entre ciência, sociedade e sustentabilidade, desenvolvendo uma mentalidade crítica diante dos impactos das escolhas energéticas sobre o aquecimento global e as mudanças climáticas.

Nesse sentido, ao assumir uma educação transformadora, centrada na autonomia e na ação consciente, os professores de Física tornam-se agentes fundamentais na formação de cidadãos responsáveis, capazes de contribuir para a construção de um mundo mais justo e equitativo. Para Freire (1996, p. 25), “a educação libertadora não pode ser uma prática de adaptação, mas de transformação do mundo”, o que reforça o papel político e ético do professor na formação de sujeitos críticos.

Quando articulado com questões ambientais e sociais, o ensino de Física extrapola o domínio técnico-científico e assume um papel estratégico na formação ética, política e ambiental dos educandos. A integração entre a educação energética e a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos permite que os conceitos de energia elétrica, potência, eficiência e fontes renováveis deixem de ser apenas conteúdos abstratos e passem a se constituir em ferramentas de reflexão crítica e intervenção social.

A proposta de ensinar Física de maneira interdisciplinar, envolvendo matemática, ciências ambientais e tecnologias eficientes, pode contribuir para a formação de estudantes capazes de realizar o conhecimento científico de modo crítico e responsável. A conscientização energética, quando inserida estrategicamente no currículo, torna-se um passo essencial para uma educação emancipadora, comprometida com a construção de uma sociedade mais consciente, solidária e comprometida com a preservação da vida em todas as suas dimensões (Freire, 2005).

1.4. O Ensino de Física e o Consumo de Energia Elétrica: Fundamentos e Relevância

A questão do consumo consciente de energia elétrica se apresenta não apenas como um desafio ambiental e econômico, mas também como um campo relevante de ensino nas escolas, principalmente no ensino de Física. De acordo com Delizoicov e Angotti (2021), a prática

pedagógica deve ir além da simples transmissão de conceitos, promovendo a reflexão crítica sobre o impacto das ações humanas no meio ambiente, especialmente no que tange ao uso de recursos naturais como a eletricidade.

Esse enfoque pedagógico se alinha à proposta da metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), onde a primeira fase, a problematização, é dedicada a conectar os conteúdos com a realidade dos estudantes. Em relação ao consumo de energia, essa fase se torna essencial para provocar discussões sobre os hábitos de consumo energético, como o alto gasto com eletrodomésticos e os impactos desse consumo tanto no bolso quanto no ambiente. No entanto, é necessário que o ensino de Física não se limite a abordagens tecnicistas, mas que se integre às questões sociais e ambientais, como propõem Freire; Silva; Nascimento (2019).

A compreensão do consumo de energia elétrica no contexto educacional não pode ser dissociada das questões ambientais e sociais que impactam diretamente as comunidades ao redor do mundo. O ensino de Física, ao abordar os conceitos de energia elétrica e seus usos cotidianos, deve incluir uma análise crítica sobre os impactos das fontes de energia convencionais, como as hidrelétricas, termelétricas e fontes não renováveis.

De acordo com Silva et al. (2020), a geração de energia elétrica tem sido, historicamente, responsável por grandes impactos ambientais, como a emissão de gases de efeito estufa, desmatamento e alterações climáticas. A questão da justiça social também está intrinsicamente ligada ao acesso e ao consumo de energia, visto que populações de baixa renda enfrentam maiores dificuldades em termos de custos com a energia elétrica, além da falta de acesso contínuo e de qualidade em muitas regiões do Brasil. Isso é abordado por Furtado e Souza (2019), que afirmam que o ensino de Física pode ser uma ferramenta poderosa para sensibilizar os alunos sobre as desigualdades sociais no acesso à energia e para engajá-los em práticas de uso consciente.

Ainda segundo Medeiros et al. (2018), a utilização de fontes renováveis de energia, como a energia solar, eólica e biomassa, além de serem mais eficientes, reduzem as desigualdades energéticas, pois permitem o uso descentralizado e o acesso por comunidades que tradicionalmente não teriam esse privilégio. Nesse sentido, o ensino de Física sobre o consumo de energia elétrica deve também incluir discussões sobre as alternativas eficazes, conectando conceitos de Física com práticas que busquem reduzir o impacto ambiental e promover a equidade.

A formação crítica do estudante, que reconhece tanto a potencialidade quanto as limitações das fontes de energia convencionais, é essencial para que ele atue como agente de transformação em sua própria realidade, seja por meio de mudanças de comportamento, seja ao

se tornar um defensor de políticas públicas que promovam a conscientização e a justiça social no consumo de energia elétrica.

1.5. A Relação entre o Ensino de Física e a Eficiência Energética

A eficiência energética, conceito essencial nas discussões contemporâneas sobre energia, está diretamente relacionada ao uso responsável dos recursos elétricos. De acordo com Moura et al. (2021), a eficiência é uma medida de como a energia consumida por um aparelho é convertida em trabalho útil. Em termos de ensino de Física, o selo Procel¹ (para eletrodomésticos) e o uso de lâmpadas LED, por exemplo, são situações práticas que permitem aos estudantes calcular e comparar a eficiência de diferentes tecnologias.

A importância da eficiência energética transcende o uso doméstico e é central nas políticas públicas e no desenvolvimento eficientes. Medeiros e Almeida (2020) ressaltam que ações educativas que estimulem os estudantes a analisar o consumo doméstico e implementar mudanças comportamentais, como o desligamento de aparelhos em stand-by ou a troca de lâmpadas incandescentes por LED, podem ter um impacto real na redução do consumo de energia.

Essa conscientização é não apenas técnica, mas também social e ambiental. Inspirado nos pressupostos de Freire (2019), o ensino de Física pode ser compreendido como uma ferramenta de transformação social, capaz de promover uma educação crítica que leve os alunos a se tornarem cidadãos mais responsáveis com o uso dos recursos naturais.

A eficiência energética é um conceito crucial não apenas para entender como a energia elétrica é utilizada, mas também para promover práticas que resultem em economia de energia e redução do impacto ambiental. Segundo Medeiros e Almeida (2020), a eficiência de um sistema é diretamente relacionada à quantidade de energia útil gerada em relação à energia consumida, e isso deve ser abordado de forma crítica no ensino de Física.

No contexto do ensino de Física, discutir eficiência energética envolve, primeiramente, explicar como a energia é dissipada nos sistemas e como os materiais utilizados em circuitos e dispositivos podem influenciar essa dissipação. Silva et al. (2021) ressaltam que, ao ensinar sobre efeito Joule e a conversão de energia elétrica em calor, é possível não apenas abordar as

¹ O Procel é um programa do Governo Federal, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia – MME e executado pela Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional- ENBPar (Secretaria Executiva do Programa, desde julho de 2023, com a conclusão do processo de transição da Eletrobras). Foi instituído em 30 de dezembro de 1985, pela Portaria Interministerial n° 1.877, para promover o uso eficiente da energia elétrica e combater o seu desperdício. Desde então, as ações do Procel contribuem para o aumento da eficiência dos bens e serviços, para o desenvolvimento de hábitos e conhecimentos sobre o consumo eficiente da energia. BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Procel – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica.**

leis físicas, mas também contextualizar o desperdício de energia, como acontece em eletrodomésticos mal dimensionados ou com tecnologias desatualizadas.

O conceito de eficiência também se aplica diretamente ao uso de aparelhos classificados por selos como o Procel, que ajudam os consumidores a escolherem dispositivos com menor consumo energético. Nascimento et al. (2019) argumentam que, ao comparar aparelhos de alta e baixa eficiência, os alunos não apenas aplicam cálculos de potência e energia, mas também desenvolvem uma postura crítica sobre o impacto do consumo na conta de luz e no meio ambiente.

Além disso, a tecnologia de energia solar é um exemplo concreto de eficiência energética. De acordo com Queiroz et al. (2013), o uso de painéis solares fotovoltaicos representa um caminho promissor para a autossuficiência energética, especialmente em regiões com alta incidência solar. Entretanto, é fundamental que o ensino de Física também estimule uma reflexão crítica sobre os limites dessas tecnologias, considerando aspectos como o descarte e a obsolescência dos painéis, que podem gerar novos tipos de resíduos tecnológicos. Assim, a análise da energia solar deve incluir tanto seus benefícios ambientais como a redução do consumo de fontes não renováveis quanto os desafios relacionados à sua sustentabilidade integral, promovendo uma compreensão mais complexa e responsável sobre o uso de tecnologias “verdes”.

Além disso, ao explorar o conceito de eficiência energética, o professor pode destacar que se trata da capacidade de realizar a mesma tarefa ou fornecer o mesmo serviço com menor consumo de energia, sem comprometer o desempenho ou o conforto. Essa abordagem envolve tanto o uso de tecnologias mais eficientes quanto a adoção de hábitos conscientes de consumo (Medeiros e Almeida, 2020). De acordo com Silva e Nascimento (2021), o desperdício proveniente de equipamentos em stand-by representa uma parcela significativa do gasto residencial, o que reforça a importância de práticas educativas voltadas à racionalização do uso da energia. Assim, atividades que incentivem os estudantes a monitorar o consumo doméstico e propor estratégias para otimizá-lo contribuem para o desenvolvimento de uma postura crítica e sustentável (Moura et al., 2021).

1.6. Fontes de Geração de Energia e sua Relação com o Ensino de Física

No Brasil, a matriz energética é predominantemente hidrelétrica, mas fontes como solar e eólica vêm ganhando destaque. Segundo Queiroz et al. (2013), a geração de energia através de hidrelétricas representa 57% da produção nacional, mas o impacto ambiental das represas é

substancial, incluindo deslocamento de populações e alterações na biodiversidade. O estudo de Nascimento et al. (2019) sobre o uso de biogás de aterros como fonte de energia renovável reflete o potencial de diversificação da matriz energética, utilizando resíduos para a produção de energia elétrica e biometano.

Ao integrar essas discussões no ensino de Física, busca-se não apenas o entendimento dos processos mecânicos e térmicos de conversão de energia, mas também o desenvolvimento de uma visão crítica sobre o impacto das escolhas energéticas. Angotti e Delizoicov (2018) defendem que o ensino da Física deve promover a reflexão sobre os impactos ambientais e a necessidade de transição para fontes renováveis e mais eficientes.

A análise das fontes de geração de energia é uma parte fundamental do ensino de Física, pois ela não apenas expõe os conceitos da transformação de energia (como energia mecânica em energia elétrica), mas também permite que os alunos compreendam a importância de fontes eficientes para o futuro energético do planeta. A discussão sobre fontes renováveis e não-renováveis deve ser central no ensino de Física, com foco não apenas no conhecimento técnico, mas também nas consequências sociais e ambientais dessas fontes.

Delizoicov e Angotti (2018) afirmam que o ensino de Física sobre energia deve abordar a matriz energética nacional, destacando a predominância da energia hidrelétrica no Brasil, que, embora seja renovável, implica grandes impactos ambientais, como alagamentos de grandes áreas e a destruição de ecossistemas. Além disso, o custo ambiental da construção de barragens e o deslocamento de comunidades devem ser discutidos em sala de aula, para que os alunos compreendam os *trade-off* envolvidos na geração de energia elétrica. Segundo Medeiros et al. (2020), ao compreender esses impactos, os estudantes se tornam mais críticos em relação ao modelo energético vigente e mais propensos a adotar práticas mais conscientes no futuro.

A introdução das fontes renováveis, como a energia solar, eólica e biomassa, deve ser feita de forma a mostrar suas vantagens e desafios, especialmente no contexto da conscientização ambiental. Nascimento et al. (2019) observam que as energias renováveis não só têm impactos ambientais menores (em comparação com fontes fósseis), mas também contribuem para uma maior diversificação da matriz energética e para a segurança energética de países como o Brasil. O estudo da energia solar fotovoltaica, por exemplo, oferece aos estudantes uma oportunidade de realizar os conceitos de energia e potência em atividades práticas, como o cálculo da área necessária para a instalação de painéis solares, o que conecta diretamente os conceitos físicos com soluções reais para a redução do impacto ambiental.

Além disso, a energia eólica tem sido cada vez mais utilizada, especialmente em regiões do Brasil com ventos constantes. Segundo Queiroz et al. (2013), o uso de turbinas eólicas pode

gerar uma quantidade significativa de energia de maneira eficaz, e o estudo do funcionamento de um aerogerador oferece aos alunos a chance de realizar os conhecimentos de mecânica (como forças, movimento circular e energia cinética) e analisar as limitações da tecnologia.

Ao trabalhar essas fontes de energia, o professor pode integrar a teoria com a prática, incentivando os alunos a pesquisar sobre projetos locais de geração distribuída, como sistemas fotovoltaicos instalados em telhados residenciais, ou sobre iniciativas de energia limpa em diferentes países, como os parques eólicos da Dinamarca. Isso pode ser complementado com o estudo de casos em que o Brasil já experimenta essas tecnologias, como a instalação de fazendas solares no Nordeste. Tais atividades práticas tornam a aprendizagem mais dinâmica e conectada com os desafios reais do mundo atual.

1.7. A Eficiência Energética no Contexto Residencial: Desafios e Possibilidades

A eficiência energética não é apenas uma questão de tecnologia, mas também envolve comportamento e escolhas dos consumidores. No cenário residencial, como demonstrado por Medeiros e Almeida (2020), um dos maiores desafios está em modificar os hábitos de consumo e incentivar o uso racional da energia. Embora muitos eletrodomésticos modernos já possuam classificações de eficiência, o comportamento do usuário (tempo de uso, condições de operação, manutenção dos aparelhos) ainda tem grande impacto no consumo.

Além disso, o conceito de eficiência energética também abarca o desempenho ambiental dos aparelhos, como o uso de fontes renováveis ou o uso de tecnologias menos poluentes. Moura et al. (2021) defendem que uma educação energética deve ser capaz de formar alunos para que se tornem consumidores críticos e responsáveis, não só escolhendo aparelhos eficientes, mas também promovendo mudanças comportamentais, como o uso reduzido de ar-condicionado e a escolha de equipamentos de baixo consumo.

Esse tipo de abordagem integra-se com o que propõe Delizoicov e Angotti (2021) sobre a necessidade de articular os conteúdos científicos com o contexto sociopolítico e ambiental, criando uma prática pedagógica emancipatória que visa a formação de cidadãos críticos. No caso do ensino de Física, isso significa ensinar as leis da energia não apenas como conceitos abstratos, mas como instrumentos para a transformação das práticas diárias, utilizando exemplos concretos que os alunos possam realizar imediatamente em suas casas, escolas e comunidades.

A eficiência energética vai além do conceito de uso otimizado da energia; ela está diretamente associada à redução do desperdício e à diminuição do impacto ambiental. O ensino

de Física sobre eficiência energética deve, portanto, não só explicar os conceitos técnicos envolvidos, mas também desafiar os alunos a realizar esses conhecimentos de forma prática, adotando soluções assertivas em suas próprias casas e comunidades.

De acordo com Silva e Nascimento (2021), um dos maiores desafios da educação energética é levar os estudantes a reconhecerem o valor do consumo consciente e a compreenderem o impacto das suas escolhas no consumo de energia elétrica. Eles destacam que, ao ensinar eficiência energética, os alunos devem ser capazes de entender como tecnologias eficientes (como lâmpadas LED, aparelhos com selo Procel, entre outros) podem não só reduzir o consumo de energia, mas também gerar economia financeira e reduzir emissões de gases de efeito estufa. Ao incluir a eficiência energética nos planos de aula, o professor amplia a visão do estudante, mostrando que a Física não é apenas uma teoria abstrata, mas algo que se aplica diretamente no mundo real.

Uma maneira de realizar esses conceitos é discutir a tecnologia das lâmpadas LED, que representam um exemplo claro de eficiência energética. Medeiros e Almeida (2020) explicam que, enquanto uma lâmpada incandescente consome cerca de 60W para produzir a mesma quantidade de luz que uma lâmpada LED de 10W, a substituição dessas lâmpadas pode gerar redução significativa no consumo de energia em residências e comércios. Nesse sentido, o ensino de Física sobre eficiência pode incluir cálculos práticos e modelagem de custos, permitindo que os alunos quantifiquem os benefícios da eficiência energética.

Além disso, atividade prática pode ser uma excelente estratégia para ensinar os alunos sobre como as pequenas mudanças comportamentais podem resultar em grandes economias de energia. O professor pode, por exemplo, propor que os alunos meçam o consumo de aparelhos em modo *stand-by*, identificando os equipamentos que consomem energia mesmo quando não estão em uso. Teixeira et al. (2021) destacam que muitas vezes, o simples desligamento de dispositivos, como TVs e computadores, pode evitar um consumo energético de magnitude significativa. Este tipo de atividade não apenas trabalha conceitos da física, mas também promove conscientização ambiental e social.

O conceito de eficiência também está diretamente relacionado à utilização de fontes renováveis de energia, como a energia solar fotovoltaica e a energia eólica. Segundo Nascimento et al. (2019), o ensino de Física pode ajudar os alunos a compreender o papel das tecnologias renováveis no contexto da eficiência energética global, promovendo uma transição mais rápida para fontes de energia limpa. A instalação de sistemas solares em escolas e comunidades é um exemplo de como essa integração entre teoria e prática pode ser aplicada,

proporcionando aos estudantes uma experiência direta com as tecnologias de energia renovável e seus benefícios para o meio ambiente.

Dessa forma, a educação sobre eficiência energética no ensino de Física não se limita apenas ao ensino de leis e fórmulas, mas inclui a reflexão crítica sobre o impacto do consumo de energia no cotidiano e o incentivo a práticas mais apropriadas, tanto no nível individual quanto coletivo.

1.8. A Conscientização Crítica e a Metodologia dos Três Momentos Pedagógicos

A metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) proposta por Delizoicov e Angotti (2018) integra-se de forma muito pertinente à proposta de ensino voltada para o consumo consciente de energia. A primeira fase, de problematização, busca identificar as questões que emergem no cotidiano dos alunos, colocando-os em contato com problemas reais, como o aumento da demanda por energia elétrica e os custos elevados da conta de luz. Este momento é essencial para que os estudantes reconheçam e questionem os comportamentos relacionados ao consumo de energia em sua realidade.

Durante o momento de organização do conhecimento, são apresentados conceitos de energia elétrica, como a corrente elétrica, tensão elétrica, potência e consumo de energia, com exemplos práticos que se conectam diretamente à realidade dos alunos, como o cálculo do consumo de aparelhos em suas casas. Silva e Nascimento (2019) destacam que, para efetivar essa integração, o professor deve propor situações de aprendizagem que desafiem o aluno a realizar os conceitos teóricos no contexto de seu próprio consumo, como análise de contas de energia e a escolha de equipamentos eficientes.

Por fim, no momento de realização transformadora, o objetivo é proporcionar ao aluno ferramentas para que ele transforme sua realidade. Este estágio envolve o desenvolvimento de projetos práticos, nos quais os estudantes podem experimentar e propor soluções para o consumo energético mais consciente, seja em casa ou na escola. Atividades como o uso de medidores de consumo, a instalação de painéis solares ou a implementação de programas de monitoramento do consumo doméstico são exemplos que combinam teoria e prática, conforme proposto por Freire (2019) em sua educação emancipadora, que visa o empoderamento dos alunos e sua capacidade de agir no mundo.

Ao assumir essa perspectiva, o ensino de Física ultrapassa a função meramente instrumental e consolida-se como um ato político e ético, comprometido com a formação de sujeitos críticos, capazes de compreender as implicações sociais, econômicas e ambientais do

uso da energia. Trata-se de um processo educativo que não apenas transmite saberes, mas instiga o estudante a intervir na realidade, reconhecendo-se como protagonista de mudanças sustentáveis em seu contexto. Assim, a escola torna-se espaço de construção de consciência e responsabilidade coletiva, reafirmando que a verdadeira aprendizagem ocorre quando o conhecimento se converte em ação transformadora.

1.9. A Educação Energética e o Impacto Social

Além de se preocupar com o uso eficiente de recursos, a educação energética, quando aplicada no ensino de Física, pode gerar um impacto social significativo. O ensino crítico da eletricidade pode ajudar os estudantes a compreenderem como a energia elétrica é gerada e distribuída e, conseqüentemente, como sua demanda pode afetar o meio ambiente. Teixeira et al. (2021) argumentam que o ensino de Física, ao abordar temas como as fontes de energia renováveis e as implicações do desperdício de energia, deve engajar os estudantes em discussões sobre justiça social e sustentabilidade. A construção de uma consciência ambiental através da compreensão das leis da física pode motivar os alunos a se tornarem agentes ativos de transformação.

Neste sentido, o ensino de Física pode funcionar como um catalisador de mudanças comportamentais, não apenas no nível individual, mas também no coletivo, contribuindo para a formação de cidadãos mais conscientes e comprometidos com a sustentabilidade e com o uso responsável da energia elétrica e, conseqüentemente, com a transformação social. O conteúdo de Física, portanto, não se resume a fórmulas e cálculos, mas se conecta diretamente com o mundo social e com a construção de um futuro mais justo. Como afirma Freire (1996, p. 43), “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”. Assim, ao possibilitar a reflexão crítica sobre a realidade energética, o ensino de Física contribui para a formação de sujeitos capazes de intervir no mundo em que vivem. O conteúdo de Física, portanto, não se resume a fórmulas e cálculos, mas se conecta diretamente com o mundo social e com a construção de um futuro mais justo e benéfico.

A educação energética é essencial para a formação de cidadãos críticos e responsáveis no que diz respeito ao uso de energia elétrica e à sustentabilidade ambiental. Como Teixeira et al. (2021) destacam, o ensino de Física não deve ser visto como um campo isolado, mas como uma ferramenta transformadora que permite aos estudantes compreenderem o impacto de suas ações no consumo de energia e nas questões ambientais globais.

Ao incluir o conceito de educação energética, o ensino de Física se torna uma abordagem crítica e reflexiva, permitindo que os estudantes se tornem agentes ativos na construção de soluções para os problemas energéticos que enfrentam em suas próprias vidas e na sociedade. Dessa forma, os conteúdos são subordinados ao tema e o problema assume papel fundamental na organização curricular, como preconiza a Abordagem Temática Freiriana (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2018). A ideia é que, ao compreenderem como a energia é gerada e distribuída, os alunos possam identificar formas de reduzir o desperdício de energia e realizar soluções mais eficientes no dia a dia.

Silva e Nascimento (2021) argumentam que a educação energética pode ser um meio poderoso para transformar atitudes e comportamentos de consumo de energia nas famílias e comunidades. Eles ressaltam que, ao associar a Física ao consumo consciente, é possível não só melhorar a eficiência no uso de energia em casa, mas também gerar benefícios econômicos para as famílias, especialmente as de baixa renda, que podem não ter acesso a tecnologias de ponta, mas podem adotar práticas simples para reduzir o gasto energético.

Além disso, a educação energética deve envolver a compreensão das desigualdades sociais no acesso à energia elétrica e a justiça energética. Nascimento et al. (2021) argumentam que, ao estudar a distribuição desigual de energia no Brasil, os alunos têm a oportunidade de refletir sobre desafios estruturais e sociopolíticos, como o acesso à energia elétrica em regiões remotas e periféricas, e os efeitos das políticas públicas de energia no bem-estar social. Assim, a educação energética forma cidadãos críticos, capazes de enfrentar desigualdades e desafios socioambientais relacionados à energia.

1.10. O Papel da Educação Crítica no Ensino de Física

O ensino de Física, quando associado a práticas pedagógicas críticas, torna-se uma ferramenta poderosa para a conscientização social. Freire (2019) argumenta que a educação deve ser um processo dialógico e não apenas uma transmissão de informações. Para ele, é fundamental que os alunos possam refletir sobre o conteúdo aprendido e conectá-lo com suas realidades sociais e ambientais. Assim, a proposta de integrar o ensino de energia elétrica à problemática do consumo eficientes se alinha à perspectiva freiriana de uma educação libertadora, onde os estudantes não são apenas receptores passivos, mas se tornam agentes ativos na transformação de sua própria realidade.

Nesse contexto, o ensino de Física deve ser visto como uma prática social, onde o conhecimento científico se articula com os conflitos reais da sociedade, como o desperdício de

energia, o esgotamento das fontes não renováveis e as questões ambientais. Medeiros e Almeida (2020) destacam que a educação crítica permite aos alunos entenderem o papel da ciência e da tecnologia no contexto da sustentabilidade, estimulando-os a adotar posturas mais responsáveis em relação ao uso de energia.

A partir dessa perspectiva, o ensino de Física sobre energia elétrica não deve se limitar apenas ao ensino técnico das leis e fórmulas, mas deve problematizar as questões sociais relacionadas à produção e ao consumo de energia, levando os alunos a compreenderem as consequências ambientais e econômicas de suas escolhas. Angotti e Delizoicov (2018) afirmam que a Física pode ser uma potente ferramenta de transformação, quando aplicada de forma crítica e contextualizada, pois ela promove a reflexão sobre como as ações individuais e coletivas afetam o ambiente e a sociedade.

O papel da educação crítica no ensino de Física vai muito além da transmissão de conhecimento técnico. A proposta de ensino crítico, defendida por Freire (2019), tem como objetivo formar cidadãos conscientes e críticos, capazes de questionar o mundo ao seu redor e atuar ativamente na transformação social. No contexto da educação energética, isso significa ir além do ensino de corrente elétrica e da potência elétrica, para promover uma reflexão profunda sobre os impactos do consumo de energia no meio ambiente e na sociedade.

O ensino de Física, quando integrado à educação crítica, não se limita apenas a ensinar fórmulas e cálculos, mas busca provocar reflexões sobre a relação entre ciência e sociedade. Silva e Nascimento (2021) destacam que a educação crítica no ensino de Física deve incentivar os alunos a questionarem o modelo energético atual e refletirem sobre os desafios ambientais e sociais que ele impõe. Por exemplo, discutir o impacto da extração de recursos naturais, como carvão e gás natural, ou a expansão das hidrelétricas, pode despertar nos alunos uma compreensão crítica sobre os danos ambientais e a necessidade de alternativas eficientes.

Ao adotar uma educação crítica, o professor de Física pode utilizar questões sociais, como a justiça energética, para aproximar a teoria da realidade do aluno. Nascimento et al. (2021) destacam que, ao compreenderem as desigualdades no acesso à energia elétrica, os alunos passam a enxergar o consumo de energia como um problema social e ambiental, e não apenas como uma questão técnica. Isso os motiva a pensar em soluções para reduzir o desperdício de energia, adotar fontes renováveis e promover a equidade no acesso à energia.

Uma estratégia pedagógica importante nesse contexto é o uso de projetos de intervenção, nos quais os alunos se envolvem diretamente na identificação de problemas locais de consumo de energia e propõem soluções eficientes. Essas atividades podem ser realizadas

em parceria com a comunidade, estimulando os alunos a pensar em formas de otimizar o uso de energia em suas casas, escolas e bairros, e a fazer uso consciente dos recursos naturais.

Portanto, a educação crítica no ensino de Física sobre energia elétrica permite que os alunos se tornem agentes de transformação social, desenvolvendo uma visão mais ampla sobre o impacto de suas escolhas no ambiente e na sociedade. Ao compreenderem os desafios e as soluções para o consumo eficientes de energia, os alunos se tornam mais preparados para agir como cidadãos que contribuem para a construção de um futuro mais justo e eficientes.

1.11. A Relação entre a física e uso eficiente de recursos

No contexto educacional atual, os problemas ambientais e o uso responsável de recursos como a energia elétrica exigem uma abordagem interdisciplinar. O ensino de Física, particularmente ao abordar a energia elétrica, precisa se conectar com áreas como Matemática, Química e Ciências Ambientais. Para Delizoicov e Angotti (2021), essa integração curricular é fundamental para que os alunos não apenas compreendam os conceitos teóricos, mas também saibam realizar esses conceitos de maneira transformadora no cotidiano.

Por exemplo, os conceitos de potência elétrica e energia consumida podem ser aprofundados com o uso de tabelas e gráficos de consumo, que trazem à tona questões de matemática financeira, como o cálculo do impacto do uso de diferentes aparelhos na fatura de energia elétrica. Teixeira et al. (2021) defendem que o uso desses recursos pedagógicos deve ser incorporado de forma gradual, promovendo uma visão crítica e reflexiva sobre as implicações dos hábitos de consumo energético.

Ao trabalhar com questões de responsabilidade ambiental, como o uso de fontes renováveis de energia, o ensino de Física também dialoga com as Ciências Ambientais. O estudo de painéis solares, energia eólica e biogás, por exemplo, permite que os estudantes compreendam não apenas a física envolvida nesses processos, mas também o impacto que essas fontes de energia têm sobre o meio ambiente e sobre a economia de energia em nível doméstico.

Nesse sentido, como proposto por Silva e Nascimento (2019), a aproximação entre os saberes da Física e as questões ambientais não só ajuda a esclarecer os fenômenos naturais, mas também contribui para a formação de cidadãos críticos e conscientes, que são capazes de tomar decisões informadas sobre o uso dos recursos energéticos em suas casas e comunidades.

A integração da Física com outras áreas do conhecimento, como Matemática, Química e Ciências Ambientais, é fundamental para a formação de uma visão mais holística sobre o consumo de energia e seu uso consciente. A Física, ao ser trabalhada de forma interdisciplinar,

não só facilita a compreensão dos conceitos fundamentais sobre energia elétrica, como também prepara os alunos para uma análise crítica e sistêmica das práticas de consumo energético em suas vidas.

O estudo das fontes de energia renováveis, como a energia solar e a energia eólica, permite que os alunos conectem conceitos de Física com o entendimento de processos químicos (como a conversão de luz em eletricidade nas células fotovoltaicas) e de Matemática (para o cálculo da potência gerada e área necessária para instalação de painéis solares). Queiroz et al. (2013) afirmam que o ensino interdisciplinar dessas fontes de energia deve explorar não apenas os conceitos físicos, mas também as implicações sociais e ambientais da transição para uma matriz energética renovável.

A matemática se torna uma ferramenta poderosa para dimensionar sistemas de geração de energia e para calcular o impacto do consumo de energia em termos financeiros e ambientais. Medeiros et al. (2020) sugerem que, ao aprenderem a calcular a potência consumida por eletrodomésticos e estimar a economia com a instalação de sistemas de energia solar, os alunos desenvolvem habilidades práticas que vão além da teoria, permitindo-lhes realizar os conhecimentos para transformar sua realidade energética.

Além disso, a Física, quando integrada à Química, possibilita que os alunos compreendam o funcionamento de tecnologias, como o biogás e os processos de fermentação anaeróbica, que convertem resíduos orgânicos em energia. Nascimento et al. (2019) destacam que essas tecnologias são essenciais para a gestão eficiente de resíduos e para a redução de emissões de gases de efeito estufa, além de representar uma alternativa viável e eficiente para a geração de energia em áreas urbanas e rurais.

Por fim, a integração da Física com as Ciências Ambientais também envolve a análise do impacto ambiental da extração e uso de fontes não renováveis de energia, como o carvão e o gás natural, e como essas fontes contribuem para o aquecimento global e para a poluição do ar. Teixeira et al. (2021) defendem que os alunos, ao estudarem essas questões, não só se tornam mais informados sobre as limitações e desafios das fontes tradicionais de energia, mas também se tornam defensores da transição energética para fontes renováveis e mais limpas.

Essa abordagem interdisciplinar permite que os estudantes não só compreendam as leis da física que governam os fenômenos energéticos, mas também sejam capazes de analisar as implicações sociais, econômicas e ambientais do consumo de energia e adotar práticas responsáveis em suas vidas cotidianas. Assim, o ensino de Física se torna não apenas uma ferramenta técnica, mas também um caminho para a transformação social e ambiental corroborando com os pressupostos da Abordagem Temática Freiriana.

1.12. Eletricidade e Corrente Elétrica: da Compreensão Clássica à Abordagem Diferencial

A eletricidade é um fenômeno essencial para o funcionamento do mundo moderno, presente em tecnologias que vão desde sistemas simples até complexos dispositivos eletrônicos. Seu estudo envolve conceitos fundamentais que estabelecem a base da eletrodinâmica. Entre esses conceitos, a corrente elétrica desempenha um papel central, pois traduz, de forma quantitativa, o movimento organizado das cargas dentro de um condutor, permitindo que a energia elétrica seja transportada e utilizada em diferentes aplicações. Essa definição se expressa, de modo integral, pela razão entre a variação da carga elétrica ΔQ que atravessa uma seção transversal de um condutor e o intervalo de tempo Δt durante o qual esse fluxo ocorre mediante descrição da equação 1:

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad (1)$$

Contudo, essa formulação é limitada às situações de corrente constante. Quando se considera um regime de corrente variável, como ocorre em circuitos com fontes de tensão alternada, dispositivos eletrônicos ou processos transientes em circuitos RC, a definição precisa assumir a forma diferencial:

$$I(t) = \frac{dQ(t)}{dt} \quad (2)$$

Neste contexto, a corrente $I(t)$ corresponde à taxa instantânea de variação da carga elétrica $Q(t)$ com o tempo, estabelecendo uma analogia direta com a definição de velocidade instantânea em cinemática. Essa conceituação, frequentemente negligenciada nos cursos introdutórios, é crucial para o tratamento matemático e físico preciso dos fenômenos elétricos em sistemas reais e complexos (Halliday; Resnick; Walker, 2016).

Além da abordagem macroscópica, a Física moderna também permite analisar a corrente elétrica sob uma perspectiva microscópica. Nessa ótica, a corrente é resultado do movimento coletivo de portadores de carga – geralmente elétrons – que se deslocam em resposta a um campo elétrico estabelecido ao longo do condutor. A densidade de corrente elétrica \vec{J} uma grandeza vetorial que representa a corrente por unidade de área, é então definida como:

$$\vec{J} = n \cdot q \cdot \vec{v}_d \quad (3)$$

onde:

n é a densidade volumétrica de portadores de carga (número de partículas por unidade de volume),

q é a carga elétrica de cada portador (negativa para elétrons),

\vec{v}_d é a velocidade média de deriva dos portadores de carga no condutor.

Essa equação mostra que mesmo com velocidades de deriva muito pequenas (da ordem de milímetros por segundo), uma corrente elétrica significativa pode ser estabelecida, devido à enorme densidade de portadores presentes em condutores metálicos (Tipler; Mosca, 2015).

A corrente total I que atravessa uma superfície A é obtida integrando-se a densidade de corrente sobre essa área:

$$I = \int A \vec{J} \cdot d\vec{A} \quad (4)$$

O produto escalar $\vec{J} \cdot d\vec{A}$ garante que apenas a componente da densidade de corrente perpendicular à superfície seja contabilizada, o que é coerente com a natureza direcional do fluxo elétrico. Esta formulação é especialmente útil em geometrias irregulares e na análise de materiais com anisotropias elétricas, comuns em semicondutores e materiais compostos.

Do ponto de vista termodinâmico, o movimento de cargas elétricas em um condutor resulta em dissipação de energia, usualmente na forma de calor, devido às colisões entre elétrons e átomos da rede cristalina. Esse efeito de dissipação estabelece a base do aquecimento resistivo, cuja eficiência ou perda está diretamente relacionada à intensidade da corrente elétrica que atravessa o sistema.

Em síntese, a definição de corrente elétrica sob a forma de derivada fornece não apenas uma descrição matemática mais geral, mas também um ponto de partida para análises profundas de comportamento dinâmico, controle de circuitos e compreensão dos limites físicos e tecnológicos de transmissão e conversão de energia elétrica.

1.13 Diferença de potencial e campo elétrico

A diferença de potencial elétrico, também conhecida como tensão ou voltagem, é uma grandeza escalar que representa a capacidade de um campo elétrico realizar trabalhos sobre uma carga elétrica. Sua definição está diretamente relacionada ao conceito de energia potencial elétrica. Quando uma carga de prova positiva q é deslocada de um ponto a para um ponto b , o

trabalho W realizado por uma força elétrica é proporcional à variação de energia potencial elétrica do sistema. Assim, define-se a diferença de potencial como:

$$V_{ab} = \frac{W_{ab}}{q} \quad (5)$$

Essa definição expressa a razão entre o trabalho realizado e a carga deslocada, refletindo o caráter energético do potencial elétrico (Halliday; Resnick; Walker, 2016).

Entretanto, para um tratamento mais abrangente e consistente com a física do ensino superior, é necessário recorrer à definição diferencial do potencial elétrico, associando-o diretamente ao campo elétrico \vec{E} . O potencial elétrico entre dois pontos a e b é definido pela integral de linha do campo elétrico ao longo de um caminho C :

$$V_{ab} = \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{t} \quad (6)$$

O sinal negativo nessa expressão indica que o campo elétrico aponta na direção de maior decaimento do potencial, e essa relação implica que o campo elétrico é o gradiente negativo do potencial elétrico, ou seja, $\vec{E} = -\nabla V$. Essa formulação mostra que a variação do potencial não depende do caminho percorrido, desde que o campo seja conservativo (tipler; mosca, 2015).

Do ponto de vista físico, a equação $\vec{E} = -\nabla V$ revela que o campo elétrico é a “inclinação” do potencial em uma dada direção no espaço, sendo ele um campo vetorial cuja intensidade e direção estão diretamente relacionadas à taxa de variação espacial do potencial elétrico. Essa associação é fundamental na resolução de problemas envolvendo superfícies equipotenciais, linhas de campo e dispositivos como capacitores planos, cilíndricos e esféricos (Giambattista; Richardson, 2013).

Em situações práticas como fios metálicos homogêneos, nos quais o campo elétrico pode ser considerado aproximadamente constante ao longo da extensão do condutor, a expressão integral da diferença de potencial simplifica-se para:

$$V = E \cdot d \quad (7)$$

Onde d é a distância entre os dois pontos considerados e E é o módulo do campo elétrico uniforme. Essa simplificação é válida para fios longos e retos com corrente contínua constante,

sendo amplamente aplicada na análise de quedas de tensão em circuitos elétricos domésticos (Halliday; Resnick; Walker, 2016).

Além disso, a diferença de potencial fornece uma descrição quantitativa da energia elétrica disponível para ser convertida em outras formas de energia, como energia térmica em resistores, energia luminosa em lâmpadas e energia mecânica em motores. Em sistemas domésticos, por exemplo, uma tensão de 127 V indica que cada coulomb de carga transporta 127 joules de energia elétrica. Assim, a tensão é uma medida da capacidade de transferência de energia de um sistema (Sears; Zemansky; Young, 2008).

Por fim, é essencial compreender que o potencial elétrico é uma grandeza relativa. Não se atribui um valor absoluto de potencial a um ponto isolado, a não ser por convenção, como ao adotar o solo como referencial de potencial nulo (terra). Essa relatividade é indispensável para a análise correta de circuitos com múltiplos nós e para o uso adequado de instrumentos de medição como multímetros e osciloscópios (Halliday; Resnick; Walker, 2016).

1.14. Potência elétrica e energia dissipada

A potência elétrica é uma grandeza física escalar que expressa a taxa com que a energia elétrica é convertida em outras formas de energia por um dispositivo ou sistema. Em um condutor percorrido por corrente elétrica, essa conversão ocorre, em geral, na forma de energia térmica, devido à interação entre os portadores de carga e os átomos da rede cristalina do material condutor. Em termos matemáticos, a potência elétrica instantânea é definida como a derivada temporal da energia transferida:

$$P(t) = \frac{dW}{dt} \quad (8)$$

Onde $P(t)$ é a potência em um instante t , e W representa o trabalho ou energia elétrica convertida (Halliday; Resnick; Walker, 2016).

Nos circuitos elétricos, é comum expressar essa potência em função da corrente e da tensão, visto que ambas são diretamente mensuráveis. Considerando uma corrente $I(t)$ fluindo sob a ação de uma diferença de potencial $V(t)$, a expressão da potência assume a forma:

$$P(t) = V(t) \cdot I(t) \quad (9)$$

Essa equação revela que a potência elétrica depende simultaneamente da tensão aplicada e da corrente resultante, sendo crucial para a análise energética de qualquer circuito, inclusive nos sistemas domésticos (Tipler; Mosca, 2015).

Em dispositivos puramente resistivos, que obedecem à lei de Ohm, a potência dissipada pode ser expressa de duas outras maneiras, substituindo-se $V=IR$ ou $I=\frac{V}{R}$ na equação anterior:

$$P=I^2R=\frac{V^2}{R} \quad (10)$$

Essas expressões alternativas são amplamente utilizadas na análise de perdas por efeito Joule, permitindo calcular a quantidade de energia térmica convertida em função apenas da corrente ou apenas da tensão. O efeito Joule, observado em resistores, chuveiros elétricos e aquecedores, é um exemplo clássico de conversão irreversível de energia elétrica em calor, sendo descrito por essas equações em situações de corrente contínua ou regime permanente (Halliday; Resnick; Walker, 2016).

Para determinar a quantidade total de energia elétrica consumida ou dissipada em um intervalo de tempo, integra-se a função potência em relação ao tempo. Essa abordagem é especialmente útil em análises mais complexas, como em circuitos com corrente variável, dispositivos de carga indutiva ou capacitiva e fontes alternadas:

$$E = \int_{t_0}^{t_1} P(t) dt \quad (11)$$

Essa integral fornece a energia total consumida em joules (J) no intervalo $[t_0, t_1]$. Contudo, no contexto residencial e comercial, utiliza-se como unidade prática o kilowatt-hora (kWh), em que $1 \text{ kWh}=3,6 \times 10^6$. Essa conversão é essencial para relacionar a energia consumida com o valor cobrado na fatura de energia elétrica (Sears; Zemansky; Young, 2008).

É importante notar que, em circuitos com corrente alternada (CA), a potência elétrica apresenta um comportamento mais complexo, pois a corrente e a tensão variam senoidalmente e podem estar defasadas. Nesse caso, define-se a potência ativa P , a potência reativa Q e a potência aparente S , sendo a potência ativa aquela efetivamente convertida em trabalho ou calor. No entanto, para a maioria dos dispositivos resistivos residenciais operando em corrente contínua ou alternada em regime permanente, a potência pode ser estimada com as expressões anteriormente apresentadas (Giambattista; Richardson, 2013).

Do ponto de vista educacional, compreender a relação entre potência, corrente e tensão é fundamental para promover a consciência crítica sobre o consumo energético. O uso adequado de eletrodomésticos, a escolha por dispositivos mais eficientes e a identificação de fontes de desperdício passam necessariamente por uma interpretação física correta da potência elétrica e das formas de dissipação de energia em circuitos reais (Halliday; Resnick; Walker, 2016).

1.15. Resistividade elétrica e materiais condutores

A resistência elétrica é uma propriedade macroscópica de materiais que quantifica sua oposição à passagem de corrente elétrica. Esse fenômeno está diretamente relacionado à estrutura atômica do material e à sua interação com os portadores de carga. De acordo com a segunda lei de Ohm, a resistência R de um condutor homogêneo de seção transversal uniforme é determinada pela expressão:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (12)$$

Onde ρ é a resistividade elétrica do material (em $\Omega \cdot m$), L é o comprimento do condutor e A é a área de sua seção transversal (Halliday; Resnick; Walker, 2016).

A resistividade elétrica ρ é uma grandeza intrínseca do material, isto é, independe da forma ou dimensão do condutor. Materiais condutores, como cobre e alumínio, possuem resistividades da ordem de $10^{-8} \Omega \cdot m$, enquanto materiais isolantes, como borracha ou vidro, apresentam resistividades superiores a $10^{10} \Omega \cdot m$, evidenciando uma oposição muito maior ao fluxo de corrente elétrica (Tipler; Mosca, 2015).

Microscopicamente, a resistência resulta da interação dos elétrons livres com os átomos da rede cristalina. Quando submetidos a um campo elétrico, os portadores de carga aceleram, mas suas trajetórias são interrompidas por colisões sucessivas com os íons do material. Essas colisões dissipam parte da energia cinética dos elétrons sob a forma de calor, caracterizando o chamado efeito Joule (Sears; Zemansky; Young, 2008).

Outro fator de grande relevância na análise da resistividade é a temperatura. Para condutores metálicos, a resistividade aumenta aproximadamente de forma linear com a elevação da temperatura. A equação que descreve esse comportamento é:

$$\rho(T) = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)] \quad (13)$$

onde:

$\rho(T)$ é a resistividade na temperatura T ,

ρ_0 é a resistividade a uma temperatura de referência T_0 ,

α é o coeficiente de temperatura do material.

Essa relação evidencia a sensibilidade de materiais metálicos à variação térmica, sendo fundamental para aplicações em engenharia elétrica e na avaliação do desempenho de cabos condutores submetidos a aquecimento excessivo (Halliday; Resnick; Walker, 2016).

Por outro lado, em semicondutores, como o silício e o germânio, o comportamento é oposto: a resistividade diminui com o aumento da temperatura. Isso se deve ao aumento na concentração de portadores de carga livres com o fornecimento de energia térmica, característica essencial para o funcionamento de dispositivos eletrônicos como diodos, transistores e sensores (Giambattista; Richardson; Richardson, 2013).

No contexto doméstico, o conhecimento da resistência e da resistividade é fundamental para o dimensionamento adequado da fiação elétrica. Cabos de menor seção transversal possuem maior resistência, o que implica em maior dissipação de energia sob forma de calor e, conseqüentemente, perda de eficiência e risco de superaquecimento. Da mesma forma, a escolha de materiais com menor resistividade, como o cobre, permite minimizar as perdas e garantir maior segurança e desempenho no transporte da energia elétrica até os aparelhos consumidores (Halliday; Resnick; Walker, 2016).

Por fim, compreender a dependência da resistência elétrica em relação ao comprimento e à área dos condutores permite que estudantes e usuários em geral interpretem criticamente fenômenos cotidianos, como o superaquecimento de extensões elétricas, oscilações de tensão em redes residenciais e consumo excessivo por dispositivos ineficientes. Essa abordagem reforça a importância de uma educação científica aplicada e conectada ao cotidiano (Tipler; Mosca, 2015).

1.16. Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica constituiu a etapa inicial da investigação, com o objetivo de embasar teoricamente a proposta didática, identificar abordagens já consolidadas no ensino de Ciências e contribuições relacionadas ao consumo consciente de energia elétrica. Segundo Lakatos; Marconi (2017), esse tipo de pesquisa permite o aprofundamento do conhecimento por meio da análise sistemática de materiais já publicados, contribuindo para a fundamentação e delimitação do objeto de estudo.

Foram consultados livros, artigos científicos, dissertações e documentos oficiais que abordam a educação ambiental crítica (Loureiro, 2020), a pedagogia problematizadora (Freire, 2019), a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2021) e ensino além de referenciais sobre a Física contextualizada e interdisciplinar (Lorenzetti; Delizoicov, 2001; Teixeira et al., 2021). Também foram respeitados os documentos normativos vigentes, como a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018), que orientam o desenvolvimento de competências relacionadas à responsabilidade socioambiental e à compreensão crítica de características naturais e tecnológicas. A partir desse levantamento bibliográfico, foi possível construir uma base sólida para a elaboração da sequência didática e sustentar a relevância pedagógica da intervenção proposta.

O levantamento bibliográfico foi conduzido nas bases de dados Google Acadêmico, Scientific Electronic Library Online (SciELO), Education Resources Information Center (ERIC), Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Periódicos CAPES) e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), com o objetivo de mapear produções científicas que dialogassem com os eixos “educação científica”, “ensino de Física”, “sustentabilidade” e “eficiência energética no contexto escolar”. Para tanto, empregaram-se descritores controlados e operadores booleanos como: “educação científica”, “consumo de energia”, “ensino de Física”, “sustentabilidade”, “três momentos pedagógicos”, “intervenção didática”, “eficiência energética” e “ambiente escolar”, possibilitando o refinamento dos resultados.

Foram seguidos critérios de inclusão que delimitaram publicações entre os anos de 2010 e 2023, disponíveis em texto completo nos idiomas português, espanhol ou inglês, que abordassem o Ensino Médio ou contextos escolares equivalentes. Priorizaram-se estudos com abordagem qualitativa ou mista, por apresentarem maior consonância com a perspectiva crítica abordada nesta pesquisa.

Inicialmente, foram identificadas 86 publicações. Após a leitura dos resumos, 32 estudos foram selecionados para análise integral. Destes, 18 compuseram o corpus final, por apresentarem maior aderência aos objetivos da pesquisa e contribuição efetiva para a construção do referencial teórico e metodológico. O conteúdo dos 18 estudos selecionados foi sistematizado em uma planilha, contendo dados como título, autores, ano de publicação, objetivos, metodologia adotada, principais resultados e contribuições para a prática educativa. Essa organização possibilitou o agrupamento por eixos temáticos recorrentes, que, por sua vez, serviram de base para o delineamento da sequência didática e da fundamentação teórica desta investigação, como mostra a tabela 2 a seguir.

Foram excluídas publicações sem acesso ao texto integral, com enfoque predominantemente técnico ou engenheirado, ou que abordassem a temática apenas sob viés econômico, sem relação direta com os processos educativos.

Tabela 1. Estudos selecionados no levantamento bibliográfico e respectivos objetivos, metodologias e achados.

Nº	Título	Autor(es)	Periódico	Ano	Objetivo	Metodologia	Principais Achados
1	Eficiência energética em escolas públicas	SOUZA, A. R. et al.	Revista de Educação Ambiental	2018	Analisar práticas de consumo energético em escolas	Estudo de caso	Baixo uso de práticas sustentáveis e desconhecimento de alternativas
2	Estratégias didáticas para ensino de energia elétrica	SILVA, J. M.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	2019	Investigar estratégias eficazes no ensino de energia	Pesquisa qualitativa com observação	Intervenções com experimentos elevam a aprendizagem significativa
3	Consumo de energia em residências populares	PEREIRA, L. F.; MORAES, V. T.	Energia e Sociedade	2016	Avaliar hábitos de consumo em comunidades de baixa renda	Entrevistas e análise de contas de luz	Alto consumo por falta de conhecimento técnico
4	Educação ambiental e economia de energia	FREITAS, G. C.	Revista Educação e Sustentabilidade	2020	Explorar a integração entre educação ambiental e energia	Pesquisa-ação	Atividades práticas elevam engajamento
5	Fontes renováveis e ensino de Física	GOMES, F. T.	Física na Escola	2017	Analisar abordagem de energias renováveis no currículo	Análise documental e entrevistas	Pouca inserção das temáticas renováveis
6	Energia solar na educação básica	SANTOS, K. L.	Revista Brasileira de Ensino de Ciências	2020	Propor ensino contextualizado com energia solar	Projeto pedagógico com avaliação	Ensino contextualizado eleva o interesse
7	Ensino de energia elétrica via CTS	BARROS, M. A.	Revista CTS & Educação	2018	Integrar Ciência-Tecnologia-Sociedade ao ensino	Estudo de intervenção	CTS estimula pensamento crítico e engajamento
8	Impacto de práticas escolares sobre consumo de energia	OLIVEIRA, D. S.	Revista Perspectiva Ambiental	2021	Mensurar consumo antes/depois de ações educativas	Quase-experimental	Redução média de 15% no consumo
9	Tecnologias digitais e eficiência energética	LIMA, T. R.	Educação, Tecnologia e Sociedade	2020	Avaliar uso de apps e jogos no ensino de energia	Pesquisa experimental com grupo controle	Recursos digitais promovem aprendizado mais dinâmico
10	Jogos educativos para ensinar sobre consumo consciente	ALMEIDA, C. F.	Revista Ludopedagógica	2017	Avaliar impacto de jogos na educação ambiental	Pesquisa participante	Jogos facilitam internalização de conceitos
11	Percepção dos alunos sobre energia elétrica	FERREIRA, M. G.	Ensino de Ciências em Foco	2019	Investigar conhecimentos prévios sobre energia	Questionários e entrevistas	Grande número de concepções alternativas
12	Educação CTS e sustentabilidade energética	CUNHA, J. P.	Revista Ibero-Americana de Educação	2016	Integrar CTS e sustentabilidade no ensino médio	Intervenção pedagógica	Aumento da consciência crítica dos alunos
13	O papel da escola na mudança de hábitos energéticos	TORRES, B. R.	Educação & Energia	2018	Avaliar ações escolares e mudança de hábitos	Estudo de caso	Ações simples geram mudanças perceptíveis em casa
14	Ensino de energia e o currículo oculto	RODRIGUES, A. L.	Currículo em Debate	2021	Analisar lacunas e omissões em livros didáticos	Análise de conteúdo	Pouca problematização crítica nas abordagens

15	Formação de professores para o ensino de energia	NOGUEIRA, R. S.	Revista Docência em Ciências	2020	Investigar preparo de docentes em energia	Entrevistas com professores	Falta de formação específica dificulta inovação
16	Intervenções pedagógicas e redução de consumo	TEIXEIRA, V. H.	Educação e Mudança Climática	2019	Verificar impacto de oficinas educativas	Estudo longitudinal	Redução média de 20% no consumo domiciliar
17	A gamificação no ensino de energia elétrica	DIAS, H. R.	Revista Educação e Tecnologia	2021	Analisar impacto da gamificação em aulas	Estudo de caso com observação	Gamificação aumenta participação e motivação
18	Desenvolvimento sustentável e escola	MACHADO, E. C.	Revista Brasileira de Educação Ambiental	2020	Relacionar práticas escolares com sustentabilidade	Pesquisa qualitativa	Escola é ambiente estratégico para hábitos sustentáveis

Fonte: (dados da pesquisa)

A análise da tabela 1 revela uma predominância de estudos com abordagem qualitativa, cujas metodologias priorizam a compreensão aprofundada das experiências e percepções dos sujeitos envolvidos em práticas educativas. Grande parte dessas investigações concentra-se na promoção do engajamento ativo dos estudantes, por meio de propostas pedagógicas que articulam ciência, tecnologia e sociedade em contextos significativos de aprendizagem. Esse panorama reforça a pertinência teórico-metodológica da intervenção didática desenvolvida nesta pesquisa, ao demonstrar consonância com as tendências contemporâneas da área e com a valorização de abordagens formativas centradas na criticidade e na participação discente.

Os principais eixos temáticos emergentes da análise bibliográfica são apresentados na tabela 2, juntamente com os autores-chave e as contribuições para a intervenção pedagógica.

Tabela 2. Eixos temáticos identificados na revisão de literatura.

Eixo Temático	Autores principais	Contribuição para a intervenção	Relevância prática
Educação científica e consumo consciente	Freire (1996); Loureiro (2003); Carvalho (2004)	Fundamentação crítica e emancipatória	Desenvolve senso crítico e autonomia dos alunos
Energia elétrica no cotidiano escolar	Zanon et al. (2015); Silva et al. (2020)	Abordagem contextualizada e prática	Relaciona conceitos científicos à vida doméstica
Três Momentos Pedagógicos	Delizoicov et al. (2011)	Estrutura metodológica da intervenção	Permite aprendizagem significativa e dialógica

Eficiência energética e práticas escolares	Buges et al. (2014); Souza (2020); Vargas (2015)	Realização prática e impacto comportamental	Incentiva mudanças reais nos hábitos familiares
--	--	---	---

Fonte: (dados da pesquisa)

Os eixos temáticos sistematizados na tabela 2 serão aprofundados nos subtópicos logo abaixo, evidenciando que a literatura revisada converge em torno de princípios fundamentais para a prática educativa contemporânea: a promoção da criticidade, a valorização da contextualização dos conteúdos e o estímulo ao engajamento dos estudantes em práticas eficientes. Tais eixos não apenas orientam as discussões sobre o ensino de Física e Ciências Naturais, mas também legitimam as escolhas didáticas que fundamentaram a proposta de intervenção desta pesquisa, ao demonstrar a centralidade da educação para a formação de sujeitos capazes de compreender e intervir em sua realidade social, ambiental e energética.

a) A importância da Educação Científica na formação para o consumo consciente

Autores como Freire (1996) e Carvalho (2004) defendem uma abordagem crítica da educação científica, comprometida não apenas com a transmissão de conteúdos técnicos, mas com a emancipação dos sujeitos e a transformação das estruturas sociais. Tal perspectiva fundamenta o objetivo desta intervenção, que visa à construção de uma consciência energética crítica por meio de experiências educativas significativas, enraizadas no contexto sociocultural dos(as) estudantes.

Como afirma Loureiro (2003, p. 49), “a educação ambiental crítica propõe a formação de sujeitos históricos e sociais capazes de intervir no mundo que habitam”, o que implica em uma prática pedagógica que articule saberes científicos e responsabilidades cidadãs no enfrentamento de problemas socioambientais.

b) Energia elétrica como conteúdo escolar e cotidiano

A literatura revisada (Silva et al., 2020; Zanon et al., 2015; Deckmann; Pomilio, 2017) revela que o ensino de energia elétrica, embora frequente nos currículos de Ciências e Física frequentemente tratado de maneira compartimentalizada, sem conexão com os contextos socioculturais dos(as) estudantes, o que compromete a significação dos conteúdos e distancia o saber escolar da vivência cotidiana (Santos, 2019; Fonseca et al., 2018). Os autores defendem a aproximação com realidades do cotidiano dos estudantes. Além disso, o trabalho de

Vasconcelos e Amaral (2016) evidencia que a inclusão de práticas investigativas envolvendo análise de faturas residenciais pode ser decisiva para estimular o protagonismo discente, promovendo o reconhecimento do espaço doméstico como ambiente privilegiado para a aprendizagem científica e para a adoção de atitudes eficientes.

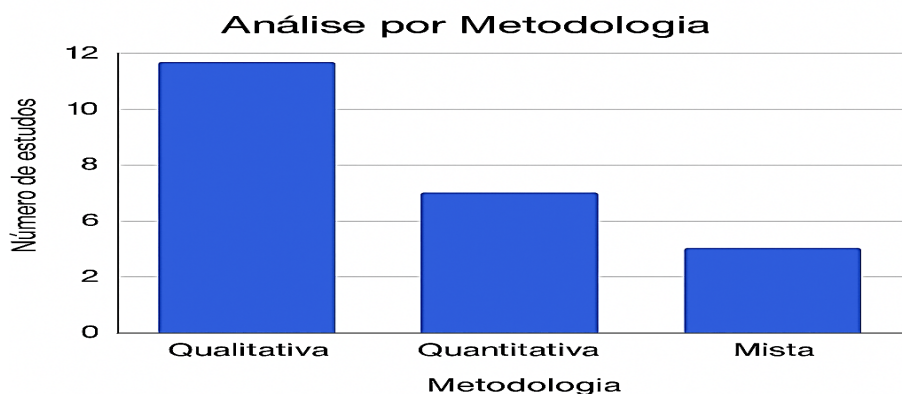
Para Zanon et al. (2015, p. 12), “o ensino de energia deve ser problematizador e conectado às práticas sociais para que tenha significado real para o estudante”. Essa conexão com a prática social está em consonância com a perspectiva CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade), que preconiza uma educação comprometida com a transformação da realidade e a formação de sujeitos críticos (Auler; Santos, 2017).

c) Eficiência energética, sustentabilidade e práticas escolares

Estudos como os de Buges et al. (2014), Baquero e Quesada (2016) e Souza (2020) destacam que a escola é um espaço privilegiado para fomentar comportamentos eficientes, e que o conhecimento sobre eficiência energética pode ser promovido por meio de atividades práticas, como simulações, projetos e análise de consumo real. Esses trabalhos reforçam que práticas educativas bem fundamentadas podem gerar impacto imediato nos hábitos de consumo de alunos e suas famílias.

A fim de compreender as abordagens metodológicas que sustentam os estudos selecionados na revisão de literatura, realizamos uma categorização dos 18 artigos conforme o tipo de metodologia adotada: qualitativa, quantitativa ou mista. Essa análise permite visualizar tendências e preferências dos pesquisadores da área no que se refere aos procedimentos investigativos relacionados ao consumo consciente de energia e à educação científica. Conforme detalhado a seguir, apresentamos a distribuição metodológica dos estudos revisados no gráfico 1.

Gráfico 1. Distribuição dos estudos por metodologia de pesquisa

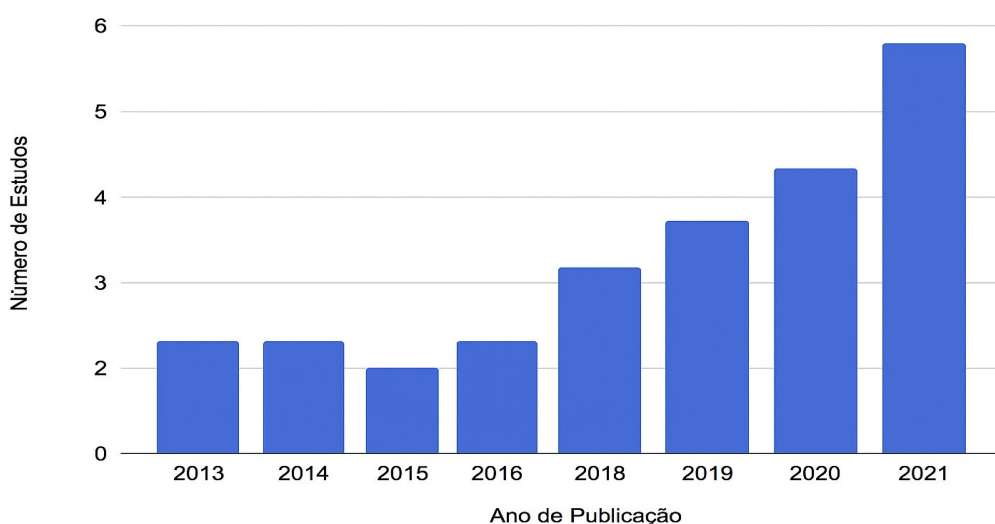


Fonte: (dados da pesquisa)

Como se observa no gráfico 1, há predominância das pesquisas qualitativas, representando a maior parte dos estudos revisados (9 de 18). Esse dado indica o interesse dos pesquisadores em investigar dimensões subjetivas, como percepção, conscientização e práticas pedagógicas voltadas à sustentabilidade. Em menor número, os estudos de abordagem mista (5) e quantitativa (4) também marcam presença, sinalizando uma busca por triangulação metodológica e por dados mensuráveis sobre consumo e eficiência energética. Essa diversidade metodológica contribui para a robustez do referencial e reforça a necessidade de abordagens interdisciplinares e dialógicas na educação ambiental e energética, conforme proposto por autores como Loureiro (2015) e Carvalho (2004).

A análise da distribuição temporal dos estudos selecionados permite compreender a evolução do interesse acadêmico sobre a temática da economia de energia elétrica e suas interfaces com o ensino de Ciências. O gráfico 2 apresenta a frequência de publicações por ano, considerando os 18 artigos que compõem a base bibliográfica principal desta pesquisa. Essa visualização evidencia tendências de publicação e ajuda a identificar períodos de maior ou menor produção científica sobre o tema.

Gráfico 2. Distribuição dos estudos por ano de publicação



Fonte: (dados da pesquisa)

Como demonstrado no gráfico 2, observa-se uma concentração significativa de estudos a partir do ano de 2018, com um pico em 2020 e 2021. Essa elevação está possivelmente relacionada à ampliação dos debates sobre sustentabilidade, às diretrizes curriculares que promovem práticas pedagógicas contextualizadas, e aos impactos da pandemia da COVID-19

que incentivaram novas abordagens educacionais voltadas à conscientização ambiental. O crescimento das publicações neste período reforça a relevância social e educacional da temática, além de indicar uma abertura cada vez maior da comunidade científica para integrar o ensino de Ciências com discussões contemporâneas e interdisciplinares.

1.17. Contribuições para a Intervenção Didática

A análise dos dezoito estudos selecionados no levantamento bibliográfico revelou um conjunto expressivo de contribuições para a estruturação da intervenção didática, especialmente no que se refere ao ensino de conteúdos de energia elétrica com ênfase em eficiência energética, consumo consciente e impactos ambientais. A integração entre teoria e prática foi um dos aspectos mais recorrentes entre os autores consultados, demonstrando a relevância de estratégias que promovam a mobilização do conhecimento científico em contextos cotidianos, conforme propõe os Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2021).

Um primeiro ponto identificado diz respeito à valorização da problematização como elemento central para despertar o interesse dos alunos e construir sentido aos conteúdos trabalhados. Essa abordagem aparece de forma clara em estudos como os de Soares e Oliveira (2019), que defendem que a aprendizagem significativa ocorre quando o estudante se vê diante de situações que exigem reflexão crítica sobre realidades que o afetam diretamente, como o consumo de energia elétrica em sua própria residência. Isso sustentou a construção da etapa inicial da intervenção, ancorada na exposição de dados sobre a matriz energética brasileira e o uso intensivo de aparelhos eletrodomésticos, permitindo o levantamento de hipóteses e a escuta das concepções prévias dos discentes.

Além disso, diversas pesquisas reforçaram o papel das atividades práticas e investigativas como propulsoras do engajamento estudantil e do desenvolvimento de habilidades científicas. Conforme argumentam Lima e Gonçalves (2020), a experimentação e a simulação de cenários cotidianos tornam-se instrumentos potentes para contextualizar conceitos abstratos e promover a formação de atitudes eficientes. Essas contribuições foram determinantes para a estruturação da etapa de organização do conhecimento, onde os alunos participaram da análise de contas de energia, simularam cenários de consumo e elaboraram estratégias para economia de eletricidade em seus lares.

Outro ponto que emergiu com destaque foi a importância da relação entre o conteúdo científico e o contexto sociocultural dos estudantes. Autores como Fonseca et al. (2018) apontam que intervenções bem-sucedidas são aquelas que dialogam com as realidades locais,

valorizando o conhecimento dos alunos e estimulando sua autonomia crítica. Diante disso, a etapa da realização do conhecimento foi desenhada de modo a permitir que os alunos propusessem planos de ação, campanhas de conscientização e socialização de aprendizados com a comunidade escolar, tornando-se protagonistas no processo de transformação social e ambiental.

Tais elementos evidenciam a potência das contribuições teóricas para embasar uma proposta de ensino transformadora, que alia rigor conceitual, engajamento prático e compromisso ético. A seguir, apresenta-se na tabela 4 a síntese dessas contribuições conforme os eixos do referencial teórico adotado nesta pesquisa.

Tabela 3. Contribuições dos Estudos Analisados para a Intervenção Didática.

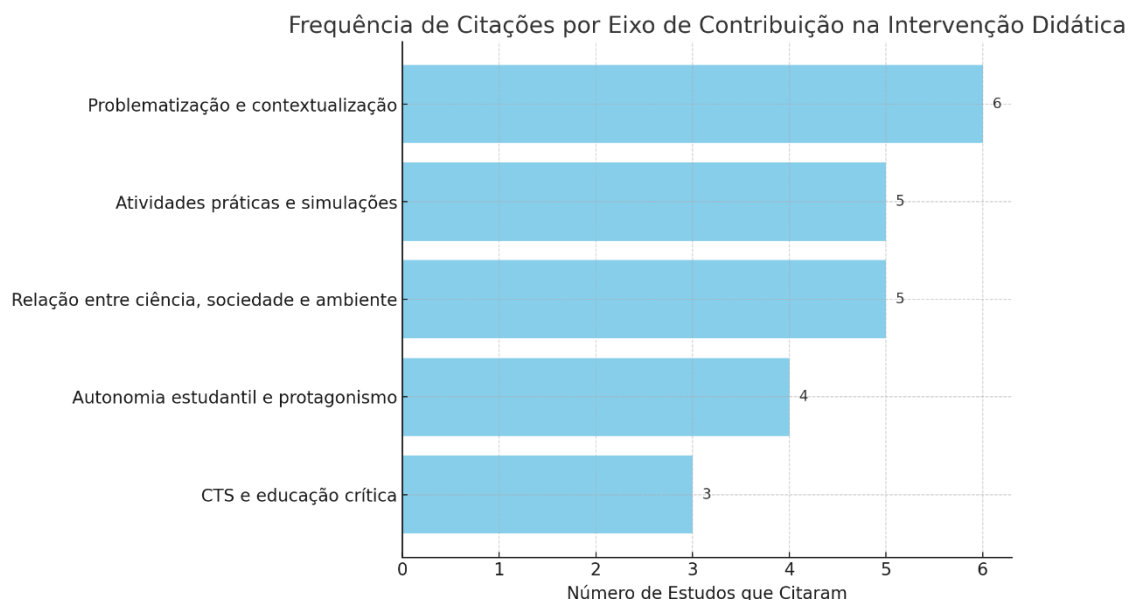
Eixo de Contribuição	Descrição	Autores Referenciados
Problematização e contextualização	Enfatiza a importância de partir de situações reais e desafiadoras para despertar o interesse dos alunos.	Soares e Oliveira (2019); Silva et al. (2021)
Atividades práticas e simulações	Propõem o uso de experimentos, simulações e análises de contas como ferramentas para tornar os conteúdos mais significativos.	Lima e Gonçalves (2020); Souza (2018)
Relação entre ciência, sociedade e ambiente	Estimulam a construção de atitudes eficientes por meio da articulação entre conteúdos científicos e impactos socioambientais locais.	Fonseca et al. (2018); Recalde et al. (2017)
Autonomia estudantil e protagonismo	Defendem práticas que favorecem a participação ativa dos alunos na busca por soluções e na multiplicação do conhecimento junto à comunidade.	Vasconcelos e Amaral (2016); Barbosa (2022)
CTS e educação crítica	Apoiam abordagens pedagógicas pautadas na relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, promovendo reflexão crítica e interdisciplinaridade.	Delizoicov et al. (2002); Santos e Auler (2017)

Fonte: (dados da pesquisa)

A fim de ilustrar as contribuições mais recorrentes nos estudos selecionados que embasaram a construção da intervenção didática, o gráfico 3 a seguir, apresenta a frequência

com que cada eixo temático foi mencionado. Esses eixos refletem os principais aspectos teóricos utilizados para fundamentar os Três Momentos Pedagógicos aplicados em sala de aula.

Gráfico 3. Frequência de Citações por Eixo de Contribuição na Intervenção Didática.



Fonte: (dados da pesquisa)

Observa-se que a “Problematização e contextualização” foi o eixo mais citado, evidenciando a importância atribuída pelos autores à construção do conhecimento a partir de situações próximas da realidade dos alunos. Em seguida, destacam-se as “Atividades práticas e simulações” e a “Relação entre ciência, sociedade e ambiente”, o que reforça o caráter aplicado e contextual da abordagem CTS. A menor frequência atribuída ao eixo “CTS e educação crítica” não desqualifica sua relevância, mas aponta para uma possível lacuna na literatura recente sobre sua realização em contextos escolares.

Essas contribuições evidenciam que a construção da intervenção didática não se deu de forma aleatória, mas baseada em evidências e em um corpo teórico sólido que legitima as escolhas metodológicas, didáticas e temáticas realizadas ao longo do processo de ensino. O conjunto de práticas e abordagens extraído dos estudos analisados fortalece a tese de que é possível aliar ensino de ciências, formação cidadã e conscientização ambiental com profundidade e relevância social.

A pesquisa bibliográfica confirmou a efetividade do modelo em intervenções com temas como consumo de água, descarte de resíduos, poluição e sustentabilidade, mas revelou pouca

exploração específica da temática “energia elétrica” sob essa estrutura metodológica, o que reforça a originalidade da presente proposta.

2. REFERENCIAL METODOLÓGICO

O Capítulo 2 descreve os caminhos metodológicos adotados para o desenvolvimento desta pesquisa, que se fundamenta em uma abordagem qualitativa, de natureza aplicada e caráter exploratório-intervencionista (Gil, 2019, p. 26-27). Justifica-se essa escolha pelo objetivo de compreender a realidade educacional em profundidade e propor soluções práticas a partir de uma intervenção didática fundamentada na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2021). Inicialmente, delimita-se o tipo de pesquisa, o contexto de realização e o público envolvido. Em seguida, apresenta-se o conjunto de instrumentos utilizados para a construção de dados, como registros escritos, observações sistemáticas e produções dos estudantes, com vistas a captar dúvidas de aprendizagem e transformação social. Por fim, detalha-se o processo de análise dos dados, orientado pelos pressupostos da educação crítica e contextualizada, em consonância com os princípios da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), garantindo rigor e coerência entre os objetivos e as ações propostas.

A metodologia dos 3MP organiza o ensino em três etapas dialógicas: problematização da realidade, estruturação do conhecimento e realização transformadora. Essa estrutura orientou o desenvolvimento da sequência didática aplicada em uma turma do 3º ano do ensino médio, em escola pública do interior de Pernambuco. A proposta partiu da análise crítica de situações cotidianas, como o desperdício de energia em casa, e evoluiu para a compreensão conceitual de conteúdos de Física (potência, consumo, eficiência energética), culminando na elaboração de planos de ação para redução do consumo energético.

Foram utilizados instrumentos como observações sistemáticas em e produções escritas dos estudantes, como banners elaborados pelos seus próprios dispositivos móveis e publicadas em suas redes sociais. A análise dos dados ocorreu por meio da análise de conteúdo proposta por Bardin (2011), com categorias emergentes a partir dos próprios dados e interpretadas à luz da educação problematizadora. A triangulação dessas fontes garantiu rigor analítico e aprofundamento das interpretações.

A proposta foi apoiada por materiais específicos, que ofereceram subsídios teóricos e atividades práticas para os estudantes investigarem seu consumo elétrico. Ao integrar conteúdos científicos, sustentabilidade e a vivência dos alunos, a metodologia adotada promoveu o

protagonismo discente, a aprendizagem significativa e a formação cidadã, conforme os princípios da BNCC (Brasil, 2018) e os ideais da educação ambiental crítica (Loureiro, 2020; Teixeira et al., 2021).

2.1 Metodologia dos Três Momentos Pedagógicos

A metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), concebida por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2021), propõe uma estrutura didática que articula conhecimento científico, realidade social e ação transformadora. Fundamentada nos pressupostos da pedagogia freiriana, esta proposta rompe com o ensino linear e transmissivo, ao organizar o processo educativo em três etapas dialéticas: problematização da realidade, estruturação do conhecimento e realização transformadora.

O primeiro momento, denominado problematização, busca aproximar o conteúdo científico da realidade vivida pelos estudantes, por meio da análise crítica de situações concretas e socialmente relevantes. Esse momento visa despertar a curiosidade, gerar desconforto cognitivo e levantar hipóteses a partir de temas do cotidiano. No contexto desta pesquisa, por exemplo, propõe-se iniciar o processo com a análise das contas de energia elétrica das famílias dos estudantes, identificando padrões de consumo, tarifas e possíveis desperdícios (Delizoicov et al., 2021).

O segundo momento, a organização do conhecimento, corresponde ao aprofundamento conceitual e à sistematização do conteúdo científico. É quando o professor atua como mediador, apresentando conceitos, modelos, fórmulas e experimentações que dialogam com os problemas levantados anteriormente. No caso desta proposta, são abordados conteúdos de Física como potência elétrica, consumo de energia, fontes renováveis e eficiência energética, sempre articulados à realidade do consumo doméstico.

Por fim, o terceiro momento, denominado realização do conhecimento, busca retomar a situação-problema inicial, agora reinterpretada à luz dos conhecimentos científicos sistematizados, para que os estudantes proponham ações concretas, revejam comportamentos e desenvolvam práticas mais conscientes. Essa etapa valoriza a ação crítica e responsável, incentivando, por exemplo, a elaboração de estratégias para redução do consumo de energia nas residências, campanhas educativas ou intervenções comunitárias com foco na sustentabilidade (Angotti; Delizoicov, 2018).

A sequência de ensino proposta está alicerçada em uma perspectiva pedagógica crítico-contextual, fundamentada principalmente na educação problematizadora de Paulo Freire e na

metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (3MP). Em sintonia com Freire (2019), acredita-se que a aprendizagem efetiva em Física ocorre quando se parte da realidade concreta dos estudantes, valorizando seus saberes avisos e promovendo o diálogo sobre problemas do cotidiano.

Freire defende uma educação libertadora, em que uma “leitura do mundo” (contexto e vivências dos alunos) precede a leitura da palavra, de modo que os conteúdos científicos façam sentido e contribuam para a consciência crítica e a ação transformadora (Freire, 2019; Freire, 2021). Nesse caso, rompe-se com a educação “bancária” tradicional, a baseada na mera transmissão de conceitos prontos e adota-se uma prática educativa dialógica em que professores e alunos constroem conjuntamente o conhecimento a partir da problematização da realidade concreta (Santos et al., 2021).

Estudos em educação científica indicam que metodologias ativas e contextualizadas como o 3MP fomentam o protagonismo discente e a construção coletiva do conhecimento, integrando a educação científica à formação cidadã e ambientalmente consciente (Lorenzetti; Delizoicov, 2001; Teixeira et al., 2021). Além disso, a proposta está alinhada às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que reforçam a necessidade de inserção de temas socioambientais no currículo de Ciências e o desenvolvimento de competências para a sustentabilidade e cidadania (Brasil, 2018).

A escolha pela metodologia dos Três Momentos Pedagógicos justifica-se pela sua capacidade de integrar ensino de Ciências, educação ambiental crítica e formação cidadã. Ela favorece a construção coletiva do conhecimento, promove o protagonismo discente e amplia as possibilidades de inserção da Física em contextos concretos e transformadores (Lorenzetti; Delizoicov, 2001; Teixeira et al., 2021).

Assim, esta abordagem metodológica oferece os fundamentos para a sequência de ensino desenvolvido nesta pesquisa, permitindo uma abordagem de forma crítica e significativa à temática do consumo doméstico de energia elétrica, alinhada aos princípios da BNCC e aos desafios contemporâneos da educação.

2.2 Definição da Pesquisa

A presente pesquisa caracteriza-se como uma investigação qualitativa de natureza aplicada, com abordagem exploratória e intervencionista. Segundo Gil (2019), uma pesquisa qualitativa visa compreender a partir da perspectiva dos sujeitos, valorizando o contexto em

que eles se inserem, enquanto a natureza aplicada busca soluções para problemas concretos observados na realidade.

O campo empírico da pesquisa delimitou-se em uma turma do 3º ano do ensino médio da Escola de Referência em Ensino Médio Dr. Walmy Campos Bezerra, situada na Avenida Euclides Carvalho, s/n, bairro Cacimba Nova, CEP 56950-000, no município de São José do Belmonte, estado de Pernambuco. A turma era composta por 25 estudantes, com idade média de 17 anos, pertencentes majoritariamente a famílias de baixa renda, configurando um perfil socioeconômico caracterizado pela vulnerabilidade social. Este cenário é comum em diversas escolas públicas do interior do Nordeste brasileiro, onde a educação básica enfrenta desafios relacionados à infraestrutura, evasão escolar e acesso a recursos didáticos (Oliveira; Andrade, 2020).

A escolha da turma se deu por critérios de acessibilidade do pesquisador disponibilidade institucional e consonância entre os objetivos da proposta pedagógica e os conteúdos da disciplina de Física previstos para o terceiro ano do ensino médio, conforme as competências específicas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018). Ressalta-se que a BNCC enfatize a importância de integrar os conhecimentos científicos às vivências dos estudantes, promovendo aprendizagens contextualizadas e com sentido social (Brasil, 2018).

A intervenção foi realizada no segundo semestre letivo de 2024, totalizando três encontros, correspondentes a seis aulas com duração média de 50 minutos cada, desenvolvidos durante o horário regular das aulas de Física. A organização dos encontros baseou-se na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov, Angotti; Pernambuco, 2021): o primeiro momento foi dedicado à problematização da realidade vivida pelos alunos no tocante ao consumo doméstico de energia elétrica; o segundo e o terceiro momentos foram direcionados à organização do conhecimento científico sobre conceitos como energia elétrica, potência, tensão, corrente e consumo energético; e em específico, o terceiro momento consiste na socialização e realização dos saberes adquiridos, com a proposição de estratégias práticas de uso racional da energia no ambiente familiar.

Essa abordagem metodológica contribui para o fortalecimento de uma educação científica crítica, ao articular os saberes cotidianos dos estudantes com o conhecimento sistematizado, promovendo uma aprendizagem ativa, dialógica e transformadora (Almeida; Strieder, 2021; Freire, 2019). Além disso, possibilita aos alunos uma postura investigativa e protagonista diante dos problemas socioambientais que afetam diretamente suas vidas, em consonância com os princípios da pedagogia freiriana e da educação CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade).

2.3. Instrumentos Utilizados para Obtenção de Dados

A obtenção de dados nesta pesquisa qualitativa foi realizada por meio de três instrumentos complementares, capazes de captar diferentes dimensões do processo de ensino-aprendizagem e da mobilização crítica dos saberes pelos estudantes ao longo da sequência didática.

O primeiro instrumento consistiu em observações sistemáticas, realizadas durante todos os encontros da intervenção pedagógica. O pesquisador acompanhou atentamente as interações em sala, com foco na escuta ativa, nas manifestações espontâneas dos estudantes, nas dúvidas, nos posicionamentos críticos e nas participações em atividades coletivas. Esses registros permitiram construir uma narrativa densa e descritiva sobre o ambiente formativo e os indícios de engajamento dos sujeitos com a temática.

O segundo instrumento envolveu os registros escritos produzidos pelos estudantes ao longo da proposta didática, tais como atividades individuais, respostas a questionamentos abertos, produções em grupo e sínteses reflexivas. Tais documentos revelaram não apenas o nível de apropriação dos conceitos físicos envolvidos, mas também os deslocamentos de pensamentos e as conexões estabelecidas entre o saber científico e a vivência cotidiana dos alunos, coerente com a pedagogia do diálogo e da problematização proposta por Freire (2019).

O terceiro instrumento abrangeu as produções finais dos estudantes, desenvolvidas como culminância da sequência didática. Entre elas destacam-se os banners digitais temáticos, e a proposta de redução consumo doméstico. Essas produções funcionaram como indicadores concretos da mobilização prática dos conteúdos abordados, evidenciando a capacidade dos alunos de realizar o conhecimento científico a problemas reais, conforme orienta a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov, Angotti; Pernambuco, 2021).

A triangulação entre esses três instrumentos possibilitou uma análise mais ampla, profunda e contextualizada dos dados, promovendo o diálogo entre os registros empíricos e o referencial teórico da pesquisa.

2.4. Análise de Dados

Este tópico descreve os procedimentos metodológicos adotados para a análise dos dados obtidos, orientados por uma abordagem qualitativa de caráter dialógico e interpretativo. Optou-se por uma análise qualitativa por entender que, nesse tipo de pesquisa, busca-se compreender profundamente as percepções e experiências dos participantes, em vez de quantificá-las ou

generalizá-las estatisticamente. Assim, o pesquisador atuou como principal instrumento de análise, imerso no contexto da sala de aula e dialogando com os dados de forma reflexiva.

Em consonância com os princípios freirianos, valorizou-se a “leitura do mundo” dos estudantes durante a interpretação dos dados, ou seja, consideraram-se os significados que os alunos atribuíram a suas vivências e falas, situando-os em seu contexto social. Essa postura dialogal garante que a análise respeite as vozes dos educandos e não se limite a julgamentos externos, alinhando-se à pedagogia crítica de Paulo Freire, na qual o conhecimento emerge do diálogo e da problematização da realidade (Freire, 2019).

Consequentemente, a análise dos dados foi conduzida como um processo de mão dupla: de um lado, examinando rigorosamente as evidências empíricas; de outro, dialogando com os referenciais teóricos que fundamentam o estudo, de modo a interpretar os achados à luz da pedagogia problematizadora, da educação ambiental crítica e da metodologia dos 3MP.

A variedade de fontes empíricas foram submetidas a uma análise conjunta, visando a triangulação e enriquecimento da interpretação que auxiliaram na contextualização das falas e trabalhos dos estudantes, enquanto os produtos finais permitiram verificar *in situ* como os conceitos foram apropriados e transformados em propostas concretas pelos discentes.

Em outras palavras, cruzaram-se evidências de múltiplas origens de modo a obter uma visão mais holística e confiável das aprendizagens e mudanças fomentadas pela intervenção (Minayo, 2012). Vale destacar que, por se tratar de uma pesquisa participante de cunho crítico, a reflexividade do pesquisador teve papel central: procedeu-se a leituras e releituras do material obtido, em diferentes momentos, buscando evitar interpretações precipitadas e aproximando-se dos dados em diálogo com os sujeitos investigados (Loureiro, 2020; Freire, 2019).

A técnica escolhida para tratamento dos dados qualitativos foi a análise de conteúdo, tal como sistematizada por Bardin (2011), a análise de conteúdo pode ser definida como “um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção dessas mensagens” (Bardin, 2011, p.47). Essa definição evidencia que o método busca ir além da superfície das falas e textos, inferindo significados contextuais e subjacentes. Ao adotar essa técnica, foi possível interpretar os significados expressos nos discursos e produções dos estudantes a partir de categorias temáticas emergentes, em vez de simplesmente descrever cada resposta isoladamente.

Em outras palavras, não foram estabelecidas categorias prévias fixas antes da leitura dos dados; ao contrário, as categorias de análise emergiram dos próprios dados, conforme padrões

e temas recorrentes identificados nas falas, textos e materiais visuais dos alunos. Essa abordagem indutiva garantiu maior fidelidade ao conteúdo das contribuições discentes, diminuindo o risco de forçar os achados em esquemas teóricos pré-concebidos (Chizzotti, 2006, p.98).

Para operacionalizar o processo, todos os registros escritos foram transcritos e organizados, constituindo o corpus da pesquisa, obedecendo aos critérios de exaustividade, representatividade e homogeneidade recomendados por Bardin (2011). Na sequência, seguiu-se um roteiro de análise sistemático, inspirado nas três fases fundamentais propostas por Bardin.

A Tabela 4 a seguir apresenta as três fases fundamentais da análise de conteúdo propostas por Bardin, com suas respectivas descrições.

Tabela 4. Etapas da Análise de Conteúdos segundo Bardin (2011).

Fase	Descrição
Pré-análise	Fase de organização inicial. Realizou-se uma leitura flutuante de todo o material (anotações , respostas, trabalhos finais) para se familiarizar com o conteúdo e levantar impressões preliminares. Nesta etapa, definiu-se o corpus (incluindo todos os documentos pertinentes) e delinear-se possíveis eixos de análise em consonância com os objetivos da pesquisa, sem, contudo, engessar a interpretação. Também foram preparadas as fontes brutas, assegurando que nenhuma comunicação relevante fosse ignorada.
Exploração do material	Fase de codificação e categorização. Os dados textuais foram fragmentados em unidades de registro (palavras, frases ou segmentos significativos) relacionados aos temas da pesquisa (consumo de energia, consciência crítica, etc.). Em seguida, procedeu-se à codificação dessas unidades, agrupando-as por similaridade de sentido. Esse processo resultou na emergência de categorias temáticas, ou seja, agrupamentos de significados recorrentes nos depoimentos e produções dos alunos. Por exemplo, unidades de sentido ligadas à compreensão técnica de conceitos físicos formaram uma categoria, enquanto trechos alusivos a mudanças de atitude ou conscientização constituíram outra categoria. Toda a categorização foi feita de forma iterativa e revisada várias vezes, garantindo coerência interna e respeito ao contexto de cada fala.
Tratamento dos resultados	Fase de análise propriamente dita dos achados categorizados. Nessa etapa, interpretamos criticamente as categorias à luz do referencial teórico crítico adotado. Cada categoria emergente foi examinada buscando seu significado

(inferência e interpretação)	pedagógico e social: por exemplo, verificou-se em que medida as falas dos estudantes refletiam desenvolvimento de consciência crítica sobre o consumo de energia (apoio em Freire, 2019), ou se os planos de ação ambientais propostos denotavam compreensão das implicações socioambientais e engajamento cidadão (apoio em Teixeira et al., 2021). Também foram relacionadas as categorias aos Três Momentos Pedagógicos (3MP) que estruturaram a sequência didática, analisando-se os dados de cada fase (problematização inicial, organização do conhecimento e realização) separadamente e em conjunto. Esse cruzamento permitiu identificar como cada momento pedagógico contribuiu para as aprendizagens: por exemplo, avaliou-se as evidências de problematização da realidade nos questionários iniciais, de construção conceitual nas atividades em aula, e de ação transformadora nos projetos finais, em sintonia com a metodologia dos 3MP (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2021). Buscou-se, assim, inferir conhecimentos sobre o processo de ensino-aprendizagem desencadeado (por exemplo, deduzir quais estratégias didáticas favoreceram mudanças de postura ou aquisição de conceitos) sempre respeitando a “lógica dos atores em sua diversidade” na apresentação dos resultados (Minayo, 2012, p.140). O produto final dessa fase foram categorias interpretativas consolidadas, cada qual ilustrada por excertos representativos dos dados brutos e articulada com as discussões teóricas pertinentes.
------------------------------	---

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Bardin (2011).

Em suma, a análise de dados caracterizou-se por ser qualitativa, dialógica e ancorada em fundamentos crítico-reflexivos. Por ser dialógica, considerou as vozes dos estudantes não como meros objetos de estudo, mas como sujeitos que constroem o significado junto com o pesquisador durante a interpretação Watanabe (2019). Por ser interpretativa, envolveu um processo hermenêutico de atribuição de sentido, no qual os dados foram relacionados ao contexto e à teoria, em vez de simplesmente classificados de forma neutra. Essa postura analítica está em consonância com a perspectiva de Freire, segundo a qual compreender um fenômeno educacional requer situá-lo em seu contexto sociopolítico e transformador Freire (1996), algo especialmente importante em temas de educação ambiental crítica, nos quais se espera que a aprendizagem contribua para a formação de sujeitos capazes de intervir na realidade Loureiro, 2020; Teixeira et al., (2021).

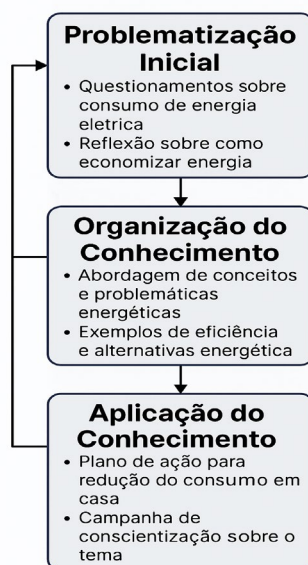
Desse modo, antes de apresentar os resultados em si, reitera-se que os procedimentos aqui descritos asseguram rigor e coerência na análise: a triangulação de fontes, a categorização

fundamentada e o diálogo com aportes teóricos conferem validade e profundidade às inferências realizadas.

2.5. Etapas da Sequência Didática segundo os Três Momentos Pedagógicos

A realização dos três momentos pedagógicos (3MP) nesta pesquisa consistiu em uma estratégia didática cuidadosamente planejada para desenvolver a consciência crítica dos alunos sobre o consumo de energia elétrica. Inspirada na perspectiva problematizadora de Delizoicov e Angotti (1994), a metodologia foi fundamentada na tríade dialética de problematização inicial, organização do conhecimento e realização prática, permitindo uma experiência de ensino e aprendizagem alinhada aos princípios freirianos de educação emancipadora. Na Figura 1 a seguir, é demonstrado os (3MP).

Figura 1. Esquema de desenvolvimento dos Três Momentos Pedagógicos.



Fonte: (elaborada pelo autor)

Conforme a metodologia dos 3MP, a sequência didática foi estruturada em três etapas pedagógicas bem definidas, cada qual com objetivos e atividades específicas, articulando-se de forma progressiva: inicia-se com a Problematização, evolui para a Organização do Conhecimento e culmina na Realização (Sistematização). A seguir, descrevemos cada etapa e suas principais características no contexto da redução do consumo doméstico de energia elétrica:

Problematização da Realidade: Este primeiro momento, com duração aproximada de duas aulas (100 minutos), teve por finalidade despertar o interesse dos alunos e introduzir criticamente a temática.

O professor apresentou situações-problema ligadas ao desperdício de energia no cotidiano, por exemplo, imagens de aparelhos eletrônicos permanecendo ligados sem necessidade, gráficos mostrando o aumento do consumo residencial nos últimos anos, e um breve vídeo² ilustrativo sobre geração elétrica. Em seguida, foi aplicado um questionário³ para que os estudantes refletissem sobre seus próprios hábitos domésticos de consumo de energia (quantas horas assistir TV, se desligar aparelhos da tomada, frequência de uso do ar-condicionado etc.) e registrassem percepções iniciais.

Essa sondagem inicial, além de mapear os conhecimentos e concepções prévias da turma, estimulou uma postura reflexiva: muitos alunos surpreenderam-se ao estimar, por exemplo, tantas lâmpadas ficaram acesas sem necessidade em suas casas. A partir dessas provocações, iniciou-se um debate orientado em sala, no qual os estudantes compartilharam experiências pessoais e discutiram coletivamente questões como: “Por que a conta de luz às vezes vem alta?”, “De quem é a responsabilidade de economizar energia?” e “Que impactos o consumo excessivo pode gerar no meio ambiente?”.

Esse diálogo inicial, mediado pelo professor, foi fundamental para contextualizar o problema e gerar um clima de questionamento, elementos essenciais para, segundo Freire (2019), envolver os educandos na construção do conhecimento. Assim, ao final da problematização, os alunos não apenas sabiam da relevância do tema, mas também instigados por perguntas que emergiram de sua própria realidade.

Organização do Conhecimento: No segundo momento pedagógico (desenvolvido em aproximadamente duas aulas, totalizando cerca de 100 minutos), o foco recai sobre a construção ativa do conhecimento científico relacionado ao tema para fornecer o embasamento teórico necessário: os alunos realizaram leituras orientadas sobre conceitos de energia elétrica, fontes geradoras e dicas de eficiência energética. Em pequenos grupos, discutiram os infográficos e dados apresentados no material, interpretando, por exemplo, gráficos de consumo médio de aparelhos ou comparativos de emissões de CO₂ entre fontes renováveis e não-renováveis. Essa dinâmica de leitura e debate em grupo permitiu que os alunos reorganizassem cognitivamente as informações, relacionando-as com as situações problematizadas inicialmente.

Além do estudo teórico, esta etapa foi marcada por atividades práticas investigativas. Cada aluno, como tarefa de casa, realizou um levantamento do consumo elétrico em sua

²<https://drive.google.com/drive/folders/1Gumewr6oNeCINCYdsSIBSAOrhoIjn9Mv>

³<https://drive.google.com/drive/folders/1Gumewr6oNeCINCYdsSIBSAOrhoIjn9Mv>

residência: de acordo com os principais aparelhos utilizados no lar, anotou suas potências e estimou o tempo diário de uso de cada um.

Com esses dados em mãos, nas aulas seguintes os grupos calcularam, com apoio do professor, o consumo aproximado (em kWh) de cada aparelho e o consumo total diário da casa.

Nesta etapa de sistematização prática, os alunos foram desafiados a elaborar, em grupos, um Projeto de Redução do Consumo de Energia em Casa. Cada grupo se reuniu para discutir os dados levantados sobre sua residência e, com apoio do professor traçou um plano de ação com medidas objetivas para reduzir o gasto mensal de eletricidade.

Nesse plano, os alunos incluíram iniciativas como substituir lâmpadas convencionais por LED, ajustar o termostato da geladeira, desligar aparelhos em stand-by durante a noite, aproveitar mais a iluminação natural e outras soluções debatidas na etapa anterior. Também consideramos estimativas de economia: utilizando os cálculos e simuladores aprendidos, previram quantos kWh e quantos reais poderiam ser poupados na conta de luz ao implementar cada medida.

Após a fase de planejamento, os grupos confeccionaram tabelas e apresentaram suas propostas ao restante da turma. Nessas tabelas, ilustraram a situação atual do consumo de eletricidade em suas casas (por exemplo, consumo diário antes das medidas de economia) e as mudanças propostas com o impacto esperado (projeção de novo consumo após as medidas). Em sala, cada grupo realizou uma apresentação oral do seu projeto, explicando as principais ações sugeridas e justificando-as com base nos conceitos físicos e argumentos ambientais aprendidos.

Esse momento foi de intensa troca: os colegas puderam fazer perguntas, comentários e sugestões, promovendo um debate coletivo rico sobre as opções e criatividade das ideias apresentadas. Ao final das apresentações, o professor contribuiu uma reflexão integrada, destacando os pontos fortes de cada projeto e incentivando os alunos a implementarem, em suas rotinas familiares, pelo menos algumas das medidas planejadas.

Em suma, a etapa de sistematização coroou a sequência didática ao fechar o ciclo dos Três Momentos Pedagógicos: problematizado o contexto inicial e protetor dos conhecimentos científicos, os estudantes puderam retornar à realidade com ferramentas e motivação para transformá-la, tornando-se agentes ativos na promoção da sustentabilidade energética em suas comunidades (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011).

A avaliação do aprendizado ocorreu de forma contínua e formativa ao longo de toda a sequência didática. Foram considerados aspectos conceituais (compreensão dos conteúdos de Física, observados nas discussões e nos planos elaborados), atitudinais (postura crítica,

iniciativa e trabalho em equipe dos alunos durante as atividades) e procedimentais (habilidade de realizar procedimentos de design, de investigação e de comunicação dos resultados).

2.6. Planejamento da Intervenção Educacional: Educação Energética com base nos Três Momentos Pedagógicos

Este roteiro tem como objetivo orientar a replicação da intervenção pedagógica baseada na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2021), fundamentada na pedagogia crítica de Paulo Freire (1996). A sequência propõe a articulação entre o ensino de Física e a conscientização energética, enfatizando conceitos como corrente elétrica, potência, energia e eficiência energética. Todos os materiais estão disponíveis no link⁴: O produto educacional completo encontra-se no Apêndice 1.

O quadro 1 a seguir apresenta, de forma resumida, as etapas da intervenção didática baseada nos Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011). Na sequência, são descritas essas etapas com maior detalhamento, indicando os materiais utilizados.

Quadro 1. Sequência Didática – Passo a Passo da Intervenção Educacional.

Momento Pedagógico	Atividades Desenvolvidas	Objetivo Específico da Etapa	Recursos Utilizados	Método Avaliativo	Competências da BNCC	Tempo Estimado
Problematização	Apresentação de imagens e situações-problema; uso de perguntas diagnósticas sobre consumo energético	Estimular a reflexão crítica sobre o uso da energia elétrica e identificar concepções prévias dos estudantes	Projektor multimídia; Imagens provocativas; Vídeo; Questionário diagnóstico impresso; Canetas ou lápis.	Análise diagnóstica e observação participativa	(EM13CNT103), (EM13CHS101)	2 aulas (100 min)
Organização do Conhecimento	Discussão em grupo; levantamento do consumo de energia elétrica	Construir novos conhecimentos por meio da leitura crítica de dados e investigação da realidade local	Contas de energia elétrica trazidas pelos alunos; Calculadoras ou celular para cálculo; Planilha modelo impressa para registro dos dados.	Síntese coletiva, acompanhamento docente	(EM13CNT201), (EM13CNT206)	2 aulas (100 min)

⁴ <https://drive.google.com/drive/folders/1Gumewr6oNeCINCYdsSIBSAOrholJn9Mv>

Sistematização (Prática)	Apresentação dos banners digitais; simulação de faturas de energia; criação de plano de ação doméstico	Sistematizar conhecimentos para situações reais e propor ações eficientes no ambiente familiar	Celular com acesso à internet; Planilha de consumo simulada; Calculadoras ou celular; Formulário de proposta para economia.	Autoavaliação, apresentação oral	(EM13CNT204), (EM13CHS104)	2 aulas (100 min)
TOTAL	—	—	—	—	—	6 aulas (300 min)

O quadro acima, contempla as atividades desenvolvidas em cada etapa, os objetivos específicos correspondentes, os recursos didáticos utilizados, os métodos avaliativos empregados, as competências da BNCC mobilizadas e o tempo estimado para a execução. Essa organização visa oferecer ao professor um roteiro claro e replicável, que articule teoria e prática de forma contextualizada e significativa. A seguir cada etapa é mais bem detalhada.

MOMENTO 1 – PROBLEMATIZAÇÃO

Objetivo Geral do Momento:

Despertar a curiosidade e o senso crítico dos estudantes a partir de situações-problema relacionadas ao consumo doméstico de energia elétrica. Essa etapa visa romper com o ensino bancário (Freire, 1996) e dar início ao processo de construção coletiva do conhecimento, com base na realidade vivida pelos alunos.

Aula 1 - Imagens e diálogo: como consumimos energia?

Objetivo da aula:

Provocar os estudantes a refletirem criticamente sobre seus hábitos de consumo energético, a partir de situações cotidianas, e reconhecer a energia como elemento presente em desigualdades sociais e ambientais.

Descrição da aula:

A aula deverá iniciar-se com uma conversa acolhedora em roda, a fim de promover uma escuta ativa sobre os hábitos de consumo de energia dos estudantes. Em seguida, será exibido um vídeo curto que integrará parte do material do planejamento original, apresentando diferentes formas de produção de energia elétrica (hidrelétrica, termoeletrica, eólica e solar). Durante a

exibição, o professor deverá pontuar os principais elementos e realizar perguntas orientadoras como:

Como vocês acham que o consumo de energia elétrica impacta nossas vidas e o meio ambiente?

De onde vem essa energia que usamos?

Qual dessas fontes você acha que causa mais impacto ambiental?

O objetivo é estimular uma reflexão inicial sobre as implicações ambientais da geração de energia e desenvolver o pensamento crítico.

Posteriormente, serão projetadas imagens provocativas relacionadas ao uso doméstico da energia (geladeira aberta, aparelhos em standby, luzes acesas etc.), retomando o foco no cotidiano dos alunos. O professor deverá conduzir o diálogo por meio de perguntas abertas, conectando o uso da energia à sua origem e aos impactos ambientais e sociais que esse consumo pode gerar.

As discussões deverão favorecer a valorização das experiências prévias dos estudantes, sem antecipar conceitos, criando um espaço de fala e escuta horizontal. A partir desse diálogo, espera-se que surjam temas como desperdício, desigualdade no acesso à energia e consumo inconsciente, que servirão de base para a continuidade da sequência didática.

Figura 2. Imagens provocativas



Fonte: Adaptado de Campanhas educativas sobre consumo consciente de energia, disponível em: <https://www.energisa.com.br>. Acesso em: 15 jul. 2025.

A exposição foi interativa: a cada imagem, o professor solicitava que os alunos compartilhassem o que viam e se aquilo fazia parte da realidade deles. As perguntas norteadoras utilizadas foram:

- *O que essa imagem revela sobre nossos hábitos?*
- *Vocês já se viram fazendo isso em casa?*
- *Vocês acham que todos têm o mesmo acesso à energia elétrica?*
- *Que tipo de problema pode surgir do uso excessivo de energia?*

Durante o diálogo, será ressaltado que o consumo de energia elétrica está diretamente relacionado às atividades humanas cotidianas, sendo fundamental compreender seu uso consciente, como mencionam Halliday, Resnick e Walker (2021).

Este momento estará alinhado aos referenciais teóricos utilizados, especialmente à perspectiva freiriana de que “a leitura do mundo precede a leitura da palavra” (Freire, 1996, p. 11), uma vez que o ponto de partida do processo educativo é sempre a realidade concreta do educando. Essa problematização inicial servirá como base para organizar os próximos passos, com foco na superação de concepções alternativas e na construção coletiva de saberes mais sistematizados (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2021).

Aula 2 – Questionário diagnóstico e leitura da realidade

Objetivo da aula:

Investigar os conhecimentos prévios e as práticas cotidianas dos alunos relacionadas ao consumo de energia, criando um ponto de partida concreto para os próximos momentos da sequência.

Descrição da aula:

Na segunda aula, o professor entregará aos alunos um questionário diagnóstico impresso, com perguntas simples e diretas sobre os hábitos de consumo de energia em suas casas, como:

- Por que é importante pensar no impacto do consumo de energia no meio ambiente?
 - Como o consumo de energia pode aumentar os custos para uma família ou uma empresa?
 - Você acha que as ações individuais podem realmente influenciar o consumo global de energia? Por quê?
 - Quais hábitos do dia a dia mais desperdiçam para o desperdício de energia?
 - De que forma a economia de energia pode beneficiar o meio ambiente a curto e longo prazo?
- Antes do preenchimento, ele lerá cada questão em voz alta, explicando os objetivos da atividade e deixando claro que não haverá certo ou errado, pois o intuito será conhecer melhor a realidade

de cada um. À medida que os alunos forem respondendo, o professor circulará pela sala, interagindo de forma informal e escutando observações pontuais.

O professor também retomará a discussão iniciada na aula anterior sobre a origem da energia elétrica. Ele perguntará aos alunos sabem de onde vem a energia consumida em suas casas e conduzirá a conversa para que identifiquem as principais fontes utilizadas no Brasil, como hidrelétricas e termoeletricas. Reforçará que o modo como a energia é gerada também causa impactos ambientais, como o desmatamento para construção de usinas ou a emissão de poluentes por fontes fósseis. Relacionará esses pontos com algumas respostas do questionário, mostrando que não se trata apenas de quanto consumimos, mas também de como e a que custo essa energia é produzida. Essa intervenção manterá viva a dimensão crítica e ambiental da proposta, preparando o terreno para os conteúdos das próximas aulas.

MOMENTO 2 – ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

Objetivo Geral do Momento:

Compreender, de forma crítica, os conceitos científicos relacionados à energia elétrica, consumo e eficiência energética, promovendo a análise da realidade por meio da leitura de dados e cálculos simples, com base nas vivências dos alunos.

Aula 3 – Entendendo o consumo e a conta de energia

Objetivo da aula:

Analisar o consumo de energia elétrica no contexto doméstico por meio da leitura e interpretação de faturas reais, articulando o conhecimento empírico dos alunos com fundamentos da Física.

Descrição da aula:

O professor iniciará a aula retomando os principais pontos discutidos anteriormente sobre os hábitos de consumo. Ele organizará os alunos em grupos e solicitará que compartilhem as contas de luz reais trazidas de casa. Conduzirá uma leitura orientada da fatura, explicando os principais elementos: kWh, tarifas, bandeira tarifária, consumo total, valor da conta e mês de referência. No quadro, destacará essas informações e pedirá que os grupos registrem os dados em uma tabela.

Em seguida, o professor introduzirá a fórmula $E = P \times t$, explicando o conceito de potência elétrica de forma dialogada. Utilizará exemplos como o chuveiro elétrico, construindo os cálculos coletivamente no quadro. Estimulará os alunos a trazerem exemplos próprios e circulará pela sala para esclarecer dúvidas. Ao final, retomará a discussão sobre produção de

energia elétrica com perguntas como: “Se todos nós aumentamos nosso consumo, de onde virá essa energia a mais?”. Isso abrirá espaço para refletir sobre os limites das fontes convencionais e seus impactos ambientais. O professor destacará que além do custo financeiro, há um custo ambiental e social embutido na forma como produzimos energia.

Aula 4 – Cálculo do consumo dos aparelhos da casa

Objetivo da aula:

Introduzir os conceitos de potência e energia elétrica no cálculo do consumo mensal dos aparelhos domésticos mais comuns, utilizando dados reais e estimulando o raciocínio matemático.

Descrição da aula:

O professor organizará os alunos em grupos e entregará uma tabela com potências médias de diversos aparelhos elétricos. Cada grupo escolherá aparelhos utilizados em casa e registrará a potência, o tempo médio de uso diário e o consumo mensal estimado com base na fórmula $E = P \times t \times \text{dias}$. Os alunos utilizarão calculadoras ou celulares para os cálculos, com orientação constante do professor.

No quadro, reforçará conceitos da Física, como unidade de medida e consumo de energia elétrica. Circulará entre os grupos, corrigindo equívocos e incentivando o raciocínio crítico. Ao final da aula, o professor perguntará: “Vocês acham que o meio ambiente sente esse consumo?” e promoverá um breve debate sobre os impactos ambientais do uso prolongado de aparelhos de alta potência. Ressaltará que os cálculos não servem apenas para entender contas, mas também para refletir sobre escolhas sustentáveis.

Por meio dos diálogos em sala, emerge os conceitos da física, principalmente os princípios de Halliday, Resnick e Walker (2021), onde sinalizam que a energia elétrica é definida como a capacidade de um sistema realizar trabalho, e seu uso doméstico está associado à conversão dessa energia em calor, luz e movimento, de acordo com o tipo de equipamento.

- Planilha modelo impressa para registro dos dados (Apêndice 3)

MOMENTO 3 – SISTEMATIZAÇÃO DA APRENDIZAGEM

Objetivo Geral do Momento:

Consolidar o conhecimento científico adquirido por meio de uma proposta prática, crítica e socialmente significativa, promovendo a transformação da realidade e o exercício da cidadania ativa.

Aula 5 – Proposta de redução de 5% na conta de energia

Objetivo da aula:

Utilizar os conhecimentos sobre consumo de energia para elaborar estratégias reais e viáveis de economia, visando a redução de pelo menos 5% na fatura mensal de energia elétrica da residência dos alunos.

Descrição da aula:

O professor iniciará a aula relembrando os cálculos realizados na aula anterior. Ele pedirá que os alunos retomem suas tabelas e lançará um desafio prático: simular uma redução de pelo menos 5% na fatura mensal de energia. Cada grupo escolherá aparelhos com maior impacto e proporá estratégias de economia realistas, recalculando o consumo total e o valor da conta com base nas estratégias escolhidas por eles.

Os estudantes registrarão os resultados e as estratégias adotadas. O professor destacará que o mais importante será pensar em mudanças de hábito possíveis e sustentáveis. Ao final da atividade, ele conduzirá uma conversa sobre o sentido mais amplo da economia de energia. Perguntará: “Será que economizar energia é só pagar menos?” e “Quem mais se beneficia quando mudamos nossos hábitos de consumo?”.

O professor retomará as práticas calculadas e mostrará que ações como reduzir o tempo de banho ou trocar lâmpadas por LED geram impacto financeiro e ambiental real. Por exemplo, se um grupo simular a troca de cinco lâmpadas de 60 W por LEDs de 10 W, com uso de 5 horas por dia, verificará uma economia de 75 kWh/mês, o que representa cerca de R\$ 60,00. Essa atividade permitirá articular a eficiência energética (Halliday et al., 2021) à aplicação crítica do conhecimento (Delizoicov et al., 2011).

Por meio dessa iniciativa, fica evidente que a utilização prática do conhecimento é o momento em que o educando é instado a intervir criticamente na realidade (Delizoicov et al., 2021).

Aula 6 – Elaboração e divulgação de banners digitais de conscientização

Objetivo da aula:

Produzir e divulgar materiais de conscientização sobre o consumo responsável de energia, promovendo a disseminação do conhecimento científico e a mobilização social por meio de ações concretas.

Descrição da aula:

O professor iniciará a aula com uma roda de conversa, resgatando a pergunta norteadora: “Como vocês acham que o consumo de energia elétrica impacta nossas vidas e o meio

ambiente?” e proporá que os grupos produzam um banner digital de conscientização. Os materiais deverão conter dados reais, frases de impacto, imagens e estratégias de economia viáveis para o cotidiano.

Os estudantes utilizarão celulares, ao final, cada grupo apresentará seu banner e explicará sua mensagem. O professor incentivará a divulgação nas redes sociais ou em outros espaços da comunidade escolar. Encerrará a aula destacando que a ciência, quando compartilhada, se transforma em ação social. Ressaltará que mudar hábitos de consumo é também exercer responsabilidade ambiental e cidadania, sintetizando o percurso da sequência em uma prática transformadora e comunicativa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta e analisa os principais resultados e discussões obtidos ao longo do desenvolvimento da pesquisa. Os dados foram organizados mediante a descrição da sequência didática construída com base na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2021) e dos pressupostos freirianos sobre educação dialógica e transformadora (Freire, 1996) e a análise da realização dessa proposta com estudantes do 3º ano do Ensino Médio. As análises qualitativas são conduzidas à luz dos referenciais teóricos discutidos nos capítulos anteriores, buscando evidenciar os sentidos construídos pelos alunos, as aprendizagens mobilizadas e os indícios de transformação de sua relação com o conhecimento científico e com as questões socioambientais.

3.1. Primeiro momento Pedagógico – Problematização da realidade

A intervenção foi implementada ao longo de três encontros, cada um representando uma fase dos 3MP. Ressalta-se que, por se tratar de estudantes menores de idade, todas as identidades foram preservadas, sendo os participantes identificados por números a fim de assegurar o cumprimento dos princípios éticos previstos na Resolução CNS nº 510/2016.

A primeira etapa da intervenção pedagógica teve como foco a problematização inicial, um momento essencial no desenvolvimento da proposta didática baseada nos Três Momentos Pedagógicos, conforme delineado por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2021). Esse momento buscou instigar os estudantes à reflexão crítica a partir de situações concretas do cotidiano, relacionadas ao tema central da sequência didática: o consumo doméstico de energia elétrica e seus impactos sociais, econômicos e ambientais.

A problematização foi desencadeada com a exibição de uma imagem provocativa⁵ (imagem disponível no slide indicado no link do rodapé), sobre desperdício de energia em ambientes residenciais, a atividade também incluiu a apresentação de um vídeo sobre produção e fontes renováveis. No primeiro encontro, os estudantes também foram expostos a situações-problema cotidianas relacionadas ao desperdício de energia. Nesse momento, surgiram falas espontâneas dos alunos, como a do estudante 04⁶:

“Eu não tinha parado para pensar que deixar o carregador na tomada também gasta energia.”

Tal percepção inicial revela a eficácia da problematização para despertar a reflexão crítica sobre hábitos enraizados.

Muitos estudantes demonstraram não saber o valor aproximado da conta de luz em suas residências e não conseguiam identificar corretamente os aparelhos com maior consumo de energia. Expressões como "a energia vem da água" ou "o ventilador não gasta quase nada" foram recorrentes. Um dos estudantes (Aluno 14), por exemplo, afirmou: "Acho que energia é uma coisa que vem da água e chega pelos fios, mas não sei como ela é feita". Já o Aluno 09 declarou: "Nunca reparei quanto vem a contar de luz. Só sei que minha mãe reclama que é muito caro". Essas falas são representações de uma percepção descolada da realidade econômica e de uma falta de atribuição de responsabilidade pessoal no uso racional da energia.

Conforme os dados abaixo no quadro 2, apresentamos uma síntese das percepções iniciais obtidas durante essa etapa.

Quadro 2. Noções iniciais sobre energia elétrica

Questão investigada	Respostas mais comuns	Frequência
O que é energia elétrica?	"Vem da água", "algo que liga as coisas"	17
Quanto custa a conta de luz?	"Não sei", "minha mãe que paga", "muito cara"	20
Aparelhos que mais consomem energia?	"Geladeira", "ar-condicionado", "chuveiro", "TV"	25

Fonte: (dados da pesquisa)

⁵ Link disponibilizado para acesso a todos os materiais pedagógicos utilizados e produzidos durante a intervenção didática: <https://drive.google.com/drive/folders/1Gumewr6oNeCINCYdsSIBSAOrhoJn9Mv>

⁶ Para preservar a identidade dos participantes e respeitar as diretrizes éticas estabelecidas pela Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, todos os estudantes foram identificados por números. Essa decisão visa garantir o anonimato dos sujeitos da pesquisa, uma vez que a turma era composta por menores de idade.

Os recursos visuais exibidos nos slides como recurso visual, cumpriu papel fundamental na mobilização das experiências prévias dos alunos e na emergência de questionamentos espontâneos, alinhando-se ao princípio de contextualização defendido por Delizoicov et al. (2002). A seguir, apresenta-se a imagem do slide utilizado na figura 3.

Esse recurso foi selecionado com o objetivo de mobilizar os conhecimentos prévios dos alunos e, ao mesmo tempo, provocar questionamentos.

Figura 3. Slide introdutório utilizado na problematização.



Fonte: (elaborada pelo autor)

Durante a exibição, foi pontuado oralmente perguntas como: “De onde vem essa energia que usamos?”, “Como ela é produzida?” e “Qual dessas fontes vocês acham que causa mais impacto ambiental?”.

A apresentação do slide suscitou questionamentos imediatos entre os estudantes, que se reconheceram nas situações representadas e passaram a compartilhar experiências cotidianas relacionadas ao desperdício de energia. Esse engajamento inicial demonstrou a efetividade da abordagem problematizadora, ao permitir que os discentes estabelecessem conexões entre o conteúdo escolar e suas realidades sociais. Conforme defendem Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2021), a problematização deve partir da realidade vivida pelos sujeitos, para que a aprendizagem se torne significativa e crítica.

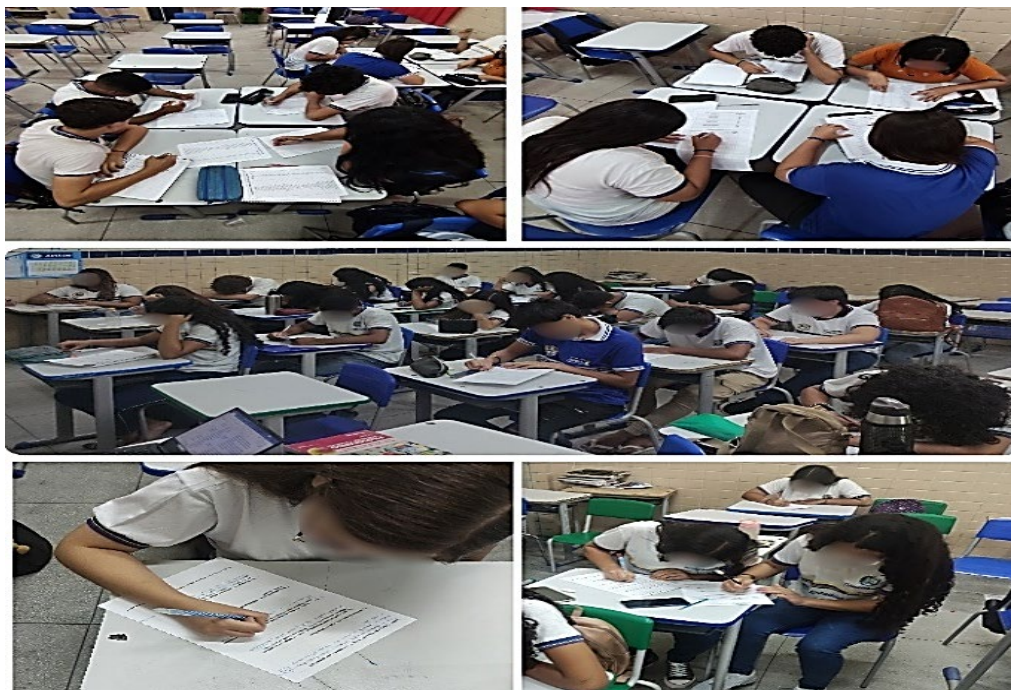
Nesse contexto, observou-se que os alunos se sentiram provocados a investigar as causas da alta no consumo de energia em suas residências, o que motivou a formulação de perguntas orientadoras da investigação científica ao longo dos demais momentos pedagógicos.

Nesse momento, os alunos também foram convidados a responder a um questionário diagnóstico com questões abertas descrito no Apêndice 2, que exploravam suas percepções

sobre o uso da energia em suas casas, a origem da eletricidade e o que conheciam sobre seus impactos ambientais.

A figura 4, a seguir, apresenta uma seleção de imagens que evidenciam o envolvimento dos educandos durante uma das atividades de intervenção didática, como o preenchimento do questionário

Figura 4. Estudantes durante os momentos de intervenção didática⁷.



Fonte: (dados da pesquisa)

Os registros fotográficos⁸ que mostram os(as) alunos(as) da EREM Dr. Walmy Campos Bezerra engajados(as) nas atividades propostas, como o preenchimento dos questionários. A presença ativa deles e a forma como se dedicaram às tarefas demonstram não apenas o interesse pela temática trabalhada, mas também o potencial formativo das metodologias participativas adotadas. Os registros revelam uma experiência significativa de aprendizagem, ancorada na realidade dos discentes e na construção coletiva de conhecimento crítico.

A análise das respostas revelou um panorama relevante sobre o nível de consciência dos estudantes.

⁷ Link disponibilizado para acesso a todos os materiais pedagógicos utilizados e produzidos durante a intervenção didática: <https://drive.google.com/drive/folders/1Gumewr6oNeCINCYdsSIBSAOrholJn9Mv>

⁸ Link disponibilizado para acesso a todos os materiais pedagógicos utilizados e produzidos durante a intervenção didática: <https://drive.google.com/drive/folders/1Gumewr6oNeCINCYdsSIBSAOrholJn9Mv>

“Eu nunca tinha parado pra pensar que deixar o carregador na tomada gastava energia mesmo sem estar carregando.” (Aluno 07)

“Na minha casa, ninguém nunca falou sobre economizar energia. A gente só paga a conta e pronto.” (Aluno 12)

Outros estudantes demonstraram espanto ao relacionar os dados apresentados com a sua própria realidade:

“A gente vive dizendo que a conta vem alta, mas agora entendo que é por causa de coisas simples que a gente faz errado todos os dias.” (Aluno 18)

“Nunca imaginei que o chuveiro elétrico gastava tanto. A gente usa até pra lavar o banheiro!” (Aluno 21)

As discussões mostraram-se potentes ao revelar a invisibilidade social do consumo energético entre os jovens, especialmente os de classes populares. Muitos demonstraram inquietação com as descobertas, como evidencia o relato:

“Agora eu tô pensando se dá mesmo pra mudar, porque minha mãe sempre diz que não tem o que fazer, é o jeito da gente viver.” (Aluno 05)

As falas evidenciam que, embora exista um conhecimento intuitivo sobre a origem da energia, ainda há lacunas significativas na compreensão de seus desdobramentos ambientais e econômicos. Essa constatação reforça a importância da problematização como ponto de partida para um processo educativo que valorize a articulação entre ciência, tecnologia e sociedade.

O quadro 3 abaixo resume os principais estímulos utilizados e as reações predominantes observadas entre os alunos.

Quadro 3. Recursos educacionais

Estímulo Utilizado	Reação dos Alunos
Imagem de desperdício energético em residência.	Curiosidade sobre o uso exagerado de equipamentos
Diálogo sobre o que causa aumento da energia elétrica	Reclamações sobre o custo da conta e interesse por economizar
Questionário diagnóstico ⁹	Relatos de práticas cotidianas e dúvidas sobre a geração de energia

Fonte: (dados da pesquisa)

⁹ Link disponibilizado para acesso a todos os materiais pedagógicos utilizados e produzidos durante a intervenção didática: <https://drive.google.com/drive/folders/1Gumewr6oNeCINCYdsSIBSAOrholJn9Mv>

Esse conjunto de estratégias possibilitou a construção de um ambiente de aprendizagem participativo, no qual os alunos se sentiram provocados a refletir sobre suas próprias práticas e sobre o papel da ciência na compreensão da realidade. Como reforça Freire (1996), “ensinar exige o reconhecimento e a assunção da identidade cultural dos educandos”, e a problematização se mostrou uma ferramenta poderosa para aproximar o conteúdo escolar da vivência dos estudantes.

A tabela 5 apresenta as principais questões elaboradas pelos discentes, organizadas segundo os eixos temáticos identificados na análise qualitativa das falas.

Tabela 5. Questões formuladas pelos estudantes e categorias temáticas correspondentes durante o momento de problematização.

Pergunta formulada	Categoria temática
De onde vem a energia que usamos?	Conhecimento científico
O que faz a conta de energia ficar cara?	Economia e sociedade
Como posso economizar energia?	Prática cotidiana
A energia elétrica polui o meio ambiente?	Responsabilidade ambiental

Fonte: (dados da pesquisa)

Observa-se que as perguntas elaboradas pelos estudantes transcendem aspectos meramente técnicos da energia elétrica, demonstrando interesse por temas interdisciplinares como ciência, economia, meio ambiente e prática social. Essa variedade temática revela um engajamento inicial significativo, que serviu de base para o desenvolvimento dos momentos seguintes da intervenção didática. O levantamento dessas questões permitiu orientar a construção do conhecimento, respeitando os interesses do grupo e garantindo a relevância pedagógica do conteúdo abordado.

Na sequência, o segundo momento pedagógico é abordado, revelando como os conhecimentos levantados nesta etapa foram aprofundados e sistematizados no decorrer da intervenção.

3.2. Segundo momento pedagógico - Estruturação do Conhecimento

O segundo momento da intervenção consistiu na sistematização dos conhecimentos científicos relacionados à energia elétrica, ao funcionamento de eletrodomésticos, às formas de geração e à eficiência energética. Para isso, foi adotada uma abordagem investigativa,

dialogando constantemente com as experiências pessoais dos alunos e com os dados coletados nas atividades.

Foram propostas aulas expositivas dialogadas com uso de slides e materiais produzidos especificamente para a intervenção, como tabelas de consumo (Apêndice 3) de eletrodomésticos e simulações com contas de energia elétrica reais. Os estudantes trabalharam com as informações contidas no esquema abaixo, que apresentava a potência dos aparelhos, o tempo médio de uso diário e o consumo mensal estimado em kWh, aplicando a fórmula:

$$\text{Energia (kWh)} = \frac{\text{Potência (W)} \times \text{Tempo de uso diário (h)} \times \text{dias}}{1000}$$

A atividade permitiu que os alunos compreendessem do ponto de vista da Física o impacto dos seus hábitos, despertando neles um olhar mais atento sobre comportamentos cotidianos. Muitos se surpreenderam ao perceber que o chuveiro elétrico e o ferro de passar roupas eram, em geral, os aparelhos mais impactantes no consumo mensal como mostra a tabela 6.

Tabela 6. Consumo estimado de eletrodomésticos (exemplo usado em sala)

Aparelho	Potência (W)	Uso diário (h)	Consumo mensal (kWh)
Geladeira	150	24	108,0
Chuveiro elétrico	5500	0,5	82,5
Ventilador	100	8	24,0
Ferro de passar	1000	0,3	9,0

Fonte: (dados da pesquisa)

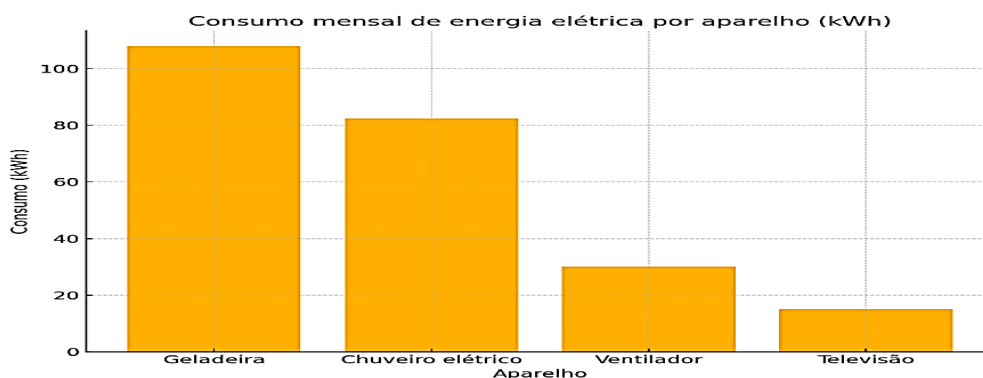
Essa tabela reforça o aprendizado conceitual e evidencia como a Física foi utilizada de forma significativa na prática educativa. A atividade consistiu na análise de eletrodomésticos comuns no cotidiano dos alunos, com base em dados reais de potência em watts, tempo médio de uso diário em horas e o consequente consumo mensal de energia em kWh. Os estudantes realizaram os cálculos do consumo mensal de cada aparelho, desenvolvendo habilidades de conversão de unidades e interpretação de fórmulas. A discussão extrapolou os números e abordou a diferença entre potência e energia, a importância da eficiência energética, o uso do selo Procel como critério de escolha consciente de equipamentos, e o papel das fontes alternativas de energia na redução dos impactos ambientais e na promoção do uso responsável dos recursos.

Além disso, foi realizada uma leitura crítica de uma conta real de energia elétrica, trazida para a sala de aula com o intuito de aproximar o conteúdo escolar da realidade das famílias. Durante essa análise, os alunos observaram e discutiram elementos como o valor da tarifa de energia por kWh, o consumo do mês atual e do mês anterior, os tributos incidentes como ICMS e PIS/COFINS¹⁰, o custo da iluminação pública e o gráfico de variação do consumo mensal. Também foi promovida uma comparação entre o consumo real da residência e o consumo estimado a partir dos eletrodomésticos estudados em sala. A atividade proporcionou aos alunos autonomia para compreender seus próprios gastos familiares e refletir sobre práticas de economia no ambiente doméstico. Muitos relataram surpresa com certos valores, como o custo do ventilador ligado por longas horas, e demonstraram entusiasmo em compartilhar o aprendizado com seus familiares, fortalecendo a integração entre o conhecimento escolar e a vivência cotidiana.

O envolvimento dos alunos foi significativo. Em suas anotações, surgiram expressões como “*não sabia que deixar o ventilador ligado o dia inteiro custava tanto*” e “*vou mostrar isso em casa para meus pais*”. Tais manifestações sinalizam que o conhecimento construído ultrapassou a mera abstração conceitual, aproximando-se do que Freire (1996) caracteriza como uma educação emancipadora, voltada à prática da liberdade.

A partir desses dados, foi possível elaborar o gráfico 4 que sintetiza os aparelhos que mais consomem energia, promovendo uma leitura visual imediata:

Gráfico 4. Consumo mensal estimado de energia elétrica por aparelho



Fonte: (dados da pesquisa)

¹⁰ ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) é um tributo estadual, e PIS/COFINS (Programas de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público / Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social) são contribuições federais incidentes sobre o consumo. Esses encargos estão presentes nas contas de energia elétrica e impactam o valor final pago pelos consumidores. Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/> Acesso em: jul. 2025.

Essas atividades despertaram nos estudantes um olhar mais crítico sobre seus próprios hábitos de consumo. O Aluno 07 afirmou: "Nunca imaginei que o ventilador pudesse gastar tanto, mas agora vou usar só o tempo necessário". Da mesma forma, o Aluno 20 comentou: "O chuveiro lá em casa é elétrico e a gente usa duas vezes por dia. Fizemos a conta e vimos que ele é o campeão do gasto de energia".

3.3. Terceiro momento pedagógico - Realização transformadora

No terceiro momento pedagógico, os estudantes foram desafiados a realizar os conhecimentos construídos ao longo da intervenção por meio de atividades práticas, colaborativas e criativas. A etapa culminante consistiu na elaboração de planos de ação voltados à redução do consumo de energia elétrica em seus próprios lares, com base nas análises e aprendizados desenvolvidos nas etapas anteriores. Organizados em equipes, os estudantes preenchem fichas contendo:

- Identificação dos principais utensílios utilizados em casa;
- Estimativa do consumo de cada aparelho;
- Hábitos considerados inadequados;
- Propostas de mudança com justificativas fundamentadas em dados.

Depois cada grupo elaborou banners digitais informativos. Essas produções estão ilustradas nas Figuras 5, 6, 7 e 8.

Esses banners foram compartilhados também nas redes sociais dos alunos, o que fortaleceu a dimensão comunicativa da atividade e ampliou sua relevância social.

Figura 5. Banner 1



Figura 6. Banner 2



Fonte: (Elaborado pelos estudantes)

Figura 7. Banner 3



Figura 8. Banner 4



Fonte: (Elaborado pelos estudantes)

A culminância da intervenção deu-se nessa terceira fase. A atividade não apenas consolidou os conteúdos trabalhados, mas também fomentou o protagonismo juvenil. Destaca-se o relato do Estudante 11, ao apresentar sua proposta.

“Nossa ideia foi criar uma campanha para ensinar os vizinhos como economizar energia e também como usar a luz solar em casa.”

Tal iniciativa demonstra como os estudantes foram capazes de internalizar e transpor os conceitos aprendidos para o contexto social mais amplo.

O impacto da realização dos 3MP também foi registrado na adesão e engajamento dos alunos ao longo das etapas. Verificou-se uma melhora progressiva na participação e na complexidade das respostas dissertativas ao longo das atividades.

Como evidenciado no decorrer da intervenção, a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos não apenas proporcionou a apropriação dos conteúdos científicos de forma contextualizada, mas também potencializou o engajamento dos(as) estudantes como protagonistas do processo formativo, em consonância com os pressupostos da educação dialógica de Freire (1996).

A tabela 7 apresenta uma síntese das ações mais recorrentes nos planos desenvolvidos, organizadas por categorias temáticas e frequência entre os participantes. A culminação do terceiro momento pedagógico evidenciou a capacidade dos estudantes de sistematizar os

conhecimentos adquiridos e propor soluções práticas e realistas, revelando a compreensão uma crítica.

Tabela 7. Ações propostas pelas equipes nos planos de economia

Ação proposta	Frequência entre os grupos	Categoria
Reduzir tempo do banho com chuveiro	5 de 6 grupos	Mudança de hábito
Trocar lâmpadas incandescentes por LED	4 de 6 grupos	Tecnologia eficientes
Desligar TV e roteador ao dormir	3 de 6 grupos	Comportamento
Usar a luz natural durante o dia	2 de 6 grupos	Prática ambiental

Fonte: (dados da pesquisa)

A análise dos planos elaborados pelos estudantes evidencia um comprometimento coletivo com mudanças de comportamento, especialmente no que se refere ao uso consciente de recursos. Essa mobilização demonstra o protagonismo estudantil na busca por alternativas mais econômicas e eficientes no contexto familiar. Ao desenvolverem uma leitura crítica da conta de energia, os alunos não apenas compreenderam os dados técnicos presentes no documento, mas também questionaram as estruturas de cobrança, os tributos aplicados e o impacto do consumo nas finanças domésticas.

Esse processo dialógico, em que a realidade concreta foi problematizada e utilizada como ponto de partida para a aprendizagem, reflete os princípios freirianos de uma educação emancipadora (Freire, 2019). Como afirmam Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2021), a investigação da realidade vivida pelos estudantes permite a ressignificação do currículo escolar e a construção coletiva de conhecimentos significativos. Nesse sentido, os planos de ação elaborados pelos alunos materializam uma etapa transformadora do processo educativo, na qual o conhecimento científico, articulado ao cotidiano, impulsiona atitudes críticas e responsáveis diante dos desafios socioambientais vividos pelas famílias.

As discussões geradas pelas perguntas problematizadoras permitiram aos estudantes refletir sobre seus próprios hábitos e compreender com mais clareza os impactos do consumo energético em suas vidas e no meio ambiente. As falas a seguir no quadro 4 foram selecionadas por representarem percepções recorrentes e reveladoras do processo de conscientização promovido ao longo da atividade.

Quadro 4. Posicionamentos dos estudantes mediante os conteúdos

O estudante número 1 sintetizou: “Economizar energia não é só pagar menos, é também cuidar do planeta”.

O número 2: “Minha mãe não sabia o que era kWh, agora ela entende porque a conta aumentou”

(registro espontâneo em atividade final)

O número 3: “Antes eu achava que era só apagar a luz, mas agora entendi que meu ventilador gasta muito”

(reflexão durante montagem do cartaz)

Fonte: (dados da pesquisa)

A partir do contato com dados reais sobre consumo de energia e das discussões guiadas, os estudantes passaram a questionar práticas anteriormente naturalizadas, o que sinaliza a emergência de uma postura mais ativa e consciente diante das questões socioambientais. Tais manifestações refletem o êxito da intervenção em promover o reconhecimento de responsabilidades individuais e coletivas na gestão dos recursos energéticos.

A seguir, apresenta-se a tabela 8, elaborada a partir dos dados que foram utilizados com os alunos em sala de aula, ela sintetiza os aparelhos com maior consumo médio mensal (kWh) nas residências dos(as) participantes.

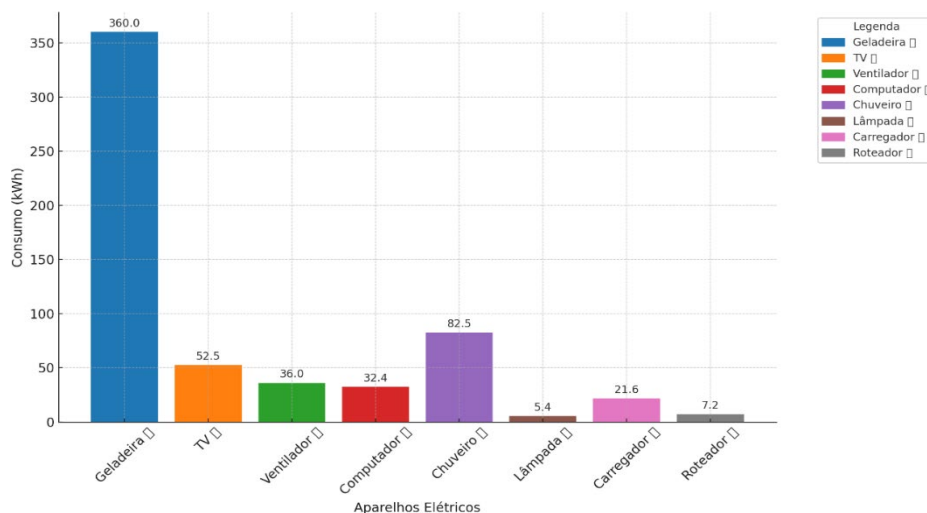
Tabela 8. Consumo médio mensal dos principais aparelhos elétricos em residências estudadas

Aparelho	Potência Média (W)	Média de Uso (h/dia)	Dias/mês	Consumo Médio (kWh)
Geladeira duplex	500	24	30	360,0
Ar-condicionado	7500	8	30	1800,0
Computador	300	8	30	72,0
Ventilador	150	12	30	54,0
Ferro elétrico	1000	1	20	20,0

Fonte: (Dados obtidos durante a intervenção pedagógica realizada com estudantes do 9º ano do ensino médio, no âmbito desta pesquisa (2024)).

O gráfico 5 representa visualmente os dados da tabela 8 facilitando a análise comparativa entre os aparelhos.

Gráfico 5. Consumo médio mensal (em kWh) dos principais aparelhos elétricos apontados pelos estudantes.



Fonte: (dados da pesquisa)

Para tornar mais visível o impacto dessas práticas no consumo, durante a simulação de economia (Aula 5), cada grupo foi orientado a recalculer o consumo de determinados aparelhos com base em estratégias específicas, como reduzir o tempo de uso do chuveiro elétrico, substituir lâmpadas incandescentes por LED e desligar equipamentos da tomada. Por exemplo, um dos grupos simulou a troca de cinco lâmpadas incandescentes de 60 W por LEDs de 10 W, com uso diário de 5 horas durante 30 dias. O resultado foi uma economia de 75 kWh/mês, o que representou aproximadamente R\$ 60,00 na conta de energia, considerando a tarifa média indicada nas faturas comprovadas. Essas comparações foram feitas com base na tabela de potências utilizadas em sala, e os cálculos foram apresentados e discutidos coletivamente.

Ao final, os estudantes entenderam, na prática, que desligar aparelhos da tomada ou optar por tecnologias mais eficientes não são apenas boas ideias abstratas, mas medidas concretas com impacto financeiro e ambiental real. O contato com essas informações aconteceu tanto nas aulas de organização do conhecimento quanto nos momentos de elaboração das propostas, apoiado por discussão em grupo e mediação constante do professor. A abordagem progressiva o princípio de que “a eficiência energética é alcançada pela redução do consumo sem perda de funcionalidade” Halliday, Resnick e Walker (2021), articulada à perspectiva pedagógica de que “a realização do conhecimento é o momento em que o educando é instado a intervir criticamente na realidade” Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2021).

Esse desdobramento reforça a concepção de educação como prática social e cultural, alinhada à perspectiva emancipatória defendida por Delizoicov et al. (2021), em que o

conhecimento científico, uma vez apropriado, pode gerar mudanças reais nas práticas cotidianas.

A culminância do trabalho desenvolvido com os(as) estudantes podem ser observada não apenas nos dados obtidos, mas também nos registros visuais que documentam os momentos de engajamento e produção em sala de aula. Esses registros reforçam o caráter participativo da proposta e a apropriação crítica dos conteúdos por parte dos discentes.

A análise qualitativa dos dados obtidos por meio das falas dos estudantes, dos planos de ação elaborados e dos materiais visuais produzidos permitiu identificar efeitos formativos relevantes resultantes da intervenção. Esses efeitos foram organizados em três categorias principais, que expressam diferentes níveis de envolvimento dos participantes com os conteúdos trabalhados, os desafios propostos e as mudanças de atitude observadas ao longo da prática pedagógica. As categorias emergentes estão sistematizadas na tabela 9, o qual apresenta uma síntese das dimensões qualitativas centrais observadas durante a investigação.

Tabela 9. Síntese das categorias qualitativas emergentes na intervenção

Categoria emergente	Descrição
Conscientização crítica	Compreensão dos impactos ambientais e econômicos do consumo de energia elétrica e reconhecimento da responsabilidade individual e coletiva.
Mobilização do conhecimento	Capacidade de estimar o consumo doméstico, interpretar dados e propor soluções baseadas em evidências.
Transformação social	Mudanças práticas no cotidiano familiar, como desligar aparelhos e influenciar membros da casa a adotarem novos hábitos eficientes.

Fonte: (dados da pesquisa)

Essas categorias não apenas traduzem os efeitos da intervenção sobre os(as) estudantes, mas também se alinham aos pressupostos da abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), que valoriza o conhecimento como instrumento de interpretação e transformação da realidade (Santos, 2020; Angotti, 2021). Observou-se que a aprendizagem se estendeu para além dos conteúdos de Física, promovendo o desenvolvimento de uma consciência crítica, participativa e eficientes, conforme previsto nos objetivos da proposta pedagógica.

Por fim, cabe destacar que a intervenção evidenciou o papel do ensino de Ciências como um espaço privilegiado para o exercício da cidadania, da criticidade e da autonomia. A análise qualitativa dos dados demonstrou que, quando respeitados os saberes prévios e mobilizados os interesses dos estudantes, a escola pode ser um lugar de produção de conhecimento relevante, situado e transformador.

Do ponto de vista metodológico, a estrutura da sequência didática mostrou-se funcional e compatível com a rotina escolar. A divisão em três momentos, problematização, organização do conhecimento favoreceu a construção de um percurso coerente de aprendizagem, com início na realidade dos(as) estudantes, desenvolvimento do conteúdo e posterior intervenção prática. A flexibilidade da metodologia permitiu adaptações às características específicas da turma e da escola, como o tempo disponível, o perfil sociocultural dos discentes e as condições materiais do ambiente de ensino. Ainda que o número de aulas destinado à intervenção tenha sido limitado, foi possível cumprir os objetivos propostos, o que reforça a exequibilidade da abordagem.

Outro fator que contribuiu para a viabilidade da pesquisa foi a acessibilidade dos recursos utilizados. As atividades não demandaram materiais de alto custo ou equipamentos sofisticados. Foram utilizadas planilhas simples, folhas de papel, canetas, lápis, vídeos curtos, slides e contas de energia elétrica reais, além de acesso pontual à internet. Esses recursos permitiram um trabalho significativo mesmo em um contexto escolar com infraestrutura limitada. A adesão dos educandos foi outro indicativo importante da exequibilidade. A metodologia participativa favoreceu o engajamento, despertou o interesse e promoveu a autoria nas produções. A escuta atenta, o uso de linguagem acessível e a valorização do conhecimento prévio foram elementos fundamentais para essa adesão, corroborando as orientações de Freire (1996), que destaca a importância de uma educação dialógica e situada.

A experiência prática demonstrou que é possível realizar uma pesquisa interventiva com rigor metodológico mesmo em ambientes com restrições estruturais, desde que haja sensibilidade pedagógica, planejamento cuidadoso e abertura ao diálogo. Além disso, a abordagem baseada nos Três Momentos Pedagógicos demonstrou ser um potente instrumento formativo, pois a problematização inicial permitiu a ativação dos saberes prévios dos(as) estudantes, frequentemente pautados em vivências cotidianas e concepções do senso comum. Esse movimento inicial dialoga com a proposta de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), ao defenderem que a aprendizagem significativa nasce do confronto entre o conhecimento cotidiano e os saberes científicos.

A organização do conhecimento, centrada na construção coletiva e na mobilização de conceitos científicos, proporcionou um avanço notável na linguagem e na argumentação dos(as) participantes e a prática dos saberes, por meio da elaboração de planos de ação e da análise crítica de contextos reais, contribuiu para a consolidação dos conteúdos trabalhados e demonstrou, na prática, o caráter emancipador e transformador da educação científica crítica, conforme propõem Freire (1996) e Carvalho (2004).

Portanto, a exequibilidade da pesquisa foi confirmada a partir de três eixos principais: a adaptação metodológica ao contexto escolar, a mobilização dos estudantes e a efetividade dos resultados obtidos. Esses elementos demonstram que é possível, sim, promover um ensino de Física crítico, contextualizado e transformador, mesmo diante de desafios materiais e estruturais. A continuidade e ampliação de experiências como esta dependem do investimento em políticas públicas que valorizem a formação docente, a autonomia pedagógica e o protagonismo discente no processo educativo.

Durante a organização do conhecimento, observou-se um avanço significativo no repertório conceitual e na apropriação da linguagem científica pelos(as) estudantes, houve incorporação de termos como "potência elétrica", "quilowatt-hora", "eficiência energética" e "stand-by", além da compreensão da fórmula de cálculo do consumo. Essa apropriação conceitual não se deu de forma meramente mecânica, mas foi mediada por vivências práticas e contextualizadas, conforme apontam os relatos dos estudantes e em consonância com a perspectiva de ensino investigativo e dialógico, defendida por Sasseron e Carvalho (2008).

Fala do Aluno 2: *"A gente só usava o chuveiro sem pensar. Quando fizemos o cálculo e vimos o quanto ele gasta, ficamos assustados."*

Essa percepção está alinhada aos objetivos do segundo momento pedagógico, que busca a sistematização dos saberes em diálogo com a realidade social e com os conceitos científicos formalizados, permitindo ao aluno reinterpretar suas experiências à luz de novos referenciais, como propõem Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011).

As atividades de cálculo, os banners e os planos de ação demonstraram não apenas apropriação teórica, mas também a capacidade de realizar os conhecimentos adquiridos em contextos reais, em sintonia com a proposta CTS.

A etapa de realização revelou-se decisiva para a consolidação das aprendizagens, favorecendo o desenvolvimento da autonomia crítica dos(as) estudantes, conforme enfatizado por Freire (1996), ao destacar a importância da ação como elemento constitutivo do conhecimento. Essa autonomia foi evidenciada nas propostas de intervenção prática elaboradas pelos grupos, como a substituição de lâmpadas e o controle de tempo no banho, que indicam um movimento de transformação da realidade a partir do saber escolarizado.

As ações propostas nas casas dos discentes, como a substituição de lâmpadas, o controle de tempo de banho e o desligamento de aparelhos em stand-by, representam práticas

transformadoras que ultrapassam o espaço escolar. Conforme evidenciado no quadro 5, essas atitudes foram frequentes nos planos de ação e, em muitos casos, efetivamente implementadas.

Quadro 5. Relação entre objetivo pedagógico e evidência empírica.

Objetivo pedagógico	Evidência empírica
Diagnosticar concepções prévias	Respostas vagas sobre geração e consumo de energia (tabela 1)
Apropriar-se de conceitos científicos	Uso adequado de fórmulas e linguagem técnica (tabela 2, banners)
Realizar conhecimentos na prática	Planos de ação aplicados nas residências (tabela 3)
Desenvolver criticidade e cidadania	Relatos de conscientização e mudança de hábitos (falas dos alunos)

Fonte: (dados da pesquisa)

A análise das falas dos estudantes e dos materiais produzidos sugere a emergência de uma consciência crítica a respeito da relação entre consumo energético, economia doméstica e responsabilidade ambiental. Nesse sentido, a prática pedagógica aqui relatada reforça a tese de que o ensino de Ciências pode e deve articular-se com as dimensões políticas, econômicas, sociais e ambientais da realidade dos(as) estudantes, conforme propõe Santos (2002).

3.4. Considerações sobre a avaliação da intervenção enquanto prática didática

No que tange à avaliação da intervenção enquanto prática didática, os dados apontam para a pertinência e viabilidade da proposta. A adoção de estratégias participativas, aliada à valorização dos saberes prévios e à articulação com o cotidiano dos estudantes, revelou-se fundamental para o êxito da proposta pedagógica, ao favorecer aprendizagens significativas e contextualizadas (Freire, 1996; Carvalho, 2004).

A efetividade da proposta pedagógica também pode ser verificada por meio da comparação entre as concepções e práticas dos(as) estudantes antes e depois da intervenção. A análise dos registros e depoimentos evidencia mudanças significativas nos níveis de compreensão, no uso da linguagem científica, na adoção de hábitos mais conscientes e no engajamento com as atividades propostas. Tais aspectos são sintetizados no quadro 6 na sequência, a qual permite visualizar, de forma comparativa, os principais avanços observados ao longo da experiência educativa.

Quadro 6. Comparação entre concepções e práticas antes e depois da intervenção.

Aspecto analisado	Antes da intervenção	Depois da intervenção
Conhecimento sobre energia	Visões vagas e desconectadas do cotidiano	Compreensão do ciclo da energia e seus custos
Consumo consciente	Desatenção com hábitos de uso	Adoção de práticas de economia
Linguagem científica	Termos genéricos e pouco domínio conceitual	Uso correto de fórmulas e conceitos
Participação e engajamento	Baixa expressão nas atividades	Produção ativa de Banners e planos de ação

Fonte: (dados da pesquisa)

Tais resultados reforçam o valor formativo da metodologia dos Três Momentos Pedagógicos, especialmente no ensino de Física contextualizado, ao articular problematização, construção dialógica do conhecimento e intervenção prática (Delizoicov et al., 2021).

Em síntese, a análise dos dados permite afirmar que a inserção de temas sociocientíficos no currículo de Ciências, quando conduzida por meio de estratégias metodológicas participativas, contextualizadas e dialógicas, favorece o desenvolvimento de aprendizagens significativas, o fortalecimento da cidadania ativa e o estímulo à reflexão crítica sobre os desafios sociais contemporâneos. Essa constatação vai ao encontro da proposta freiriana de uma educação como prática da liberdade (Freire, 1996), alicerçada na escuta, no diálogo e na ação transformadora.

Os dados empíricos obtidos ao longo da intervenção dialogam diretamente com os achados sistematizados na revisão de literatura, validando a coerência teórico-metodológica da proposta e demonstrando a potência da articulação entre teoria e prática no ensino de Ciências (Sasseron; Carvalho, 2008; Hodson, 2003).

Do ponto de vista da apropriação conceitual, os resultados obtidos durante a intervenção convergem com os estudos de autores como Carvalho (2004) e Sasseron e Carvalho (2008), que destacam o papel do ensino investigativo e dialógico na construção da linguagem científica e na formação de um pensamento crítico. A produção dos estudantes, expressa em banners digitais, falas e planos de ação, evidenciou avanços substanciais na apropriação conceitual e na capacidade argumentativa, especialmente na mobilização de dados, conceitos e fórmulas para sustentar posições críticas sobre consumo energético (Santos, 2002; Delizoicov et al., 2011).

Tal evolução é corroborada por Santos (2002), ao destacar que o conhecimento científico, quando apropriado criticamente, se transforma em instrumento de leitura e

intervenção sobre a realidade. Os(as) estudantes que, no início da sequência didática, demonstravam desinformação sobre os custos da energia, passaram a realizar os saberes construídos para transformar sua realidade doméstica. A produção dos planos de ação reflete uma postura ativa e autônoma, confirmando o papel da escola como promotora de cidadania.

Um ponto relevante de convergência diz respeito à importância da inserção de temas sociocientíficos no currículo escolar. Autores como Aikenhead (2006) e Hodson (2003) defendem que o ensino de Ciências deve extrapolar os limites da sala de aula e dialogar com questões ambientais, tecnológicas e sociais. A presente intervenção reforça essa premissa, ao articular conceitos físicos com questões do cotidiano dos(as) estudantes, como o uso consciente de aparelhos elétricos, a leitura da conta de luz e a escolha de fontes alternativas de energia.

Além disso, os resultados também confirmam as contribuições teóricas de Freire (1996), ao demonstrar que a educação problematizadora, pautada na escuta, na valorização dos saberes prévios e na dialogicidade, é capaz de promover aprendizagens significativas e emancipadoras. As falas dos(as) estudantes revelaram não apenas a aquisição de conhecimentos técnicos, mas também a conscientização sobre o papel que exercem como sujeitos históricos capazes de transformar sua realidade, como sinaliza no quadro 7 abaixo.

Quadro 7. Correlação entre categorias da análise qualitativa e referências teóricas.

Categoria emergente	Referência teórica associada	Evidência empírica observada
Conscientização crítica	Freire (1996); Santos (2002)	Relatos sobre mudanças de hábitos domésticos
Realização do conhecimento	Delizoicov et al. (2011); Carvalho (2004)	Cálculos de consumo, planos de ação
Conexão com a realidade	Hodson (2003); Aikenhead (2006); Santos (2002)	Temas do cotidiano nas atividades desenvolvidas
Construção de linguagem científica	Sasseron e Carvalho (2008); Freire (1996)	Uso correto de termos técnicos e conceitos

Fonte: (dados da pesquisa)

Outro ponto que merece destaque é a consonância entre os resultados da intervenção e os estudos sobre eficiência energética e sustentabilidade abordados na revisão bibliográfica. Pesquisas como as de Buges et al. (2014), Baquero e Quesada (2016) e Recalde, Zabaloy e Guzowski (2018) evidenciam a importância de estratégias educativas voltadas para o uso racional da energia, especialmente em contextos residenciais. A intervenção realizada nesta

dissertação contribui nesse sentido, ao promover ações concretas que resultaram em mudanças perceptíveis nos hábitos familiares dos(as) estudantes.

Conclui-se que os resultados empíricos corroboram os pressupostos teóricos que fundamentaram esta pesquisa. A correlação entre os dados obtidos e a literatura revisada confere robustez metodológica à intervenção e reafirma o compromisso da educação científica com a formação de sujeitos críticos, éticos e comprometidos com a transformação de sua realidade social e ambiental.

De acordo com Grun (1996), a educação ambiental deve ser compreendida como um processo formativo contínuo que desperta o senso de pertencimento e de responsabilidade dos sujeitos frente à natureza. A presente pesquisa confirma essa premissa ao proporcionar vivências educativas que aproximaram os(as) discentes da realidade do consumo energético doméstico, despertando neles(as) a percepção de que pequenas atitudes individuais podem gerar impactos significativos em larga escala.

Tais práticas representam uma apropriação crítica dos conceitos trabalhados, demonstrando que a aprendizagem não foi apenas conteudista, mas sim situada, experiencial e transformadora. Conforme propõe Loureiro (2009), a educação ambiental crítica se concretiza quando há engajamento efetivo dos sujeitos na problematização e transformação das suas práticas cotidianas, o que se evidenciou nos relatos e ações dos(as) discentes conforme quadro 8.

Quadro 8. Ações propostas pelos estudantes e seus impactos ambientais esperados.

Ação proposta	Impacto ambiental esperado
Substituição de lâmpadas por LED	Redução do consumo de energia e menor geração de resíduos
Redução do tempo de banho elétrico	Diminuição da demanda energética em horários de pico
Desligamento de aparelhos em stand-by	Redução do desperdício energético
Incentivo à energia solar residencial	Valorização de fontes renováveis e redução de emissões

Fonte: (dados da pesquisa)

Essas ações, embora pontuais, contribuem para um movimento mais amplo de mudança cultural, no qual a sustentabilidade se consolida como valor formativo e atitude cotidiana. Conforme argumenta Loureiro (2009), a educação ambiental crítica vai além de informar: ela

transforma, ao possibilitar o exercício da cidadania ecológica e a problematização das relações entre sociedade, ciência e natureza.

Nesse sentido, as implicações desta pesquisa extrapolam os muros da escola e alcançam a esfera social. O protagonismo estudantil na elaboração e divulgação de práticas eficientes, como observado na elaboração de banners e apresentações, promove um efeito multiplicador na comunidade escolar e familiar. Trata-se de um exemplo concreto de como a escola pode atuar como agente de mudança na direção de um modelo de sociedade mais justo e ambientalmente responsável.

Do ponto de vista curricular, os resultados indicam a necessidade de ampliação do espaço dedicado à educação ambiental no ensino de Ciências. A abordagem interdisciplinar, contextualizada e crítica deve ser incorporada de forma permanente às propostas pedagógicas, rompendo com o tratamento pontual ou periférico que muitas vezes se observa nas práticas escolares. A formação de professores(as) deve incluir essa dimensão, capacitando-os(as) a abordar as questões ambientais com rigor conceitual, sensibilidade ética e compromisso social.

Esta pesquisa evidencia que o ensino de Física, quando articulado a temas ambientais e desenvolvido por meio de metodologias participativas, pode contribuir de forma significativa para a formação de sujeitos conscientes, críticos e engajados com a sustentabilidade. As implicações para o impacto ambiental e a conscientização são, portanto, expressivas e reforçam a relevância de propostas pedagógicas que integrem ciência, cidadania e cuidado com o planeta.

Reafirma-se que a prática educacional aqui proposta transcende os limites da sala de aula e se ancora em uma perspectiva crítica e transformadora da educação, conforme defendido por Freire (1996). A articulação entre teoria e prática permitiu um olhar renovado sobre a realidade dos(as) estudantes e abriu possibilidades concretas para o fortalecimento da cidadania e da consciência ambiental. Portanto, este trabalho não se encerra em si mesmo, mas representa um ponto de partida para futuras investigações e experiências pedagógicas que visem à transformação da escola em um espaço emancipatório.

A presente investigação demonstrou, de forma empírica e conceitualmente fundamentada, que estratégias pedagógicas baseadas nos Três Momentos Pedagógicos, articuladas à abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade, são capazes de promover não apenas a apropriação crítica dos conceitos científicos, mas também transformações concretas no cotidiano dos(as) estudantes e de suas famílias. A integração entre teoria, prática e vivência permitiu desenvolver uma consciência ambiental ativa, refletida em atitudes de economia de energia e disseminação de saberes para além do espaço escolar. Essa constatação reforça a relevância da educação científica crítica como ferramenta para o empoderamento dos sujeitos

e construção de uma cultura de sustentabilidade (Loureiro, 2022; Carvalho, 2021). Assim, os resultados aqui apresentados não apenas validam a efetividade da metodologia adotada, mas também apontam caminhos para sua replicabilidade em outros contextos educacionais, contribuindo para a construção de uma prática docente transformadora e socialmente comprometida (Freire, 2019; Delizoicov; Angotti; Pernambuco (2011)).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação teve como objetivo investigar de que maneira uma sequência didática, fundamentada nos Três Momentos Pedagógicos, pode contribuir para a construção de um ensino de Física, contextualizado e alinhado à realidade dos(as) estudantes. Para isso, foi desenvolvida e realizada uma intervenção pedagógica com estudantes do 3º ano do Ensino Médio, tendo como eixo temático a redução do consumo doméstico de energia elétrica.

Os resultados obtidos demonstram que os objetivos propostos foram alcançados. A sequência apresentou evidências de compreensão dos conceitos físicos de potência, energia e consumo, a partir da análise de suas próprias contas de luz e da realidade energética de seus lares.

A estrutura baseada nos Três Momentos Pedagógicos (problematização, organização do conhecimento e aplicação) mostrou-se adequada para conduzir o processo de ensino-aprendizagem de forma orgânica. A problematização inicial despertou o interesse dos(as) estudantes a partir de suas experiências; a organização do conhecimento trouxe os conceitos da Física em diálogo com outras áreas; e, por fim, a aplicação possibilitou ações concretas, como o planejamento de estratégias de economia de energia e a produção de bandeiras de conscientização. Esse movimento favoreceu a ressignificação dos conceitos científicos e o fomento ao pensamento crítico.

A prática docente também foi ressignificada. O professor assumiu o papel de mediador e provocador de reflexões, como defende Freire (1996), promovendo uma escuta ativa e valorizando os saberes populares presentes na sala de aula.

Outro aspecto relevante foi a acessibilidade das práticas: todas as atividades foram desenvolvidas com recursos simples e viáveis, mostrando que não é necessário dispor de tecnologias avançadas para inovar no ensino. O que se revelou fundamental foi a intencionalidade pedagógica e o compromisso com a formação cidadã. O engajamento dos(as) estudantes, a participação na realização dos cálculos, nas discussões em grupo e na produção dos materiais finais, confirma que o protagonismo estudantil pode ser estimulado quando os

conteúdos fazem sentido em suas vidas, como propõe Santos (2019), ao defender uma educação pautada na escuta e na pluralidade de saberes.

Em resumo, a intervenção pedagógica relacionada nesta pesquisa evidenciou que é possível promover um ensino de Física crítico e comprometido com a transformação social, mesmo em contextos marcados por limitações estruturais. As atividades desenvolvidas extrapolaram o conteúdo curricular para promover a reflexão sobre conscientização ambiental. Portanto, esta dissertação não apenas responde à sua questão central, como também aponta caminhos viáveis e replicáveis para a formação de sujeitos independentes, críticos e engajados com a realidade do mundo que habitam.

Como perspectivas para pesquisas futuras, sugere-se o aprofundamento das investigações sobre o impacto de metodologias ativas na mudança de hábitos de consumo energético dos estudantes e de suas famílias, bem como o acompanhamento longitudinal desses efeitos em contextos escolares diversos. Além disso, recomenda-se a ampliação de estudos que integrem os Três Momentos Pedagógicos a temáticas socioambientais interdisciplinares, de modo a consolidar práticas de ensino cada vez mais emancipatórias e contextualizadas com os desafios contemporâneos da educação científica.

5. REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, G. S. **Science education for everyday life: evidence-based practice**. New York: Teachers College Press, 2006.
- ALBUQUERQUE, K. Briz; SANTOS, P. J. S.; FERREIRA, G. K. **Os Três Momentos Pedagógicos como metodologia para o ensino de Óptica no Ensino Médio: o que é necessário para enxergarmos?** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 32, n. 2, p. 461-482, 2015.
- ALMEIDA, ES; STRIEDER, R.B. Releituras de Paulo Freire na Educação em Ciências: pressupostos da articulação Freire–CTS. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 21, 2021, e33278.
- ALVES, D. Sistemas fotovoltaicos on-grid e off-grid: viabilidade e realização no Brasil. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 8, n. 1, p. 35–47, 2019.
- AUSUBEL, D. P. **Educational psychology: a cognitive view**. 2. ed. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- BAQUERO, A. F.; QUESADA, P. V. **Análisis del consumo energético residencial: estudio de caso en la ciudad de Cuenca**. Revista de Energía y Medio Ambiente, v. 4, n. 1, p. 49-62, 2016.
- Barcellos, M. **Ciência não autoritária em tempos de pós-verdade**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 37(3), 1496–1525, 2020
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BONFIM, D. D. S.; NASCIMENTO, W.J. **Os três momentos pedagógicos no ensino de física: uma revisão sistemática de literatura**. Ensino & Pesquisa, v. 16, n. 3, 2018.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.
- BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016**. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais cujos procedimentos metodológicos envolvam o uso de dados diretamente obtidos com os participantes ou de informações identificáveis. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 153, n. 98, p. 44, 24 maio 2016. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2025.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Eficiência energética: guia para professores**. Brasília: MME, 2019.
- BUGES, E. F. et al. **Eficiência energética em contêineres adaptados como residências: estudo em diferentes climas brasileiros**. Ambiente Construído, v. 14, n. 3, p. 115-129, 2014.

- BUGES, L. C.; RODRIGUES, J. S.; RIBEIRO, T. S. **Ações eficientes nas escolas públicas do DF: um estudo de caso.** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 3, n. 1, p. 101–116, 2014.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2004.
- CARVALHO, Debora Carine Rodrigues et al. **Aprendizagem baseada em projetos e contextualização: uma estratégia para a promoção da educação socioambiental.** Peer Review, v. 5, n. 21, p. 612-636, 2023.
- CARVALHO, R. H.; ALMEIDA, Ana Cristina Pimentel Carneiro de. **Consumo doméstico de energia elétrica por meio da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade.** Indagatio Didactica, v. 11, n. 2, p. 843-862, 2019.
- CESAR, A.; et al. **Gestão do consumo de energia elétrica: protótipo de medidor de energia elétrica digital com plataforma arduino.** Pesquisa e Ação, [s. l], v. 4, n. 3, p. 1-14, nov. 2018.
- CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais.** São Paulo: Cortez, 2006.
- DECKMANN, S. M. A.; POMILIO, M. S. Ensino de energia elétrica e consumo consciente no cotidiano escolar. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia, v. 10, n. 1, p. 85–101, 2017.**
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. Educação em ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: **Cortez**, 2011.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. 4. ed. São Paulo: **Cortez**, 2021.
- DORNELAS, E; CAMPELLO, S. **Monitoramento de consumo doméstico de água utilizando uma meta-plataforma de IoT.** Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, v. 2, n. 2, 2017.
- DOROCHE, Marcos Roberto; ANSCHAU, Cleusa Teresinha. **Oferta de energia elétrica no Brasil.** Revista Científica Tecnológica, [s. l], v. 2, n. 1, p. 402-414, 2015.
- EPE, Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). **Balanco Energético Nacional 2015: Ano base 2014 / Empresa de Pesquisa Energética.** – Rio de Janeiro: EPE, 2015. Brazilian Energy Balance 2015 Year 2014 / Empresa de Pesquisa Energética – Rio de Janeiro: EPE, 2015.
- FERREIRA, M. F. **INSERÇÃO DE SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO: CONTRIBUIÇÕES À PROMOÇÃO DA SUSTENTABILIDADE.** 2021. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2021.

- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 65. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2019.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2019.
- GIAMBATTISTA, A.; RICHARDSON, B. M.; RICHARDSON, R. C. **Física: Princípios com Aplicações**. 2. ed. São Paulo: AMGH, 2013.
- GRUN, M. **Ética e educação ambiental: a conexão necessária**. Campinas: Papyrus, 1996.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: Eletromagnetismo**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- HODSON, D. **Going beyond STS: towards a curriculum for sociopolitical action**. In: *International Journal of Science Education*, v. 25, n. 1, p. 89-111, 2003.
- LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Educação ambiental e ensino de Ciências: refizendo caminhos. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2001.
- LOUREIRO, C. F. B. Educação ambiental e a pedagogia da Terra. São Paulo: **Cortez**, 2009.
- LOUREIRO, C. F. B. **Educação ambiental: representações sociais e práticas pedagógicas**. São Paulo: Cortez, 2003.
- LOUREIRO, C. F. Bernardo. **Educação ambiental crítica: da teoria à práxis**. Campinas: Autores Associados, 2020.
- MARTINS, I. et al. O ensino de Ciências e os Três Momentos Pedagógicos: contribuições para a formação cidadã. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 341-365, 2011.
- MEDEIROS, R. et al. Consumo de energia elétrica residencial no Brasil: análise temporal e implicações. **Revista Brasileira de Energia**, v. 23, n. 2, p. 101-118, 2017.
- MIGUEL, J. C.; CORRÊA, H. P. S.; GEHLEN, S.T. **A significação conceitual na estruturação dos momentos pedagógicos: um exemplo no ensino de física**. *Experiências em Ensino de Ciência*, [s. l], v. 9, n. 2, p. 69-82, 2014.
- MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2012.
- MOREIRA, M.A; MASINI, E.F.S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.
- MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Pesquisa no Ensino de Ciências e a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos. **Revista Ensaio**, v. 14, n. 2, p. 123-142, 2012.

- MUENCHEN, Cristiane; DELIZOICOV, Demétrio. **Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro " Física"**. *Ciência & Educação* (Bauru), v. 20, p. 617-638, 2014.
- NASCIMENTO, A.; MENDONÇA, F.; CUNHA, C. Energias sustentáveis no Brasil: desafios e oportunidades para os próximos anos. **Revista Núcleo do Conhecimento**, v. 12, Ed. 6, p. 60-84, jun. 2019.
- OLIVEIRA, L.F.; ANDRADE, V.C. Educação pública no semiárido: desafios e políticas educacionais. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 78, pág. 1–22 de 2020.
- RECALDE, M. Y.; ZABALOY, M.; GUZOWSKI, C. Eficiência energética e transição energética na América Latina. **Revista de Energias Renováveis**, v. 22, p. 91-104, 2018.
- SANTOMÉ, J. T. Currículo escolar e justiça social: o que ensinar, como e para quê. Porto Alegre: **Artmed**, 2013.
- SANTOS, B. S. Para uma ciência pós-moderna. In: SANTOS, B. S. (Org.). Um discurso sobre as ciências. São Paulo: **Cortez**, 2002.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. A construção do conceito de alfabetização científica. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 2, p. 27–51, 2008.
- SEARS, F. W.; ZEMANSKY, M. W. **Física: Eletromagnetismo**. 12. ed. São Paulo: Pearson Education, 2008.
- SILVA, R. A.; FREITAS, D. S. Educação ambiental e consumo de energia: ações pedagógicas em escolas públicas. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 15, n. 2, p. 44-57, 2020.
- SOARES, M. R.; et al. **A Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem**: Contribuições das atividades sobre energia elétrica. *Revista Práxis*, v. 8, n. 16, 2016.
- SOUZA, A. P. O uso de dispositivos móveis para o ensino de eficiência energética no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 15, n. 4, p. 123–135, 2020.
- SOUZA, M. M.; et al. **NOSSOS RIOS, NOSSA GENTE–UMA ABORDAGEM PEDAGÓGICA**. 2023.
- TEIXEIRA, R. M. et al. **Práticas educativas e consumo consciente de energia: contribuições da educação ambiental crítica**. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, 2021.
- TEIXEIRA, W. et al. Abordagem CTS e ensino de Física: promovendo o protagonismo estudantil frente aos desafios socioambientais. **Revista de Ensino de Ciências**, v. 3, pág. 45–63, 2021.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para Cientistas e Engenheiros: Eletromagnetismo, Luz e Óptica**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

VARGAS, M. L.; MESTRIA, J. Avaliação da eficiência energética em residências urbanas. **Revista de Engenharia e Sustentabilidade**, v. 2, n. 1, p. 25–38, 2015.

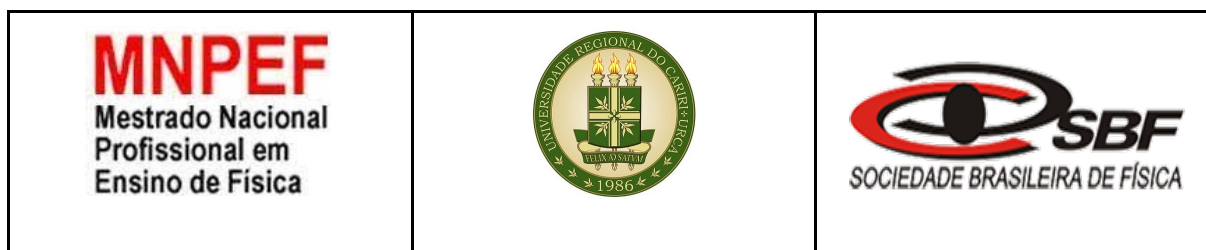
VASCONCELOS, R. M.; AMARAL, R. M. Práticas investigativas no ensino de ciências: possibilidades para o protagonismo discente. *Ensino em Re-Vista*, v. 23, n. 3, p. 351–367, 2016.

VILLANI, A. Formação de professores de Ciências: uma proposta construtivista. São Paulo: **Cortez**, 1997.

WATANABE, G. **A escuta sensível na pesquisa educacional: um olhar freireano**. Curitiba: CRV, 2019.

ZANON, R. A. et al. Educação em energia: uma revisão sobre abordagens didáticas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 3, p. 517–534, 2015.

ZIMMER, C. G. **A química do banho de ouro em bijuterias**: uma proposta de ensino baseada nos Três Momentos Pedagógicos. *Química Nova na Escola*, v. 44, n. 1, p. 76-80, 2022.

APÊNDICE 1- PRODUTO EDUCACIONAL

UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI – URCA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA / DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 31

MARCIANO VENTURA FERREIRA

REDUÇÃO DO CONSUMO DOMÉSTICO DE ENERGIA ELÉTRICA:
UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA, BASEADA NOS TRÊS MOMENTOS
PEDAGÓGICOS

JUAZEIRO DO NORTE - CE

2025

APRESENTAÇÃO

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: REDUÇÃO DO CONSUMO DOMÉSTICO DE ENERGIA ELÉTRICA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA, BASEADA NOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 31 – URCA / CE, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Este produto educacional foi desenvolvido no âmbito de um Mestrado Profissional em Ensino de Física, com o propósito de contribuir para o ensino significativo de conteúdos relacionados ao consumo de energia elétrica, sustentabilidade e eficiência energética.

A proposta didática aqui apresentada estrutura-se com base na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2021), articulando teoria e prática a partir da realidade dos estudantes do Ensino Médio.

O produto visa atender à necessidade de abordagens interdisciplinares e contextualizadas no ensino de Física, promovendo o protagonismo estudantil por meio da investigação, do diálogo e da ação transformadora no cotidiano dos alunos.

Com linguagem acessível, materiais de baixo custo e atividades colaborativas, este plano de intervenção pode ser facilmente replicado em diferentes contextos escolares, inclusive com adaptações para outras áreas das Ciências da Natureza. Sua estrutura inclui objetivos claros, etapas didáticas bem definidas, estratégias avaliativas formativas e sugestões de materiais didáticos, oferecendo uma ferramenta completa para professores que desejam abordar a temática energética de forma crítica e contextualizada.

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

Sumário

APRESENTAÇÃO.....	103
INTRODUÇÃO.....	105
1. OBJETIVO GERAL DA INTERVENÇÃO.....	107
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	107
3. ROTEIROS E MATERIAIS DE INTERVENÇÃO DIDÁTICA.....	108
4. MATERIAIS DIDÁTICOS UTILIZADOS	108
5. PLANEJAMENTO DAS AULAS.....	108
6. CONSIDERAÇÕES SOBRE A CONSTRUÇÃO DA PROPOSTA	116
7. REFERÊNCIAS.....	118

INTRODUÇÃO

Este Produto Educacional apresenta uma sequência didática voltada ao ensino de energia elétrica no Ensino Médio, fundamentada nos Três Momentos Pedagógicos propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002; 2011), na abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e na perspectiva de educação crítica de Paulo Freire (1996). A proposta busca articular os conteúdos de Física à realidade cotidiana dos estudantes, promovendo uma aprendizagem significativa e contextualizada, que desperte o pensamento crítico, a consciência ambiental e o protagonismo juvenil.

A sequência é composta por seis aulas organizadas a partir da estrutura dos Três Momentos Pedagógicos: problematização, organização do conhecimento e aplicação/sistematização. Essa metodologia ancora a necessidade de iniciar o processo educativo com a leitura crítica da realidade vívida pelos estudantes, avançando para a sistematização teórica e, por fim, a ação transformadora, o retorno à realidade com novos instrumentos conceituais. Essa lógica didática, segundo Delizoicov et al. (2011), contribui para romper com práticas fragmentadas e tradicionais, favorecendo o envolvimento ativo do estudante no processo de aprendizagem.

Todas as atividades propostas partem de situações concretas do cotidiano dos alunos, como o consumo doméstico de energia, a análise da conta de luz e a observação dos utensílios presentes em suas casas. Ao longo das aulas, são introduzidos conceitos como potência elétrica, energia consumida, unidade de medida (kWh), cálculo do consumo mensal e simulações de economia. Os estudantes são convidados a mobilizar conhecimentos prévios, aplicar fórmulas, interpretar dados e propor ações concretas para o uso mais consciente da energia elétrica, em consonância com os princípios da abordagem CTS, que propõe uma ciência escolar conectada às dimensões sociais, tecnológicas e ambientais (Aikenhead, 2006; Santos, 2009).

O processo de avaliação proposto não se restringe à dimensão conceitual, mas também contempla os aspectos procedimentais e atitudinais da aprendizagem. São utilizados instrumentos diversos, como produções coletivas, registros de design, autoavaliações, apresentações e debates mediados, possibilitando múltiplas formas de expressão e valorizando a construção coletiva do conhecimento.

A proposta foi desenvolvida em turmas do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Pernambuco, demonstrando resultados positivos no que se refere ao engajamento dos estudantes, à apropriação dos conteúdos curriculares e à reflexão crítica sobre o consumo de energia. Todos os recursos utilizados são acessíveis, o que permite sua replicação em

diferentes contextos escolares, especialmente na Rede Pública de Ensino. A sequência também pode ser adaptada a projetos interdisciplinares, envolvendo áreas como Geografia, Biologia ou Sociologia.

Este Produto Educacional foi elaborado com a finalidade de ser um material independente, ou seja, completo em si mesmo, dispensando a consulta à dissertação que o originou. Seu conteúdo é organizado de forma clara e didática, para que outros professores possam utilizá-lo diretamente em suas salas de aula ou em formações continuadas, com ou sem adaptações. Fundamentado na pedagogia freiriana, que entende o ato de ensinar como um diálogo transformador (Freire, 1996), este material convida o(a) educador(a) a assumir o papel de mediador(a) do conhecimento, atento(a) à escuta dos estudantes, às suas vivências e às possibilidades de transformação do mundo por meio da educação.

A seguir, é apresentada as informações essenciais da proposta didática desenvolvida no âmbito deste Produto Educacional:

Título da proposta: Educação Energética em Casa – uma proposta didática com base nos Três Momentos Pedagógicos
Subtítulo: Educação Energética em Casa – uma proposta didática com base nos Três Momentos Pedagógicos para o Ensino de Física no Ensino Médio
Público-alvo: Estudantes do 3º ano do Ensino Médio
Carga horária total: 6 horas/aulas
Base teórica: Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011)

1 OBJETIVO GERAL DA INTERVENÇÃO

Promover uma aprendizagem significativa sobre consumo consciente de energia elétrica, sustentabilidade e eficiência energética, por meio de uma proposta pedagógica fundamentada nos Três Momentos Pedagógicos, integrando conteúdos de Física à realidade cotidiana dos alunos do Ensino Médio.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A proposta deste produto educacional baseia-se na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), desenvolvida por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), que organiza o processo de ensino-aprendizagem em três etapas integradas: problematização da realidade, estruturação do conhecimento e realização transformadora. Essa abordagem parte da realidade dos alunos e busca promover o diálogo entre os saberes cotidianos e científicos, favorecendo a aprendizagem crítica e significativa.

Na primeira etapa, a problematização, busca-se despertar a curiosidade e provocar reflexões a partir de situações concretas. Na segunda, organização do conhecimento propicia o aprofundamento dos conteúdos científicos de forma sistematizada, por meio de atividades colaborativas e investigativas. Por fim, a sistematização permite que os estudantes utilizem o que aprendam em situações práticas, consolidando o conhecimento e incentivando ações transformadoras.

A proposta está ancorada na concepção freiriana de educação, que valoriza a escuta, o diálogo e a construção coletiva do saber. Além disso, adota a perspectiva CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), apoiando a importância de trabalhar os conteúdos de Física em conexão com os desafios sociais e ambientais contemporâneos.

O conteúdo escolhido é consumo consciente de energia elétrica, permite uma abordagem interdisciplinar e próxima do cotidiano dos alunos, favorecendo a articulação entre teoria e prática. A sequência didática propõe atividades investigativas e reflexivas, como análise de faturas de energia, simulações de consumo doméstico e criação de planos de ação para economia de energia.

Por meio dessa estrutura, o produto educacional busca desenvolver as competências gerais previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), especialmente aquelas voltadas à argumentação com base em evidências, ao pensamento crítico e científico, à responsabilidade socioambiental e à atuação propositiva na sociedade (Brasil, 2018). A proposta está em

consonância com o eixo das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, que orienta o ensino de Física à compreensão dos fenômenos naturais e tecnológicos em contextos sociais e ambientais concretos. Dessa forma, a aprendizagem aqui promovida ultrapassa a mera memorização de fórmulas, estimulando o protagonismo dos alunos na identificação e resolução de problemas reais que afetam suas vidas e comunidades.

3 ROTEIROS E MATERIAIS DE INTERVENÇÃO DIDÁTICA

Esta sequência didática foi planejada para ser desenvolvida em 6 aulas com turmas do 3º ano do Ensino Médio. Sua estrutura permite adaptações conforme a realidade de cada escola, com foco na abordagem crítica do consumo de energia elétrica. A seguir, são apresentados os recursos pedagógicos utilizados e as orientações práticas para implementação da proposta.

4 MATERIAIS DIDÁTICOS UTILIZADOS

Primeiro momento	<p>Projeter multimídia; Imagens provocativas; Vídeo; Questionário diagnóstico impresso; Canetas ou lápis.</p>
Segundo momento	<p>Contas de energia elétrica trazidas pelos alunos; Calculadoras ou celular para cálculo; Planilha modelo impressa para registro dos dados.</p>
Terceiro momento	<p>Celular com acesso à internet; Planilha de consumo simulada; Calculadoras ou celular; Formulário de proposta para economia.</p>

5 PLANEJAMENTO DAS AULAS

A seguir, apresenta-se o planejamento da intervenção educacional desenvolvido com base na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos. A proposta foi estruturada em 6 aulas, organizadas em três etapas interdependentes: problematização da realidade, estruturação do

conhecimento e realização transformadora. O quadro contempla as atividades desenvolvidas em cada etapa, os objetivos específicos correspondentes, os recursos didáticos utilizados, os métodos avaliativos empregados, as competências da BNCC mobilizadas e o tempo estimado para a execução. Essa organização visa oferecer ao professor um roteiro claro e replicável, que articule teoria e prática de forma contextualizada e significativa.

Quadro 1. Planejamento da Intervenção Educacional: Educação Energética com base nos Três Momentos Pedagógicos.

Momento Pedagógico	Atividades Desenvolvidas	Objetivo Específico da Etapa	Recursos Utilizados	Método Avaliativo	Competências da BNCC	Tempo Estimado
Problematização	Apresentação de imagens e situações-problema; uso de perguntas diagnósticas sobre consumo energético	Estimular a reflexão crítica sobre o uso da energia elétrica e identificar concepções prévias dos estudantes	Projektor multimídia; Imagens provocativas; Vídeo; Questionário diagnóstico impresso; Canetas ou lápis.	Análise diagnóstica e observação participativa	(EM13CNT103), (EM13CHS101)	2 aulas (100 min)
Organização do Conhecimento	Discussão em grupo; levantamento do consumo de energia elétrica	Construir novos conhecimentos por meio da leitura crítica de dados e investigação da realidade local	Contas de energia elétrica trazidas pelos alunos; Calculadoras ou celular para cálculo; Planilha modelo impressa para registro dos dados.	Síntese coletiva, acompanhamento docente	(EM13CNT201), (EM13CNT206)	2 aulas (100 min)
Sistematização (Prática)	Apresentação dos banners digitais; simulação de faturas de energia; criação de plano de ação doméstico	Sistematizar conhecimentos para situações reais e propor ações eficientes no ambiente familiar	Celular com acesso à internet; Planilha de consumo simulada; Calculadoras ou celular; Formulário de proposta para economia.	Autoavaliação, apresentação oral	(EM13CNT204), (EM13CHS104)	2 aulas (100 min)
TOTAL	—	—	—	—	—	6 aulas (300 min)

O quadro acima, contempla as atividades desenvolvidas em cada etapa, os objetivos específicos correspondentes, os recursos didáticos utilizados, os métodos avaliativos empregados, as competências da BNCC mobilizadas e o tempo estimado para a execução. Essa

organização visa oferecer ao professor um roteiro claro e replicável, que articule teoria e prática de forma contextualizada e significativa. A seguir cada etapa é melhor detalhada.

MOMENTO 1 – PROBLEMATIZAÇÃO

Objetivo Geral do Momento:

Despertar a curiosidade e o senso crítico dos estudantes a partir de situações-problema relacionadas ao consumo doméstico de energia elétrica. Essa etapa visa romper com o ensino bancário (Freire, 1996) e dar início ao processo de construção coletiva do conhecimento, com base na realidade vivida pelos alunos.

Aula 1 - Imagens e diálogo: como consumimos energia?

Objetivo da aula:

Provocar os estudantes a refletirem criticamente sobre seus hábitos de consumo energético, a partir de situações cotidianas, e reconhecer a energia como elemento presente em desigualdades sociais e ambientais.

Descrição da aula:

A aula deverá iniciar-se com uma conversa acolhedora em roda, a fim de promover uma escuta ativa sobre os hábitos de consumo de energia dos estudantes. Em seguida, será exibido um vídeo curto que integrará parte do material do planejamento original, apresentando diferentes formas de produção de energia elétrica (hidrelétrica, termoelétrica, eólica e solar). Durante a exibição, o professor deverá pontuar os principais elementos e realizar perguntas orientadoras como:

Como vocês acham que o consumo de energia elétrica impacta nossas vidas e o meio ambiente?

De onde vem essa energia que usamos?

Qual dessas fontes você acha que causa mais impacto ambiental?

O objetivo é estimular uma reflexão inicial sobre as implicações ambientais da geração de energia e desenvolver o pensamento crítico.

Posteriormente, serão projetadas imagens provocativas relacionadas ao uso doméstico da energia (geladeira aberta, aparelhos em standby, luzes acesas etc.), retomando o foco no cotidiano dos alunos. O professor deverá conduzir o diálogo por meio de perguntas abertas, conectando o uso da energia à sua origem e aos impactos ambientais e sociais que esse consumo pode gerar.

As discussões deverão favorecer a valorização das experiências prévias dos estudantes, sem antecipar conceitos, criando um espaço de fala e escuta horizontal. A partir desse diálogo,

espera-se que surjam temas como desperdício, desigualdade no acesso à energia e consumo inconsciente, que servirão de base para a continuidade da sequência didática.

Figura 2. Imagens provocativas



Fonte: Adaptado de Campanhas educativas sobre consumo consciente de energia, disponível em: <https://www.energisa.com.br>. Acesso em: 15 jul. 2025.

A exposição foi interativa: a cada imagem, o professor solicitava que os alunos compartilhassem o que viam e se aquilo fazia parte da realidade deles. As perguntas norteadoras utilizadas foram:

- *O que essa imagem revela sobre nossos hábitos?*
- *Vocês já se viram fazendo isso em casa?*
- *Vocês acham que todos têm o mesmo acesso à energia elétrica?*
- *Que tipo de problema pode surgir do uso excessivo de energia?*

Durante o diálogo, será ressaltado que o consumo de energia elétrica está diretamente relacionado às atividades humanas cotidianas, sendo fundamental compreender seu uso consciente, como mencionam Halliday, Resnick e Walker (2021).

Este momento estará alinhado aos referenciais teóricos utilizados, especialmente à perspectiva freiriana de que “a leitura do mundo precede a leitura da palavra” (Freire, 1996, p.

11), uma vez que o ponto de partida do processo educativo é sempre a realidade concreta do educando. Essa problematização inicial servirá como base para organizar os próximos passos, com foco na superação de concepções alternativas e na construção coletiva de saberes mais sistematizados (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2021).

Aula 2 – Questionário diagnóstico e leitura da realidade

Objetivo da aula:

Investigar os conhecimentos prévios e as práticas cotidianas dos alunos relacionadas ao consumo de energia, criando um ponto de partida concreto para os próximos momentos da sequência.

Descrição da aula:

Na segunda aula, o professor entregará aos alunos um questionário diagnóstico impresso, com perguntas simples e diretas sobre os hábitos de consumo de energia em suas casas, como:

- Por que é importante pensar no impacto do consumo de energia no meio ambiente?
- Como o consumo de energia pode aumentar os custos para uma família ou uma empresa?
- Você acha que as ações individuais podem realmente influenciar o consumo global de energia? Por quê?
- Quais hábitos do dia a dia mais desperdiçam para o desperdício de energia?
- De que forma a economia de energia pode beneficiar o meio ambiente a curto e longo prazo?.

Antes do preenchimento, ele lerá cada questão em voz alta, explicando os objetivos da atividade e deixando claro que não haverá certo ou errado, pois o intuito será conhecer melhor a realidade de cada um. À medida que os alunos forem respondendo, o professor circulará pela sala, interagindo de forma informal e escutando observações pontuais.

O professor também retomará a discussão iniciada na aula anterior sobre a origem da energia elétrica. Ele perguntará aos alunos sabem de onde vem a energia consumida em suas casas e conduzirá a conversa para que identifiquem as principais fontes utilizadas no Brasil, como hidrelétricas e termoelétricas. Reforçará que o modo como a energia é gerada também causa impactos ambientais, como o desmatamento para construção de usinas ou a emissão de poluentes por fontes fósseis. Relacionará esses pontos com algumas respostas do questionário, mostrando que não se trata apenas de quanto consumimos, mas também de como e a que custo essa energia é produzida. Essa intervenção manterá viva a dimensão crítica e ambiental da proposta, preparando o terreno para os conteúdos das próximas aulas.

MOMENTO 2 – ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

Objetivo Geral do Momento:

Compreender, de forma crítica, os conceitos científicos relacionados à energia elétrica, consumo e eficiência energética, promovendo a análise da realidade por meio da leitura de dados e cálculos simples, com base nas vivências dos alunos.

Aula 3 – Entendendo o consumo e a conta de energia

Objetivo da aula:

Analisar o consumo de energia elétrica no contexto doméstico por meio da leitura e interpretação de faturas reais, articulando o conhecimento empírico dos alunos com fundamentos da Física.

Descrição da aula:

O professor iniciará a aula retomando os principais pontos discutidos anteriormente sobre os hábitos de consumo. Ele organizará os alunos em grupos e solicitará que compartilhem as contas de luz reais trazidas de casa. Conduzirá uma leitura orientada da fatura, explicando os principais elementos: kWh, tarifas, bandeira tarifária, consumo total, valor da conta e mês de referência. No quadro, destacará essas informações e pedirá que os grupos registrem os dados em uma tabela.

Em seguida, o professor introduzirá a fórmula $E = P \times t$, explicando o conceito de potência elétrica de forma dialogada. Utilizará exemplos como o chuveiro elétrico, construindo os cálculos coletivamente no quadro. Estimulará os alunos a trazerem exemplos próprios e circulará pela sala para esclarecer dúvidas. Ao final, retomará a discussão sobre produção de energia elétrica com perguntas como: “Se todos nós aumentamos nosso consumo, de onde virá essa energia a mais?”. Isso abrirá espaço para refletir sobre os limites das fontes convencionais e seus impactos ambientais. O professor destacará que além do custo financeiro, há um custo ambiental e social embutido na forma como produzimos energia.

Aula 4 – Cálculo do consumo dos aparelhos da casa

Objetivo da aula:

Introduzir os conceitos de potência e energia elétrica no cálculo do consumo mensal dos aparelhos domésticos mais comuns, utilizando dados reais e estimulando o raciocínio matemático.

Descrição da aula:

O professor organizará os alunos em grupos e entregará uma tabela com potências médias de diversos aparelhos elétricos. Cada grupo escolherá aparelhos utilizados em casa e registrará a potência, o tempo médio de uso diário e o consumo mensal estimado com base na fórmula $E = P \times t \times \text{dias}$. Os alunos utilizarão calculadoras ou celulares para os cálculos, com orientação constante do professor.

No quadro, reforçará conceitos da Física, como unidade de medida e consumo de energia elétrica. Circulará entre os grupos, corrigindo equívocos e incentivando o raciocínio crítico. Ao final da aula, o professor perguntará: “Vocês acham que o meio ambiente sente esse consumo?” e promoverá um breve debate sobre os impactos ambientais do uso prolongado de aparelhos de alta potência. Ressaltará que os cálculos não servem apenas para entender contas, mas também para refletir sobre escolhas sustentáveis.

Por meio dos diálogos em sala, emerge os conceitos da física, principalmente os princípios de Halliday, Resnick e Walker (2021), onde sinalizam que a energia elétrica é definida como a capacidade de um sistema realizar trabalho, e seu uso doméstico está associado à conversão dessa energia em calor, luz e movimento, de acordo com o tipo de equipamento.

- Planilha modelo impressa para registro dos dados (Apêndice 3)

MOMENTO 3 – SISTEMATIZAÇÃO DA APRENDIZAGEM

Objetivo Geral do Momento:

Consolidar o conhecimento científico adquirido por meio de uma proposta prática, crítica e socialmente significativa, promovendo a transformação da realidade e o exercício da cidadania ativa.

Aula 5 – Proposta de redução de 5% na conta de energia

Objetivo da aula:

Utilizar os conhecimentos sobre consumo de energia para elaborar estratégias reais e viáveis de economia, visando a redução de pelo menos 5% na fatura mensal de energia elétrica da residência dos alunos.

Descrição da aula:

O professor iniciará a aula lembrando os cálculos realizados na aula anterior. Ele pedirá que os alunos retomem suas tabelas e lançará um desafio prático: simular uma redução de pelo menos 5% na fatura mensal de energia. Cada grupo escolherá aparelhos com maior impacto e proporá estratégias de economia realistas, recalculando o consumo total e o valor da conta com base nas estratégias escolhidas por eles.

Os estudantes registrarão os resultados e as estratégias adotadas. O professor destacará que o mais importante será pensar em mudanças de hábito possíveis e sustentáveis. Ao final da atividade, ele conduzirá uma conversa sobre o sentido mais amplo da economia de energia. Perguntará: “Será que economizar energia é só pagar menos?” e “Quem mais se beneficia quando mudamos nossos hábitos de consumo?”.

O professor retomará as práticas calculadas e mostrará que ações como reduzir o tempo de banho ou trocar lâmpadas por LED geram impacto financeiro e ambiental real. Por exemplo, se um grupo simular a troca de cinco lâmpadas de 60 W por LEDs de 10 W, com uso de 5 horas por dia, verificará uma economia de 75 kWh/mês, o que representa cerca de R\$ 60,00. Essa atividade permitirá articular a eficiência energética (Halliday et al., 2021) à aplicação crítica do conhecimento (Delizoicov et al., 2011).

Por meio dessa iniciativa, fica evidente que a utilização prática do conhecimento é o momento em que o educando é instado a intervir criticamente na realidade (Delizoicov et al., 2021).

Aula 6 – Elaboração e divulgação de banners digitais de conscientização

Objetivo da aula:

Produzir e divulgar materiais de conscientização sobre o consumo responsável de energia, promovendo a disseminação do conhecimento científico e a mobilização social por meio de ações concretas.

Descrição da aula:

O professor iniciará a aula com uma roda de conversa, resgatando a pergunta norteadora: “Como vocês acham que o consumo de energia elétrica impacta nossas vidas e o meio ambiente?” e proporá que os grupos produzam um banner digital de conscientização. Os materiais deverão conter dados reais, frases de impacto, imagens e estratégias de economia viáveis para o cotidiano.

Os estudantes utilizarão celulares. Ao final, cada grupo apresentará seu banner e explicará sua mensagem. O professor incentivará a divulgação nas redes sociais ou em outros espaços da comunidade escolar. Encerrará a aula destacando que a ciência, quando compartilhada, se transforma em ação social. Ressaltará que mudar hábitos de consumo é também exercer responsabilidade ambiental e cidadania, sintetizando o percurso da sequência em uma prática transformadora e comunicativa.

6 CONSIDERAÇÕES SOBRE A CONSTRUÇÃO DA PROPOSTA

A presente sequência didática foi desenvolvida com estudantes do 3º ano do Ensino Médio, em uma escola pública de Pernambuco, e estruturada com base nos Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov et al., 2021). A proposta buscou promover um ensino de Física contextualizado, crítico e conectado às vivências dos(as) estudantes, tendo como eixo temático o consumo doméstico de energia elétrica.

Como produto educacional, esta sequência visa fornecer a outros(as) professores(as) um roteiro prático e flexível, que pode ser adaptado a diferentes contextos escolares, turmas e realidades. Todas as atividades foram pensadas para respeitar o tempo escolar, os recursos disponíveis e a diversidade sociocultural dos estudantes. O material exige apenas recursos acessíveis, como contas de energia, planilhas impressas e calculadora, e pode ser implementado mesmo em escolas com infraestrutura limitada.

A intervenção utilizou como pontos de partida situações concretas do cotidiano dos(as) alunas(as), como o uso de eletrodomésticos, análise da conta de luz e planejamento de ações de economia. A cada aula, os conceitos de Física (potência, energia, kWh, tempo) são construídos em diálogo com a realidade dos estudantes, o que contribui para a construção ativa do conhecimento e o desenvolvimento da consciência crítica e ambiental.

O processo avaliativo prioriza não apenas os aspectos conceituais, mas também as dimensões procedimentais (como cálculos, organização de dados, uso de fórmulas) e atitudinais (participação, reflexão crítica, protagonismo estudantil). Foram utilizados instrumentos como autoavaliações, produções coletivas (banners, tabelas), debates mediados e registros visuais das etapas. Essa diversidade avaliativa valoriza múltiplas formas de aprender e expressar o conhecimento.

A proposta pode ser replicada e adaptada por outros docentes da Rede Pública de Ensino, podendo também ser integrada a projetos interdisciplinares com áreas como Geografia, Biologia ou Sociologia. Além disso, o produto pode ser usado em formações continuadas de professores, como referência prática para o ensino contextualizado de Ciências da Natureza, educação ambiental, inovação pedagógica e metodologias críticas e participativas.

Em resumo, esta sequência didática é uma proposta aberta, transformadora e replicável, que convida o(a) professor(a) a se colocar no papel de mediador(a) do conhecimento, promovendo a escuta ativa, a valorização das vivências e o uso da ciência como ferramenta de leitura e intervenção no mundo.

Este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

7 REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br>. Acesso em: 14 maio 2025.
- DELIZOICOV, D.; Angotti, J. A.; Pernambuco, M. M. A. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 70. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2021.
- MOREIRA, M. A.; Masini, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.
- Pacheco, M. G. **Educação ambiental: uma prática para o currículo escolar**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2019.
- SANTOS, B. S. **A crítica da razão indolente: contra o desperdício da experiência**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2020.

APÊNDICE 2- QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO PARA OS ESTUDANTES

Como você usa energia elétrica em casa e onde acredita que pode economizar?

Questionário: Consumo de Energia e Sustentabilidade

1. Por que é importante pensar no impacto do consumo de energia no meio ambiente?

(Explique com exemplos práticos como a geração de energia pode afetar a natureza.)

2. Como o consumo de energia pode aumentar os custos para uma família ou uma empresa?

(Considere não apenas contas de energia, mas também impactos econômicos a longo prazo.)

3. Você acha que as ações individuais podem realmente influenciar o consumo global de energia? Por quê?

4. Quais hábitos do dia a dia mais desperdiçam para o desperdício de energia?

(Liste exemplos que você observa em sua casa, escola ou trabalho.)

5. De que forma a economia de energia pode beneficiar o meio ambiente a curto e longo prazo?

APÊNDICE 3- PLANILHA MODELO IMPRESSA PARA REGISTRO DOS DADOS

TABELA POTÊNCIA DE APARELHOS ELÉTRICOS	
APARELHO	POTÊNCIA (W)
Aspirador de Pó	600
Batedeira	100
Bomba de Água	400
Cafeteira Elétrica	600
Chuveiro Elétrico	5500
Computador	300
Espremedor de Frutas	200
Ferro Elétrico	1000
Forno de Micro Ondas	2000
Geladeira Duplex	500
Geladeira Simples	300
Liquidificador	200
Máquina de Lavar Louça	1500
Máquina de Lavar Roupa	1000
Secador de Cabelo	3000
Ar- condicionado	1500
Air Fryer	2000
Lâmpada led	15
Panela Elétrica	1100
TV	350
Ventilador	150
Videogame	400
Roteador	10
Carregador de Celular	15 ou 30
Caixa JBL	200
Sanduicheira	800
Chapinhas	100
Bebedouro Gelágua	100
Máquina de Café Expresso	1000
Aspirador de Pó	800
Impressora Jato de Tinta	60
Panela Elétrica de Arroz	500
Desumidificador de Ar	200
Máquina de Pipoca	1200
Hidromassagem (banheira)	1500
Aparelho de Barbear Elétrico	20

APÊNDICE 4- PROPOSTA DE ECONOMIA

PROPOSTA DE REDUÇÃO DE 5% CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA

Como vocês acham que o consumo de energia elétrica impacta nossas vidas e o meio ambiente?

ANEXO 1 - MATERIAIS DIDÁTICOS

O Anexo 1 reúne os materiais utilizados durante a intervenção didática realizada aos estudantes do 3º ano do Ensino Médio da Escola de Referência em Ensino Médio Dr. Walmy Campos Bezerra, situada em São José do Belmonte - PE. Esses materiais foram cuidadosamente planejados com base nos pressupostos teórico-metodológicos que fundamentam esta pesquisa, em especial os Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011) e a perspectiva CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade).

Todo material está disponível no link em nota de rodapé¹¹

¹¹ Link disponibilizado para acesso a todos os materiais pedagógicos utilizados e produzidos durante a intervenção didática: <https://drive.google.com/drive/folders/1Gumewr6oNeCINCYdsSIBSAOrholJn9Mv>