

**UNIVERSIDADE MUNICIPAL DE SÃO CAETANO DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL**

Walter Mota

**A FÍSICA E AS MÚLTIPLAS LINGUAGENS: CONHECIMENTOS
SOBRE ENERGIA REVELADOS EM DOCUMENTÁRIOS
PRODUZIDOS POR ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO**

**São Caetano do Sul – SP
2025**

WALTER MOTA

**A FÍSICA E AS MÚLTIPLAS LINGUAGENS: CONHECIMENTOS
SOBRE ENERGIA REVELADOS EM DOCUMENTÁRIOS
PRODUZIDOS POR ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO**

**Trabalho Final de Curso apresentado
ao Programa de Pós-Graduação em
Educação – Mestrado Profissional - da
Universidade Municipal de São
Caetano do Sul como requisito parcial
para a obtenção do título de Mestre em
Educação.**

**Área de concentração: Formação de
Professores e Gestores.**

Orientadora: Profa. Dra. Ana Sílvia Moco Aparício

**São Caetano do Sul – SP
2025**

FICHA CATALOGRÁFICA

MOTA, Walter.

A Física e as múltiplas linguagens: conhecimentos sobre energia revelados em documentários produzidos por estudantes do ensino médio / Walter Mota – São Caetano do Sul: USCS, 2025. 123 p.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Sílvia Moço Aparício.

Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Municipal de São Caetano do Sul, Programa de Pós-Graduação em Educação, 2025.

1. Ensino de física. 2. Energia. 3. Conhecimentos prévios. 4. Produção audiovisual. 5. Multiletramentos.

I. Aparício, Ana Sílvia Moço. II. Universidade Municipal de São Caetano do Sul, Programa de Pós-Graduação em Educação. III. Título.

**Reitor da Universidade Municipal de São Caetano do Sul
Prof. Dr. Leandro Campi Prearo**

**Pró-reitora de Pós-graduação e Pesquisa
Profa. Dra. Maria do Carmo Romeiro**

**Gestora do Programa de Pós-graduação em Educação
Profa. Dra. Ana Sílvia Moço Aparício**

Trabalho Final de Curso defendido e aprovado em 10/03/2025 pela Banca Examinadora constituída pelas professoras:

Profa. Dra. Ana Sílvia Moço Aparício (USCS)

Profa. Dra. Maria de Fátima Ramos de Andrade (USCS)

Profa. Dra. Marilena Aparecida de Souza Rosalen (UNIFESP)

Dedico este trabalho
a minha mãe, Profa. Marisa Mota, minha grande inspiração na Educação.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível graças ao apoio de pessoas e instituições fundamentais ao longo desta jornada.

À minha orientadora, Profa. Dra. Ana Silvia Moço Aparício, pelos ensinamentos e incentivos inestimáveis, e aos membros das bancas de qualificação e defesa, Dr. José Alves da Silva, Dra. Marilena Aparecida de Souza Rosalen e Dra. Maria de Fátima Ramos de Andrade, pelas valiosas contribuições. Minha gratidão se estende a todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Educação, cuja dedicação e excelência foram essenciais para o meu desenvolvimento acadêmico.

À Universidade Municipal de São Caetano do Sul, pela bolsa integral oferecida a funcionários que possibilitou esta qualificação profissional, e à gestão do Colégio USCS, meu local de trabalho durante o curso, pelo apoio durante a realização da pesquisa.

À Profa. Rachel Helena Gachet Silva, pela colaboração na pesquisa em campo, à gestão da escola estadual, que viabilizou o desenvolvimento do projeto, e aos estudantes que participaram e colaboraram generosamente.

À minha família, meu alicerce: à minha mãe, Marisa Mota; ao meu pai Valter Rodrigues Mota; ao meu marido, William Mota; aos meus irmãos, Rodrigo Mota e Fabiana Colmati; aos meus sobrinhos Liam e Lenny; à minha afilhada Isabela Pepe; e ao meu padrinho, Angelo Colmati (*in memoriam*), minha maior inspiração. Aos amigos, especialmente Tatiani Gonzaga e Gustavo Artilheiro, por todo incentivo e apoio ao longo da trajetória. Aos colegas de trabalho e de turma do curso, pela colaboração e apoio, risadas e incentivos.

Aos meus professores que, do ensino fundamental à graduação, contribuíram por toda a aprendizagem e à construção do meu ser.

A todos, minha mais profunda gratidão. Este trabalho é fruto da colaboração e confiança de cada um de vocês.

“Talvez não seja muito importante o que a vida faz conosco; importante, sim, é o que cada um de nós faz com a vida. Não hesito em dizer-vos que a certeza é a distância mais curta para a ignorância. Num erro, podem estar ensinamentos preciosos. É preciso ter dúvidas”
(Antonio Nóvoa).

RESUMO

O presente estudo investiga os conhecimentos dos estudantes do ensino médio sobre o conceito de energia a partir da produção de documentários no contexto das aulas de Física. A pesquisa parte da constatação de que a energia, apesar de ser um conceito central nas Ciências da Natureza, frequentemente é compreendida de maneira fragmentada pelos estudantes, influenciada por concepções espontâneas e pelo senso comum. A pesquisa parte da seguinte questão: de que maneira os estudantes do ensino médio expressam seus conhecimentos sobre energia, no campo da Física, por meio da produção de documentários? O objetivo geral é investigar conhecimentos sobre energia, na perspectiva da física, que estudantes do ensino médio revelam no processo de uma sequência didática, com a produção de documentários. Metodologicamente, a pesquisa adota uma abordagem qualitativa e intervencionista, fundamentada na pesquisa educacional, utilizando a produção de documentários como ferramenta de avaliação diagnóstica dentro de uma sequência didática baseada em apresentação da situação-problema, produção inicial, aulas conceituais e produção final de documentários. A análise dos registros audiovisuais e das aulas foi realizada por meio da metodologia de análise de textos multissemióticos e da Teoria dos Perfis Conceituais de Energia. O referencial teórico baseia-se em estudos sobre ensino de Física e conhecimentos dos estudantes, com destaque para o uso das múltiplas linguagens e do audiovisual no ensino. Os resultados indicaram que, na produção inicial, os estudantes revelaram perfis conceituais predominantemente utilitaristas e materialistas sobre energia, associando-a exclusivamente ao seu uso prático no cotidiano. Nas aulas posteriores à análise das produções iniciais, as rodas de conversa possibilitaram a reconstrução conceitual dos estudantes, levando a uma maior aproximação com a visão científica da energia como grandeza física conservativa. A pesquisa conclui que a utilização da sequência didática e do documentário como ferramentas pedagógicas favorecem a mobilização dos conhecimentos dos estudantes e proporciona um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e reflexivo. Como produto educacional, propõe-se um protótipo didático para o ensino de energia, destinado a professores da área das ciências da natureza, integrando a produção audiovisual e as múltiplas linguagens como estratégias para a melhoria da aprendizagem de conceitos abstratos.

Palavras-chave: ensino de energia; formação de professores de física; mobilização de conhecimentos; produção de documentários; multiletramentos.

ABSTRACT

This study investigates high school students' understanding of the concept of energy through the production of documentaries in the context of Physics classes. The research stems from the observation that energy, despite being a central concept in the Natural Sciences, is often understood in a fragmented manner by students, influenced by spontaneous conceptions and common sense. The research is guided by the following question: in what ways do high school students express their knowledge about energy, within the field of Physics, through the production of documentaries? The general objective is to investigate knowledge about energy, from the perspective of physics, that high school students reveal during a didactic sequence involving the creation of documentaries. Methodologically, the study adopts a qualitative and interventionist approach, based on educational research, using documentary production as a diagnostic assessment tool within a didactic sequence structured in problem-situation presentation, initial production, conceptual lessons, and final documentary production. The analysis of audiovisual records and classroom discussions was conducted using multisemiotic text analysis methodology and the Theory of Conceptual Profiles of Energy. The theoretical framework is based on studies on Physics education and students' knowledge, highlighting the use of multiple languages and audiovisual resources in teaching. The results indicated that, in the initial production, students predominantly revealed utilitarian and materialistic conceptual profiles of energy, associating it exclusively with its practical use in daily life. In the lessons following the analysis of the initial productions, the discussion circles enabled the students' conceptual reconstruction, leading to a closer alignment with the scientific view of energy as a conservative physical quantity. The research concludes that the use of the didactic sequence and documentary production as pedagogical tools facilitates the mobilization of students' knowledge and provides a more dynamic and reflective learning environment. As an educational product, a didactic prototype for teaching energy is proposed, aimed at teachers in the Natural Sciences field, integrating audiovisual production and multiple languages as strategies to enhance the learning of abstract concepts.

Keywords: energy teaching; physics teacher education; knowledge mobilization; documentary production; multiliteracies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Trabalho realizado por uma força aplicada no deslocamento de um corpo.	51
Figura 2 - Conversão da energia potencial gravitacional em energia cinética, e vice-versa, em uma pista de skate, representando a conservação da Energia Mecânica.	52
Figura 3 - Corpo de massa (m) possui energia potencial gravitacional, em posição de altura em relação ao solo (h), sob a influência da aceleração da gravidade (g).	53
Figura 4 - Esquema de sequência didática modular.....	81
Figura 5 - Primeira imagem do D1PI apresentando título e fundo claro.	93
Figura 6 - Imagem apresentada no D1PI demonstra o conceito de energia do grupo.	94
Figura 7 - Imagem do D1PI mostra uma abordagem sobre fontes renováveis de energia.....	95
Figura 8 - Imagem do D1PI sobre a importância da conservação da energia.	96
Figura 9 - Capturas de tela do D2PI mostrando as imagens e vídeos escolhidos pelos estudantes para representar os conceitos de energia.....	98
Figura 10 - Captura de tela do D2PF sobre a Revolução Energética.	104
Figura 11 - Captura de tela do D2PF sobre as Inovações Tecnológicas.....	105
Figura 12 - Capturas de tela do D2PF ilustram um trem e um ônibus em movimento.	107

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Número de trabalhos trazidos como resultado a cada busca com as combinações de palavras-chave na plataforma OASISBR em novembro de 2024, com ano de publicação entre 2020 e 2024.	28
Quadro 2 - Pesquisas correlatas selecionadas a partir da busca na plataforma OASISBR em novembro de 2024, com ano de publicação entre 2020 e 2024.....	29
Quadro 3 - Etapas de realização da sequência didática com os estudantes a cada semana de desenvolvimento da pesquisa em campo.	84

LISTA DE SIGLAS

ATP	Adenosina trifosfato
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
OASISBR	Portal brasileiro de publicações e dados científicos em acesso aberto
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos PCN
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
QSC	Questão sociocientífica
SD	Sequência Didática
SEI	Sequência de Ensino Investigativa
STEAM	<i>Science, Technology, Engineering, Arts e Mathematics</i> (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática)
TDC	Texto de Divulgação Científica
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
TPACK	<i>Technological Pedagogical Content Knowledge</i> (Conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo)
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNIFESP	Universidade Federal de São Paulo
UNIP	Universidade Paulista
USCS	Universidade Municipal de São Caetano do Sul
USP	Universidade de São Paulo
VDC	Vídeo Documentário Científico

SUMÁRIO

MEMORIAL	15
1 INTRODUÇÃO	19
2 O ENSINO DE ENERGIA E AS PESQUISAS ATUAIS	27
2.1 O processo de seleção das pesquisas correlatas	27
2.2 Descrevendo os trabalhos encontrados	32
2.3 Considerações sobre as pesquisas correlatas	38
3 ENERGIA O ENSINO DE FÍSICA: DA LITERATURA CIENTÍFICA ÀS ORIENTAÇÕES CURRICULARES	42
3.1 Conceitos científicos de energia	42
3.1.1 O conceito de energia ao longo da história da Física	44
3.1.2 Conceitos de energia ensinados em Física	50
3.2 Abordagens para o ensino da Física: Energia em foco	58
3.2.1 O ensino de Física: caminhos trilhados no Brasil	59
3.2.2 A energia como tema central nas orientações curriculares nacionais	62
3.2.3 A importância dos conhecimentos prévios para um ensino de física contextualizado	67
3.3 As múltiplas linguagens e o ensino de Física: o gênero documentário e os saberes profissionais docentes.....	71
3.3.1 Características do gênero documentário	72
3.3.2 As múltiplas linguagens, a multiculturalidade e os saberes profissionais para o professor de Física	74
4 O ENSINO DE ENERGIA: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA A INVESTIGAÇÃO DOS CONHECIMENTOS DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO	79
4.1 O método e os procedimentos metodológicos da pesquisa	80
4.2 Caracterização do contexto da pesquisa	86
5 ANÁLISE DOS DOCUMENTÁRIOS SOBRE ENERGIA PRODUZIDOS PELOS ESTUDANTES	89
5.1 Apresentação da situação-problema	89
5.2 Análise das produções iniciais	92
5.3 Análise das rodas de conversa	99
5.4 Análise das produções finais.....	102
6 PRODUTO EDUCACIONAL	109
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	111
REFERÊNCIAS	115

MEMORIAL

Sou Walter Mota, professor concursado de Física do Colégio da Universidade Municipal de São Caetano do Sul (USCS), atualmente na função de Coordenador Pedagógico, e venho por meio deste memorial expor minha trajetória acadêmica até a conclusão do Mestrado Profissional em Educação na USCS.

Minha paixão pelo ensino surgiu cedo, influenciada por minha mãe, professora de Letras, e meu padrinho, professor de Biologia. As visitas à escola onde minha mãe lecionava e a chance de acompanhá-la em sala consolidaram meu desejo de seguir essa carreira. O interesse pelas ciências e pela natureza também surgiram na infância. Na 7ª série, escrevi um poema que minha professora de Ciências, Franly Yuri Fukuda, enviou para publicação no jornal JC de Bauru em 2005:

MOTA, Walter. *Natureza meu ambiente*

Universo, meu ambiente maior,
Estrelas, planetas, satélites...
Brilhando no céu sem ter dó

Terra que me sustenta
Terra que me abriga
Terra que me dá solo
Para plantar a minha vida

Água, meu alimento
Água, minha energia
Água, meu divertimento
Água tão minha amiga

Ar que eu inspiro
Ar que eu respiro
Ar é o meu suspiro

Animais, meus amigos
Animais, meus escudeiros
Plantas tão queridas
Plantas que trazem tantas alegrias

Continuem sempre belas
trazendo tanta felicidade
continuem sempre fortes
protegendo sempre com coragem

A natureza, deusa suprema
A natureza, minha vida
A natureza, meu ambiente

Terra, planeta vida, minha paixão, minha vida! (Mota, 2005).

Durante o ensino médio já iniciei minha qualificação profissional realizando os cursos técnicos em Gestão de Pequenas Empresas e de Química. Apesar de não ter atuado na área, o curso de química desenvolveu em mim um fascínio por experimentos, investigação científica e por entender o mundo natural.

Ao concluir o ensino médio, decidi seguir minha paixão pelo ensino e ingressar em uma licenciatura. Em 2010, fui aprovado pelo SISU com a nota do ENEM para Licenciatura em Ciências, na Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), em que cursei um semestre, e logo depois para Licenciatura em Ciências Biológicas na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), no campus de Florianópolis, sendo que essa mudança de estado e o início da graduação foram experiências que marcaram profundamente minha trajetória.

No segundo semestre do curso, já comecei a lecionar como professor temporário na rede estadual de Santa Catarina. Essa vivência reforçou minha escolha profissional e foi extremamente gratificante. No entanto, a carga de trabalho tornou inviável a continuidade do curso presencial, e optei por concluí-lo na modalidade à distância, finalizando minha licenciatura em Ciências Biológicas, em 2018, pela UNIP.

Após finalizar essa graduação, retornei para a cidade de São Paulo, em busca de proximidade com minha família como também em realizar o sonho de cursar a Universidade de São Paulo - USP. Enquanto eu me preparava para esse novo vestibular, continuei lecionando como professor temporário na rede estadual de São Paulo, e realizei cursos de complementação pedagógica, em que obtive a Licenciatura em Física, assim como cursos de especialização na área de ensino das ciências da natureza, engenharia ambiental e *STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts e Mathematics – Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática)*, ampliando meu repertório acadêmico e interdisciplinar.

Até então, minhas graduações foram na modalidade a distância, mas o desejo de vivenciar a prática presencial, especialmente em laboratórios e viagens de campo, me levou a ingressar, em 2019, no curso de Bacharelado em Ciências Biológicas na USP. Durante essa experiência, participei do Laboratório de História da Biologia, atuei no trabalho editorial do Boletim da Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia e desenvolvi pesquisas em História da Ciência, com ênfase na antiguidade e o uso desses conhecimentos para o ensino de ciências. Durante esse curso, também pude experimentar a interface entre Física e Biologia, suas relações e a interdisciplinaridade.

Em 2019, iniciei minha trajetória profissional na USCS como Agente de Organização Escolar (AOE), cargo que ocupei por alguns meses antes de retornar à rede estadual para lecionar, reafirmando minha paixão pela docência. Em 2022, retornei à instituição como Professor de Ensino Médio e Técnico de Física, uma oportunidade que aprofundou meus conhecimentos profissionais na disciplina e ampliou minha experiência como educador. Ao ensinar Física, busquei sempre trazer novas metodologias para a sala de aula, o entendimento da natureza e do mundo físico de forma contextualizada, evitando memorização e intermináveis resoluções de exercícios, realizando experimentos e discussões sobre a tecnologia e a sociedade.

No ano seguinte, concluí a licenciatura em Pedagogia e uma especialização em Gestão Escolar, além de iniciar o Mestrado Profissional em Educação na USCS, que conta com bolsa integral para funcionários. Decidi percorrer o caminho da pós-graduação para desenvolver minhas habilidades como professor pesquisador, assim como para aprimorar meus saberes profissionais e minha prática docente. Essas qualificações abriram caminho para que, em 2024, eu assumisse o cargo de coordenador pedagógico no Colégio USCS, uma função que ampliou minha visão sobre o papel estratégico da coordenação no suporte ao trabalho docente para a melhoria da aprendizagem dos estudantes.

Em 2025, darei continuidade à gestão pedagógica do colégio, colocando em prática os conhecimentos adquiridos ao longo da minha trajetória, contribuindo para o avanço e o aprimoramento educacional da instituição. O mestrado em Educação, na linha de pesquisa em Formação Docente e Profissionalidade, desempenhou um papel fundamental nesse processo, proporcionando aprendizagens amplas por meio das disciplinas, grupos de pesquisa, apresentações em seminários e do desenvolvimento teórico e prático da pesquisa sob a orientação da Profa. Dra. Ana Sílvia Moço Aparício.

Além disso, neste mesmo ano, estou assumindo o cargo de professor efetivo de Biologia, minha outra paixão, na rede estadual de São Paulo, acumulando essa função com minha atuação no colégio. As aprendizagens construídas ao longo do curso de mestrado foram essenciais para meu desenvolvimento profissional e para as conquistas alcançadas recentemente.

Em minha trajetória acadêmica e profissional fica evidente a importância dos programas de incentivo ao ingresso no ensino superior, a importância da educação pública de qualidade, do ensino à distância mediado por tecnologia e da necessidade do alinhamento entre curso superior e trabalho, uma necessidade minha e de muitos

jovens das classes populares do nosso país. Ao longo da minha jornada, os incentivos recebidos da minha família e dos professores foram fundamentais para que eu pudesse trilhar meu caminho com mais confiança e determinação.

1 INTRODUÇÃO

A aprendizagem dos conceitos relacionados à energia no ensino de Ciências da Natureza no Ensino Médio, especialmente na disciplina de Física, perpassa todas as séries, evidenciando a relevância desse tema. Sua importância é amplamente reconhecida tanto nos documentos oficiais que orientam os currículos quanto nas pesquisas sobre o ensino de Ciências. Meu interesse em aprofundar essa temática surgiu a partir da minha experiência como docente em escolas públicas, onde observei, de forma recorrente, as dificuldades e o desinteresse dos estudantes na compreensão de conceitos abstratos, como o de energia, durante as aulas de Física. Para investigar essa questão, analisamos documentários produzidos por estudantes da 3ª série do ensino médio do período noturno em uma escola da rede estadual de ensino da cidade de São Paulo, com o objetivo de identificar seus conhecimentos sobre energia. Esse levantamento forneceu subsídios para o planejamento e desenvolvimento dos conteúdos dessa temática, visando maior alinhamento às necessidades de aprendizagem desses estudantes.

A importância de se aprofundar pesquisas na área educacional também pode ser compreendida a partir da crescente influência de avaliações externas, como o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), coordenado pela OCDE. Segundo Fialho e Mendonça (2020), tais avaliações têm promovido uma lógica de padronização curricular orientada por competências, a qual vem sendo incorporada por diversos países, inclusive pelo Brasil, com reflexos diretos na Base Nacional Comum Curricular e na Reforma do Ensino Médio. Embora essas avaliações sejam frequentemente utilizadas como referência para políticas públicas e investimentos em educação, os autores alertam que essa perspectiva tende a esvaziar o sentido crítico da formação escolar, subordinando o ensino a parâmetros internacionais de desempenho. Nesse cenário, torna-se urgente investir em pesquisas que repensem os processos de ensino-aprendizagem nas Ciências da Natureza, incluindo a Física, de forma que favoreçam a construção de saberes mais contextualizados e emancipatórios.

Esse cenário de baixos resultados em avaliações pode estar atrelado ao reduzido interesse dos estudantes pelas disciplinas científicas no contexto nacional, como destaca Melo (2016), expondo a importância de identificar melhores formas de estimular o engajamento dos alunos do ensino médio nas ciências, em geral, e na

Física. A desmotivação dos estudantes em relação à aprendizagem dessa disciplina, como destacam Pozo e Crespo (2009), pode estar associada à dificuldade de compreensão de conceitos abstratos, como o de energia. No ensino tradicional, esses conceitos são frequentemente apresentados de maneira isolada e descontextualizada em relação aos saberes cotidianos, o que compromete a construção do conhecimento e reduz o engajamento dos alunos.

A energia está presente em diversas situações do cotidiano, mas permanece como um dos conceitos mais complexos de se definir, tendo sido objeto de múltiplas interpretações ao longo da história da ciência. Na Física contemporânea, a energia é compreendida como uma grandeza física associada à capacidade de um sistema realizar trabalho ou sofrer transformações, divide-se em dois tipos fundamentais, a energia cinética e a energia potencial, que possuem diversas manifestações que podemos classificar em energia elétrica, térmica etc. No entanto, apesar de sua importância e ampla aplicabilidade, seu significado é frequentemente interpretado de maneiras distintas, tanto no senso comum quanto na comunidade científica, variando adequadamente a área de estudo. Essa diversidade de concepções pode levar os estudantes a desenvolverem entendimentos que divergem do conhecimento científico, representando um desafio para o ensino de Física, que precisa promover uma compreensão mais estruturada e alinhada à ciência.

Além disso, é importante salientar os desafios que permeiam o processo de ensino-aprendizagem nessa disciplina, especialmente no que diz respeito à necessidade de articular conhecimentos de outras áreas, como Matemática, Química, Biologia e até mesmo da Sociologia. O ensino de energia, conforme determinado em documentos curriculares atuais como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio (Brasil, 2018), reforça esse caráter interdisciplinar, o que é destacado na competência específica 1 das ciências da natureza que propõe que os estudantes desenvolvam a capacidade de

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e **energia**, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global (Brasil, 2018, p. 553, grifo nosso).

A elaboração e a implementação das diretrizes da BNCC foram alvo de diversas críticas, tanto por parte de pesquisadores da educação quanto de professores de

Física, como aponta Zavatini (2021). Ainda assim, a competência mencionada evidencia a relevância da aprendizagem sobre energia na formação de cidadãos críticos e conscientes. A compreensão desses conceitos possibilita que os estudantes identifiquem e proponham soluções para desafios relacionados à eficiência produtiva, à mitigação de impactos socioambientais e à melhoria da qualidade de vida em diferentes escalas. Esses princípios, vale destacar, já estavam presentes em orientações curriculares anteriores para o ensino de Física, reforçando a importância da temática no desenvolvimento de uma visão científica e socialmente responsável. Assim, o ensino de energia ultrapassa o campo teórico e conecta o conhecimento científico a ações práticas, promovendo uma visão integrada e interdisciplinar que contribui para entender as questões do mundo contemporâneo. Dentro da relação de habilidades a serem desenvolvidas a partir competência 1 de ciências da natureza na BNCC, é possível identificar mais citações sobre energia, como descrita em

(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de **energia** e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas (Brasil, 2018, p. 555, grifo nosso).

A habilidade acima ressalta a importância da aprendizagem em energia como um eixo central para compreender e prever comportamentos de sistemas envolvendo matéria, energia e movimento. Essa habilidade não apenas promove o uso de ferramentas digitais no processo de análise e representação, mas também enfatiza a necessidade de conectar o aprendizado científico ao desenvolvimento sustentável e ao uso consciente dos recursos naturais. Ao integrar esses aspectos ao cotidiano e aos processos produtivos, a aprendizagem em energia contribui para a formação de indivíduos capazes de tomar decisões informadas e responsáveis, com foco na preservação da vida e no equilíbrio ambiental. Para atingir esse objetivo, é necessário levar em consideração a qualidade do processo de ensino-aprendizagem em sala de aula.

Como em Física, a carga horária das disciplinas das Ciências da Natureza vem sendo diminuída ao longo dos anos, além de haver um aumento das demandas burocráticas que o professor deve realizar durante as aulas, diminuindo ainda mais o tempo para dar atenção ao aprendizado dos estudantes, como identificam Pires e Veit

(2006). Em seu trabalho, esses autores avaliam como o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) podem motivar a aprendizagem em Física no ensino médio, acrescentando que, ao utilizar essas tecnologias, pode haver um aprimoramento do tempo e da forma de ensinar o conteúdo, criando uma extensão virtual da carga horária da disciplina, além de atrair o engajamento dos estudantes pelo seu caráter interativo.

Cabe ressaltar que esse é mais um desafio no ensino de Física, considerando o contexto tecnológico em que a maioria dos estudantes está inserida. Estes, imersos nas TDIC, encontram-se divididos entre o potencial de uso produtivo dessas ferramentas e as distrações que podem afastá-los do interesse pelos estudos. Nesse contexto, a presença constante de celulares e o acesso irrestrito à internet apresentam obstáculos e oportunidades para o ensino e a aprendizagem. Moreira (2018) destaca que as diversas tecnologias disponíveis para os jovens, já deveriam ter sido incorporadas ao ensino de Física no século XXI. No entanto, fatores como a qualidade insuficiente na formação inicial de professores, que perpetua abordagens tradicionais, e a desvalorização da carreira docente, que desmotiva a busca por aprimoramento, fazem com que muitos professores permaneçam adotando práticas como aulas expositivas, cópia de conteúdos na lousa ou em apresentações no *PowerPoint*, aplicação de listas de exercícios e a memorização de fórmulas. Essas metodologias podem dificultar o desenvolvimento crítico e reflexivo dos conceitos dessa disciplina.

É importante apontar que, recentemente, o uso de celulares em escolas públicas e privadas do Brasil foi regulamentado pela Lei Federal nº 15.100/2025 (Brasil, 2025), que restringe o uso não pedagógico de celulares e outros dispositivos eletrônicos portáteis, com o objetivo de proteger a saúde mental, física e psíquica de crianças e adolescentes. No estado de São Paulo, a Lei Estadual nº 18.058/2024 (São Paulo, 2024), que altera uma legislação de 2007 sobre o tema, reforça essa proibição, abrangendo o uso de dispositivos eletrônicos durante aulas, intervalos e atividades extracurriculares, salvo em casos de necessidade pedagógica ou de saúde. Essa legislação busca promover um ambiente mais saudável e propício à aprendizagem, ao mesmo tempo em que ressalta a importância de ensinar aos estudantes o uso responsável e consciente desses recursos tecnológicos. Integrar o celular como ferramenta educacional, dentro dos limites legais, possibilita que os estudantes desenvolvam competências digitais e utilizem a tecnologia de forma ética e produtiva, conciliando aprendizado e bem-estar. Cada vez mais, uma tarefa difícil para os

professores, que precisam trabalhar o uso saudável da tecnologia em suas práticas pedagógicas.

Assim como o uso de recursos tecnológicos, a exploração das múltiplas linguagens no ensino médio, como defendem Melo (2013), pode promover maior interesse e engajamento dos estudantes. Tal qual as demais disciplinas das Ciências da Natureza, a Física apresenta diferentes formas de compreender os fenômenos, demandando o desenvolvimento de linguagens oral, escrita, visual e matemática para interpretar textos, demonstrações, experimentos, imagens, vídeos e cálculos.

Ampliar a compreensão da Física pelos estudantes exige que o professor adote metodologias inovadoras, voltadas ao processo de aprendizagem, como avalia Hülsendeger (2007). Nesse contexto, a produção audiovisual pode ser relacionada como uma ferramenta potencial para enriquecer esse processo, sendo um dos focos deste trabalho. A diversificação de atividades, a valorização dos conhecimentos prévios e o estímulo ao uso de múltiplas linguagens são elementos essenciais no ensino de Ciências da Natureza, especialmente em uma disciplina tão ampla e relevante para a sociedade como a Física. Filmes e documentários que abordam temas variados relacionados a essa área estão amplamente disponíveis em meios como televisão, cinema e plataformas de *streaming*, podendo enriquecer as percepções iniciais que os estudantes trazem para a sala de aula.

Como destaca Melo (2013), a produção de documentários tem ganhado relevância no cenário nacional, embora ainda seja voltada predominantemente ao público adulto. Contudo, esse gênero possui grande potencial para ser incorporado às aulas do ensino médio, atuando como uma valiosa ferramenta de expressão e construção de significados, elaborados pelos autores para o público. Ao participarem da produção de documentários, os estudantes têm a oportunidade de articular suas percepções e perspectivas sobre o tema abordado, além de desenvolverem habilidades relacionadas às múltiplas linguagens, fundamentais no processo de aprendizagem.

O trabalho em sala de aula com a produção de gêneros textuais, o que inclui os audiovisuais, tem demonstrado contribuições significativas para a aprendizagem, especialmente quando desenvolvido sob a perspectiva de uma sequência didática (SD), construída com a participação dos estudantes, durante o processo de ensino-aprendizagem. Essa abordagem foi proposta pelo chamado grupo de Genebra, composto por pesquisadores como Bernard Schneuwly, Joaquim Dolz e Michele

Noverraz. A sequência didática proposta por esses autores é um dispositivo didático que organiza a ação de ensino e aprendizagem, possibilitando que, por meio de diferentes atividades, os conhecimentos prévios dos estudantes sejam avaliados e mobilizados para a construção de novos saberes.

Os conhecimentos prévios dos estudantes, que Moreira (2021) descreve como estruturas cognitivas formadas ao longo de sua trajetória educacional e fundamentais para a construção de novas aprendizagens, sendo essenciais no ensino de conceitos abstratos como energia. Esses conhecimentos constituem um alicerce para a compreensão de temas mais complexos, adquiridos tanto no ensino formal quanto em sua vivência cotidiana, desde que devidamente mobilizados, durante o processo de ensino-aprendizagem. Nesse contexto, a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003) destaca que a aquisição de novos conhecimentos ocorre de maneira mais efetiva, quando esses se relacionam de forma não arbitrária e substantiva com estruturas cognitivas, previamente estabelecidas. Dessa forma, a aprendizagem não se dá por mera memorização mecânica, mas sim, por meio da ancoragem de novos conceitos na base conceitual já existente dos estudantes, promovendo uma compreensão mais profunda e duradoura. Dessarte, cabe ao professor planejar estratégias didáticas que favoreçam a integração desses conhecimentos, permitindo que os estudantes construam significados mais elaborados e coerentes, sobre a energia e suas implicações científicas e tecnológicas.

Portanto, para promover a compreensão dos conceitos científicos pelos estudantes, é essencial que o professor articule os conhecimentos adquiridos durante o ensino formal e as concepções prévias, influenciadas por valores culturais e a vida em sociedade. Essa integração possibilita uma abordagem mais contextualizada e significativa, facilitando a reconstrução conceitual e o desenvolvimento de uma aprendizagem mais consistente e crítica, como apontado por Nardi e Gatti (2004). Para isso, é necessário que as práticas pedagógicas considerem essas diferentes fontes de conhecimento, promovendo uma transição para uma compreensão científica consolidada.

Nesse contexto, ao promover a produção de documentários em sala de aula, como avaliação diagnóstica, o professor de Física pode identificar conhecimentos dos estudantes, além de explorar diferentes objetos de conhecimento por meio de variadas linguagens. Essa abordagem possibilita que os estudantes aprendam sob diferentes perspectivas, ao mesmo tempo em que desenvolvem um controle

consciente sobre o trabalho realizado, reconhecendo seus conhecimentos prévios e os avanços ao longo das atividades. Para planejar e acompanhar esse processo, é fundamental que o docente invista no desenvolvimento de seus saberes e conhecimentos profissionais que subsidiem sua prática pedagógica.

Conforme apresentada por Damiani *et al.* (2013), a pesquisa intervencionista na educação é uma metodologia aplicada que busca melhorar práticas educacionais, por meio do planejamento e implementação de mudanças pedagógicas específicas, avaliando sistematicamente os efeitos dessas intervenções. Essa abordagem utiliza intervenções práticas como ferramentas para testar a pertinência de ideias teóricas e promover avanços, em contextos educacionais delimitados. Compartilhando características com a pesquisa-ação, descrita por Tripp (2005), a pesquisa intervencionista também adota um ciclo contínuo de planejamento, ação, avaliação e reflexão, além de valorizar o diálogo com referenciais teóricos para embasar suas ações. Ambas as metodologias visam a transformação de práticas e a resolução de problemas concretos, contribuindo para a produção de conhecimento aplicável. No universo da formação docente, segundo Damiani *et al.* (2013), a pesquisa intervencionista tem o potencial de aprofundar o saber profissional ao estimular reflexões críticas sobre as práticas pedagógicas, promover a articulação entre teoria e prática e oferecer subsídios, para a construção de estratégias que atendam às demandas reais do ensino e da aprendizagem.

Diante da relevância do tema energia, no quadro do ensino de Física e considerando os desafios de promover a compreensão de conceitos abstratos, a partir de metodologias que valorizem as múltiplas linguagens e a participação ativa dos estudantes, formulamos a seguinte questão de pesquisa: **“Quais os conhecimentos sobre energia, relacionados à Física, que estudantes do ensino médio revelam no processo de uma sequência didática de produção de documentários?”**. Essa abordagem buscou explorar como o uso de ferramentas audiovisuais pode favorecer a expressão dos conhecimentos dos estudantes, conectando o aprendizado às suas vivências e estimulando uma perspectiva crítica e contextualizada, congruente ao que foi discutido nesta introdução.

Para tanto, o objetivo geral desta pesquisa é investigar conhecimentos sobre energia, na perspectiva da física, que estudantes do ensino médio revelam no processo de uma sequência didática com a produção de documentários.

Os objetivos específicos são: 1 - Levantar os conceitos de energia presentes na literatura científica e nas orientações para o ensino de Física, constantes em documentos oficiais para o ensino médio; 2 - Destacar contribuições do uso de múltiplas linguagens para o ensino da Física; 3 - Identificar e analisar os conhecimentos sobre energia, revelados em documentários produzidos por estudantes no processo de uma sequência didática; e 4 – Elaborar um protótipo didático para o ensino de conceitos de energia, com foco nas múltiplas linguagens.

Com os resultados deste trabalho, buscamos contribuir com fundamentos teóricos e didático-metodológicos que orientem a prática pedagógica, além de evidenciar possibilidades de integração de múltiplas linguagens e tecnologias de comunicação e interação na conjuntura educacional. As pesquisas realizadas e os recursos didáticos desenvolvidos demonstram sua aplicabilidade em situações concretas de ensino-aprendizagem da Física, no ensino médio.

Este trabalho possui mais seis seções após esta introdução. Na seção 2, exploramos as pesquisas correlatas, abordando contribuições de trabalhos anteriores e lacunas nessa área. Na seção 3, oferecemos um panorama do ensino de Física e do tema Energia, analisando conceitos científicos, as orientações dos documentos oficiais, o gênero documentário e as relações entre o ensino de Física e as múltiplas linguagens. A seção 4 propõe detalhar os procedimentos metodológicos, apresentando os instrumentos de coleta de dados e os critérios de análise adotados. Na seção 5, discutimos os resultados obtidos, a partir da análise das produções audiovisuais de documentários feitos pelos estudantes. A seção 6 é dedicada à descrição da proposta do produto educacional. Por fim, na seção 7 apresentamos as considerações finais, destacando as contribuições desta pesquisa, as limitações identificadas e os possíveis caminhos para estudos futuros.

2 O ENSINO DE ENERGIA E AS PESQUISAS ATUAIS

O ensino de ciências, em especial da Física, como nos traz Zavatini (2021), é uma vasta área de estudo que vem, desde a década de 40 no Brasil, propondo novas formas de pensar e de ensinar essas disciplinas, com o objetivo de melhorar a aprendizagem e os resultados avaliativos dos estudantes, em comparação com o modelo tradicional de ensino que ainda prevalece em diversos contextos brasileiros. A interdisciplinaridade, a contextualização, a utilização da tecnologia, das práticas experimentais e um novo olhar para a avaliação são paradigmas atuais para o ensino-aprendizagem, em ciências da natureza.

Publicada como lei em 2018, a BNCC do ensino médio institui as orientações curriculares nacionais, trazendo diversos desses aspectos para a área das ciências da natureza, unificando os componentes Biologia, Física e Química, em meio a críticas e incertezas quanto à sua construção e necessidade. Portanto, ao iniciar este trabalho, consideramos importante buscar as pesquisas atuais na área do ensino de Física, do tema energia e da produção audiovisual, ou seja, pesquisas que produziram dissertações de mestrado ou teses de doutorado, com o objetivo de analisar os trabalhos já publicados, as referências utilizadas, os resultados e as possibilidades que foram deixadas em aberto que possam enriquecer nosso processo de estudo.

Com esse intuito, selecionamos palavras-chave relacionadas à temática da nossa investigação como: sequência didática, ensino médio, energia, ensino de física, documentário e audiovisual, para fazer essa busca. A seguir é apresentado o método utilizado, os resultados e as conclusões desse estudo.

2.1 O processo de seleção das pesquisas correlatas

Para a busca de teses e dissertações, foi selecionado o Portal Brasileiro de Publicações e Dados Científicos em Acesso Aberto (OASISBR). Para otimizar os resultados, foram definidas oito combinações de palavras-chave, aplicadas nos filtros de pesquisa, visando identificar estudos mais relevantes e alinhados ao tema investigado. Realizamos a busca em janeiro de 2024 e a atualizamos em novembro de 2024, inserindo um filtro de ano de publicação de 2020 a 2024, fato que não demonstrou alteração de resultados entre as duas buscas. Os trabalhos selecionados

em cada pesquisa, julgados correlatos ao nosso estudo, são apresentados no quadro 1.

Quadro 1 - Número de trabalhos trazidos como resultado a cada busca com as combinações de palavras-chave na plataforma OASISBR em novembro de 2024, com ano de publicação entre 2020 e 2024.

Busca	Palavras-chave	Pesquisas encontradas	Pesquisas selecionadas
1 ^a	ensino de física; energia; sequência didática; documentário	0	0
2 ^a	ensino de física; energia; sequência didática; audiovisual	1	1
3 ^a	ensino; física; energia; sequência didática	68	6
4 ^a	sequência didática; energia; documentário; ensino médio	1	1
5 ^a	ensino médio; sequência didática; física; audiovisual; energia	0	0
6 ^a	ensino médio; física; energia; documentário	0	0
7 ^a	ensino médio; física; energia; audiovisual	0	0
8 ^a	ensino médio; sequência didática; documentário	11	1 (a mesma da 4 ^a busca).
Total			8

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Essas combinações foram definidas estrategicamente, iniciando com a utilização das palavras-chave centrais da pesquisa na primeira busca. No entanto, a ausência de resultados nessa etapa inicial pode indicar uma escassez de estudos específicos dentro desses parâmetros, na plataforma selecionada. Diante disso, nas buscas subsequentes, foram realizadas alterações ou supressões de termos, a fim de enfatizar diferentes aspectos, como o gênero textual, a disciplina, a temática ou o nível de ensino dos trabalhos, assim, ampliando as possibilidades de identificação de estudos relevantes. Na 2^a busca, alteramos a palavra “documentário” para “audiovisual”, com o intuito de ampliar a busca desse gênero, obtendo-se apenas um resultado. Na 3^a busca, suprimimos o gênero documentário e alcançamos a maior quantidade de resultados, o que mostra que há um maior número de pesquisas que relaciona sequências didáticas no ensino de física com o tema energia. Na 4^a busca,

suprimimos as palavras “ensino” e “física”, coletando apenas um resultado. Na 6ª e na 7ª busca, retiramos as palavras “sequência didática” e inserimos novamente as palavras “documentário” ou “audiovisual”, porém sem resultados. Na 8ª busca, suspendemos a disciplina física e o tema energia e atingimos poucos resultados.

Ao analisar a quantidade de pesquisas disponíveis, é possível observar que, na plataforma utilizada e para o período selecionado, há uma quantidade limitada de estudos que investigam ou utilizam sequências didáticas em Física, relacionados ao tema energia. Além disso, os resultados envolvendo a utilização de documentários ou produções audiovisuais são ainda mais escassos, o que evidencia o potencial da nossa pesquisa, para contribuir com a ampliação do conhecimento nessa área. Muitas das pesquisas encontradas, mas não selecionadas, abordavam temas relacionados às aplicações sociais da energia e sua geração, como energia elétrica, indução eletromagnética, energia fotovoltaica ou solar, calor, energia nuclear e alimentos. Contudo, priorizamos aquelas que buscavam trabalhar a aprendizagem do conceito geral de energia, como também descartando as que não estavam diretamente relacionadas ao tema.

Para cada busca que gerou resultados, os títulos dos trabalhos foram analisados com o objetivo de identificar indícios de alinhamento com a presente pesquisa. Após essa triagem inicial, realizou-se a leitura dos resumos dos estudos selecionados, resultando na escolha de oito trabalhos, conforme apresentado na quarta coluna do Quadro 1. Em seguida, essas pesquisas foram lidas integralmente e avaliadas à luz dos objetivos estabelecidos no início deste capítulo. A análise focou na metodologia adotada, na abordagem da sequência didática empregada, na interpretação dos resultados, nas conclusões apresentadas e, quando disponíveis, nos produtos educacionais desenvolvidos. Foram selecionados, ao final, sete dissertações de mestrado e uma tese de doutorado, cujos títulos estão listados no quadro 2.

Quadro 2 - Pesquisas correlatas selecionadas a partir da busca na plataforma OASISBR em novembro de 2024, com ano de publicação entre 2020 e 2024.

Ano	Tipo	Título	Autor	Área/Nível/Universidade
2022	Dissertação	Uma sequência didática como desenvolvimento	Cavalcante, Rogério da Silva	Física (Ciências), 8º ano do Ensino Fundamental,

		do ensino de energia na educação básica.		Universidade Federal do Ceará – CE.
2022	Dissertação	Modos de pensar e formas de falar o conceito de energia a partir de uma sequência didática pautada na perspectiva CTS.	Souza, Danilo Oliveira de	Química, 2ª série do Ensino Médio, Universidade Federal Rural de Pernambuco – PE.
2021	Dissertação	Avaliação formativa sobre energia: uma proposta de sequência didática utilizando o aplicativo <i>Plickers</i> .	Pereira, Felipe Gonçalves	Física, 9º ano do Ensino Fundamental (turma preparatória), Universidade Federal de Juiz de Fora – MG.
2021	Dissertação	Energia no cotidiano: uma abordagem para o ensino médio envolvendo a termodinâmica.	Santolin, Ériton Luis	Química, Ensino Médio, Universidade Federal de Viçosa – MG.
2021	Dissertação	<i>Podcast</i> como auxílio na formação continuada de	Taborda, Paulo Henrique	Professores de ciências do ensino fundamental anos finais, Universidade

		professores de ciências das séries finais do ensino fundamental.		Tecnológica Federal do Paraná – PR.
2020	Dissertação	O professor e os textos de divulgação científica: análise de uma sequência didática para o ensino da temática energia.	Bielert Neto, Carlos Alberto	Física, 1ª série do Ensino Médio, Universidade Federal do Triângulo Mineiro – MG.
2020	Tese	Abordagem do tema Energia por meio do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade em uma escola do Programa de Ensino Integral do Estado de São Paulo	Lameu, Lucas de Paulo	Física, 1ª série do Ensino Médio, Universidade Estadual Paulista – SP.
2020	Dissertação	Energia através de uma perspectiva interdisciplinar entre física e química	Silva, Cristina Evaristo	Física e Química, 2ª série do Ensino Médio, Universidade Federal de Santa Catarina – SC.

Observação: Não foram identificadas pesquisas relacionadas ao ensino de energia que utilizassem a produção de documentários como estratégia de aprendizagem.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Foram selecionadas pesquisas desenvolvidas não apenas no âmbito da Física do ensino médio, mas também no ensino fundamental, dentro da área de Ciências da Natureza, desde que consideradas relevantes, segundo os critérios estabelecidos. Além disso, incluíram-se pesquisas da área de Química, devido ao caráter interdisciplinar do tema energia, que também integra o escopo desta disciplina. Para cada pesquisa selecionada, será apresentado um breve relato e uma análise de sua relevância para este trabalho. Os estudos são descritos, a seguir, em ordem decrescente de ano de publicação e, dentro de cada ano, organizados alfabeticamente pelo nome dos autores.

2.2 Descrevendo os trabalhos encontrados

Nesta subseção, descrevemos as pesquisas que movimentam os estudos nessa área. De modo geral, foram encontradas pesquisas diversificadas e resultados que energizam nosso trabalho.

A dissertação de Cavalcante (2022), intitulada “Uma sequência didática como desenvolvimento do ensino de energia na educação básica” foi desenvolvida na área de Formação de Professores, acentuando no desenvolvimento de sequências didáticas para professores de ciências do ensino fundamental, a partir do paradigma do ensino por investigação, também procura desenvolver conceitos concretos sobre energia na área de estudo da Física. Sua motivação foi aprimorar as situações de aprendizagem em uma escola pública municipal em Fortaleza – CE, que possuía deficiência em materiais e laboratórios. Os professores de Ciências desta escola, assim como no geral, possuem maiores habilidades no ensino de Biologia e de Química, enfrentando maiores desafios nos conteúdos relacionados à Física, sendo que os conteúdos dessas três áreas devem ser ministrados nessa disciplina, no ensino fundamental. Sua pesquisa resultou em um produto educacional, com quatro etapas que, em um primeiro momento, utiliza uma abordagem conceitual colaborativa e participativa, apresentando um texto sobre energia solar e propondo um debate. Em um segundo momento, o tema transformação de energia foi trabalhado com a ajuda

do livro didático e de simuladores virtuais. No terceiro, estimulou-se um debate sobre consumo de energia, com cálculos a partir de dados de uso de eletrodomésticos e equipamentos, que os estudantes possuíam em casa. No quarto e último momento, eles são instigados a criar um equipamento com materiais de baixo custo que seja capaz de transformar energia.

Em sala de aula, os resultados iniciais do desenvolvimento do produto educacional elaborado por Cavalcante (2022) indicaram que apenas uma parcela dos estudantes participantes conseguia identificar corretamente a presença de energia, em atividades do cotidiano. Contudo, essa situação mudou após as primeiras aulas conceituais. O autor destaca a transformação introduzida pela BNCC do ensino fundamental (Brasil, 2017), que orienta a abordar, obrigatoriamente, conteúdos de Física em todos os anos dessa etapa, em contraste com um modelo tradicional, no qual o ensino da disciplina era restrito ao último ano do ensino fundamental. Essa orientação já existia em documentos curriculares anteriores e nas pesquisas em ensino de ciências, porém não de forma obrigatória, o que fazia persistir nas escolas uma divisão tradicional de conteúdos por ano em Ciências. Essa mudança gerou a necessidade de desenvolver habilidades específicas em Física, por parte dos professores de Ciências que não trabalhavam esse conteúdo, aumentando a demanda por materiais didáticos voltados para essa área. Cavalcante defende que a metodologia da Sequência Didática (SD) contribui para o processo de ensino-aprendizagem sobre energia, promovendo um nível mais aprofundado de compreensão entre os estudantes.

O trabalho de Souza (2022), intitulado “Modos de pensar e formas de falar o conceito de energia a partir de uma sequência didática pautada na perspectiva CTS”, é uma pesquisa de natureza qualitativa que tem como objetivo analisar o processo de significação no tema energia. A pesquisa utilizou como ferramenta uma SD fundamentada na perspectiva da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e na teoria dos Perfis Conceituais para o ensino de Química. O estudo considera como base os componentes do processo: o professor, o estudante, o conhecimento científico (conceitual) e o mundo material (contextual), abrangendo as dimensões pedagógica e epistemológica. A SD foi desenvolvida com estudantes da 2ª série do ensino médio de uma escola de ensino integral da rede pública estadual de Pernambuco, localizada na cidade de Maranguape I, Paulista. O planejamento incluiu 10 momentos, distribuídos entre atividades síncronas e assíncronas, como apresentação da

pesquisa, questionário diagnóstico, discussão do tema, produção textual, análise e discussão de texto e infográfico, apresentação de vídeos e documentário, debates e resolução de uma questão sociocientífica (QSC).

Utilizando a Teoria dos Perfis Conceituais, Souza (2022) expõe que sua utilização nas aulas de ciências da natureza é importante para entender como o estudante compreende o conceito, suas articulações com o mundo e interações discursivas, que podem ser mediadas pela linguagem do professor para a construção do conhecimento científico. Para o tema energia, o pesquisador utilizou o Perfil Conceitual de Energia proposto por José Eusébio Simões Neto, que consiste em seis zonas: Energia como algo espiritual ou místico, energia funcional/utilitarista, energia como movimento/atividade óbvia, energia como algo material, energia como agente causal das transformações e energia como grandeza que se conserva, sendo as duas primeiras consideradas como não-científicas e as quatro seguintes como científicas. A partir da perspectiva CTS, o autor identificou aspectos que emergem nos discursos dos estudantes, como a natureza da ciência, a natureza da tecnologia, a natureza da sociedade, o efeito da ciência sobre a tecnologia, o efeito da tecnologia sobre a sociedade, o efeito da sociedade sobre a ciência, o efeito da ciência sobre a tecnologia e o efeito da tecnologia sobre a ciência.

A partir da análise das respostas dos estudantes aos questionários e produções textuais, Souza (2022) identificou frases que permitiram classificar os conceitos dentro da perspectiva CTS e das zonas do perfil conceitual de energia. Os resultados indicaram que os aspectos “efeito da Tecnologia sobre a Sociedade” e “efeito da Ciência sobre a Tecnologia” emergiram nos discursos dos estudantes. Além disso, todas as zonas do perfil conceitual foram identificadas nos questionários diagnósticos. No entanto, apenas a zona “Energia como Movimento” e a zona “Energia como algo Espiritual ou Místico” foram observadas nas produções textuais, enquanto a zona “Energia como algo Funcional/Utilitarista” apareceu na resolução da questão sociocientífica. Esses achados evidenciam elementos que os estudantes trazem a partir de suas vivências, relacionadas ao conceito de energia e destacam a necessidade de realização de mais pesquisas nessa área.

Intitulada “Avaliação formativa sobre energia: uma proposta de sequência didática utilizando o aplicativo *Plickers*”, a pesquisa de Pereira (2021) foi realizada em uma turma preparatória com estudantes do 9º ano do ensino fundamental, para ingresso no Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, com o objetivo de investigar

a aprendizagem conceitual sobre energia mecânica. Foi analisada a aprendizagem do conteúdo, utilizando um processo de avaliação formativa em uma sequência didática com o aplicativo *Plickers*. No desenvolvimento da SD, foram empregados experimentos físicos e virtuais, a partir de simuladores online. Sua construção se deu a partir da análise de teses e dissertações já defendidas, disponíveis no banco de teses e dissertações da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), sendo uma SD construída para desenvolver com os estudantes. Esse trabalho traz como resultados a importância da utilização de experimentos e simuladores com escopos específicos de aprendizagem, a importância da avaliação formativa e um aumento no índice de acertos das questões propostas, a partir da SD. Buscando desenvolver a importância da ciência no cotidiano, Pereira (2021), trouxe uma diversidade de metodologias para ensinar o conteúdo da energia mecânica, indo além da perspectiva de resolução matemática de questões, trazendo a importância de uma avaliação contínua e formativa do processo.

Em “Energia no cotidiano: uma abordagem para o ensino médio envolvendo a termodinâmica”, Santolin (2021) pesquisou o ensino de energia em Química para o ensino médio, em uma abordagem no cotidiano e na perspectiva da termodinâmica. O pesquisador propôs seis aulas experimentais para trabalhar o tema com os estudantes, que podiam ser desenvolvidas em sala de aula ou em oficinas e produziu um material didático em forma de livro, para disponibilizar na biblioteca da escola. Utilizou a teoria da aprendizagem significativa e a teoria do processo de aprendizagem, a partir da relação entre professor, estudante, materiais educativos e a perspectiva CTS. Sua dissertação possui um grande volume de explicações físicas sobre os processos energéticos, sendo por si só, um material completo e abrangente sobre a temática. Ao final, o autor trouxe a proposição de um roteiro para a utilização do material, porém de uma forma simplificada de sequência didática.

Na dissertação “*Podcast* como auxílio na formação continuada de professores de ciências das séries finais do ensino fundamental”, o ensino de energia foi abordado por Tabora (2021) em aulas de ciências no ensino fundamental, evidenciando a importância dos conteúdos de Física nesse componente curricular após as alterações trazidas pela BNCC (Brasil, 2017), determinando as habilidades a serem desenvolvidas com os estudantes de cada ano em esfera nacional. Utilizando a Teoria da Aprendizagem Significativa, o autor construiu uma intervenção para a formação continuada de professores utilizando *podcasts*, com a finalidade de fomentar

subsunçores por meio desse organizador prévio. A atividade envolveu a construção e a divulgação, por meio de redes sociais, de uma sequência de seis *podcasts* direcionados ao público-alvo composto por professores da rede pública do Paraná, seguida pela aplicação de um questionário para coleta de respostas. Os temas dos *podcasts* abordaram conteúdos de Física evidenciados pela BNCC (Brasil, 2017) para a disciplina de ciências, como a energia no ensino de ciências, o estudo do calor, máquinas simples e térmicas, energia elétrica, estrutura da matéria, luz e ondas eletromagnéticas e sobre a aprendizagem significativa nos conteúdos de matéria e energia. Em seus resultados, o autor destaca que os professores do ensino fundamental não se sentem seguros em ensinar os temas da Física, sendo uma consequência de seu pouco conhecimento na área, já que para lecionar ciências os professores têm, em sua maioria, graduação em ciências biológicas ou química. Em conclusão, o pesquisador relata que, a partir dos dados de *streaming* dos *podcasts*, que a formação continuada precisa ser constante para os professores e que a linguagem dos *podcasts* pode ampliar o alcance dessas formações.

A relevância do tema energia também foi destacada no estudo de Bielert Neto (2020), intitulado “O professor e os textos de divulgação científica: análise de uma sequência didática para o ensino da temática energia”, que utilizou Textos de Divulgação Científica (TDC) como recurso didático em uma sequência didática. A pesquisa centrou-se na prática de um professor de Física atuante na 1ª série do ensino médio em uma escola estadual de Uberaba (MG), com o material empírico sendo produzido a partir de questionários e entrevistas, além da construção e desenvolvimento da SD em colaboração com o professor, utilizando a metodologia da pesquisa-ação.

O material de análise consistiu em um questionário prévio e em uma entrevista, realizada após o desenvolvimento da SD com os estudantes. A motivação do autor surgiu de reflexões sobre sua própria prática e sobre os resultados de avaliações em larga escala, como as baixas notas no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) e no PISA para a educação básica. Na análise dos dados, o pesquisador utilizou a Análise Textual Discursiva e o Losango Didático, um esquema que articula os eixos epistêmico e pedagógico, para identificar essas dimensões no relato do professor, a partir da relação entre professor, estudante, conhecimento científico e mundo material.

Nos resultados, na dimensão epistêmica Bielert Neto (2020, p. 98) identificou aspectos relacionados às “relações com o Conhecimento Científico e o Mundo Material, Articulação Saber Docente Profissional e Conhecimento Científico e Conhecimento historicamente construído e transformações”. Na dimensão pedagógica, destacaram-se a criação de materiais no processo de ensino-aprendizagem, o uso de estratégias didáticas inovadoras, a identificação e superação de obstáculos, a interação entre professor e estudante, bem como a afinidade e a proatividade como fatores que influenciam tanto a prática docente, quanto o desenvolvimento do conhecimento profissional do professor.

A única tese de doutorado selecionada para esta pesquisa foi a de Lameu (2020), intitulada “Abordagem do tema Energia por meio do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade em uma escola do Programa de Ensino Integral do Estado de São Paulo”, que consistiu no desenvolvimento de uma SD na perspectiva CTS em aulas de Física com estudantes do 1ª série do ensino médio em uma escola integral do estado de São Paulo, desenvolvida com os estudantes pelo pesquisador, sendo o professor regente da turma convidado a estar presente. A temática da SD foi energia e foi construída a partir da concepção dos Três Momentos Pedagógicos, que consistem na Problematização Inicial, na Organização do Conhecimento e na Aplicação do Conhecimento, estimulando a interação social em sala de aula. Foram realizadas entrevistas com os estudantes e gravações de aulas, focando em episódios de ensino para a análise. Foram realizadas 20 aulas abordando temas como história da energia, energia do Sol, fontes de energia, usinas geradoras de energia e impactos ambientais, trabalho e conservação da energia, utilizando como ferramentas a leitura de textos e imagens, realização de experimentos, júri simulado e realização de exercícios. Os dados foram analisados por meio da Análise de Conteúdo, trazendo como resultado o desenvolvimento de uma postura mais crítica sobre a Ciência e promoção da formação dos conceitos relacionados à energia, como fontes de energia, formas de energia, transformação de energia, princípio da conservação de energia e relação entre energia e trabalho.

Por fim, em “Energia através de uma perspectiva interdisciplinar entre física e química” Silva (2020) produziu sua dissertação de mestrado a partir da construção e desenvolvimento de Sequências de Ensino Investigativas (SEI) interdisciplinares com o tema Energia com foco no calor, nas perspectivas da Física e da Química. As SEI foram desenvolvidas em uma turma de 2ª série do ensino médio em escola estadual

de Blumenau – SC, como oficinas no contraturno, sendo a primeira SEI construída a partir dos conteúdos relacionados a energia dos alimentos para o corpo humano e a segunda, a partir da queima do gás hidrogênio e o estudo dos gases, utilizando recursos como textos, vídeos, simulações e atividades práticas. Após a análise dos dados, a pesquisadora concluiu que os estudantes participantes demonstraram ter se apropriado dos conceitos, além de uma de autonomia quando as aulas são mais atrativas, mais dinâmicas e quando estimulam uma maior ação dos estudantes.

As pesquisas aqui selecionadas mostram uma diversidade de abordagens da temática energia, do ensino fundamental ao médio, a partir de conceitos centrais das disciplinas de Ciências, Química e Física. Na próxima seção, discutimos as conclusões que obtivemos a partir desse levantamento.

2.3 Considerações sobre as pesquisas correlatas

Os trabalhos selecionados neste levantamento de estudos correlatos apresentaram resultados promissores, relacionados ao desenvolvimento do tema energia, entre os estudantes e/ou professores participantes. Nas considerações finais das pesquisas, observaram-se avanços na aprendizagem, como o aumento no número de respostas corretas em questões de Física, maior engajamento dos estudantes por meio do estímulo à proatividade, aumento do interesse e da participação nas atividades, além da identificação de relações críticas entre ciência e sociedade.

Muitos dos aspectos abordados nesses estudos correlatos podem ser relacionados a esta pesquisa, como a identificação da importância e relevância do tema energia em documentos oficiais, a exemplo da BNCC (Brasil, 2017; Brasil, 2018), a proposição de atividades interdisciplinares e a adoção de diferentes ferramentas de aprendizagem. Entre essas ferramentas destacam-se a leitura, a análise e a produção de textos, a análise de vídeos, o uso de simuladores online e a realização de experimentos, que se mostram como aspectos positivos para o desenvolvimento do ensino-aprendizagem em ciências da natureza.

Houve uma diversidade de metodologias, como pesquisa-ação, pesquisa na própria prática e pesquisa colaborativa, além de variadas ferramentas de análise, incluindo a análise do conteúdo de entrevistas, análise de respostas de questionários, gravação de aulas e identificação de episódios de ensino. Esses estudos

compartilham aspectos qualitativos e, na maioria dos casos, utilizaram sequências didáticas como recurso para coleta de dados. Observa-se que as SD analisadas foram desenvolvidas a partir de uma perspectiva distinta da proposta desta pesquisa, pois apresentavam atividades fechadas e previamente planejadas, destinadas apenas à execução pelos estudantes. Para a construção dessas SD, foram empregadas teorias de destaque no ensino de Ciências, como o ensino por investigação e a perspectiva CTS, além de teorias gerais da aprendizagem, como a Aprendizagem Significativa, os Três Momentos Pedagógicos e o Sociointeracionismo. Poucas SD analisadas nas pesquisas incluíram momentos iniciais dedicados à apresentação de situações problematizadoras e atividades diagnósticas, embora sempre buscassem abordagens diferenciadas do ensino tradicional.

Foi possível identificar, em alguns trabalhos, a preocupação dos pesquisadores com a base de conhecimento docente, o nível de entendimento dos conteúdos e a necessidade de formação continuada. Taborda (2021) descreve a situação do professor de ciências, em meio a necessidade do ensino dos conteúdos de Física no ensino fundamental, anos finais, a obrigatoriedade da BNCC (Brasil, 2017) e a necessidade de formação continuada. Bielert Neto (2020) comenta sobre a necessidade do professor pensar nos estudantes da inclusão, como também nos Saberes Docentes Profissionais que ele precisa desenvolver, após sua formação inicial. Lameu (2020) realizou sua pesquisa em sua própria prática, destacando a importância da divulgação de seus resultados para outros professores e gestores, movimentando o saber científico.

Os demais trabalhos focaram na avaliação da aprendizagem dos estudantes, após o desenvolvimento das atividades propostas. Cavalcante (2022) identificou aumento na qualidade da aprendizagem dos conteúdos de Física, a partir da resposta de questionários. Souza (2022) destaca a identificação do discurso dos estudantes a partir dos perfis conceituais e das questões sociocientíficas apresentadas. Pereira (2022) discorreu sobre a importância para o professor da realização dos *feedbacks* e escuta ativa dos estudantes. Santolin (2021) apresenta uma sequência de atividades, que pode ser utilizada para o ensino da termodinâmica. Silva (2020) identifica a importância da utilização de recursos didáticos variados, para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Outro aspecto relevante é que todas as pesquisas foram desenvolvidas em escolas públicas de diferentes regiões do Brasil. Três delas foram realizadas no ensino

fundamental – anos finais – na disciplina de Ciências. Cavalcante (2022) trabalhou com estudantes do 8º ano do ensino fundamental, em uma escola municipal de Fortaleza (CE); Pereira (2022) realizou atividades em uma turma preparatória com estudantes do 9º ano que se preparavam para o exame de ingresso no Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais; e Taborda (2021) coletou dados, junto a professores de ciências do ensino fundamental da rede pública do Paraná e de algumas instituições privadas, via formulários *on-line*.

Os demais trabalhos foram conduzidos no ensino médio. Souza (2022) desenvolveu sua pesquisa com estudantes da 2ª série do ensino médio em uma escola estadual de Paulista (PE); Santolin (2021) produziu material didático para utilização no ensino médio; Bielert Neto (2020) trabalhou com uma turma da 1ª série do ensino médio, em uma escola estadual de Uberaba (MG); Lameu (2020) realizou atividades com estudantes da 1ª série do ensino médio em uma escola estadual integral de São Paulo; e Silva (2020) desenvolveu sua pesquisa com estudantes da 2ª série do ensino médio, em uma escola estadual de Blumenau (SC).

Em todos os estudos, ficou evidente a preocupação com o nível de aprendizagem dos estudantes – ou, no caso de Taborda (2021), com o nível de conhecimento dos professores. Além disso, destacou-se o foco na produção de atividades diversificadas e no uso de variados recursos didáticos, com menos formalismo matemático e maior ênfase no desenvolvimento de conceitos físicos.

O tema energia foi abordado de maneiras variadas, abrangendo desde abordagens mais conceituais até perspectivas mais amplas. Apenas uma das pesquisas analisou a construção do conceito geral de energia, enquanto as demais se concentraram no ensino de conceitos científicos, aplicados nas áreas da Física ou da Química. Ademais, os recursos audiovisuais utilizados, como vídeos, foram empregados para transmitir conceitos e não, como linguagens exploradas pelos estudantes para a produção de conhecimento, ou seja, não houve produções audiovisuais autorais realizadas pelos próprios estudantes.

Assim como em orientações curriculares anteriores já citavam a importância da tecnologia para o ensino de ciências, a BNCC (Brasil, 2018) também orienta que a cultura digital é fundamental para comunicar-se, acessar e disseminar informações, produzir conhecimento, solucionar problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva, de maneira crítica e ética. Essa competência é enfatizada em

todas as áreas do conhecimento e demonstra sua importância na preocupação dos pesquisadores com a inclusão da tecnologia, em suas sequências didáticas.

As pesquisas correlatas apresentadas contribuíram para ampliar a compreensão sobre as produções atuais na área do ensino de energia, nas aulas das disciplinas da área das Ciências da Natureza, ao trazer experiências que destacam o processo de construção desse conceito pelos estudantes. Simultaneamente, evidenciaram lacunas que podem ser, pelo menos em parte, preenchidas com os resultados desta pesquisa. Entre elas, ressalta-se a importância de construir a sequência didática (SD) sob uma perspectiva construtivista, com maior atenção aos conhecimentos prévios revelados pelos estudantes para a proposição de atividades, que atendam às suas necessidades de aprendizagem.

Adicionalmente, ressalta-se que a utilização de produções audiovisuais como ferramenta para análise dos conhecimentos prévios reveladas, complementando a resolução de questões e a produção de textos, pode representar uma abordagem diferenciada para o ensino de energia na Física. Outro ponto significativo a ser explorado é a base de conhecimento dos professores, incluindo o aprimoramento de sua profissionalidade, aspectos essenciais tal como para a construção de sequências didáticas e para a avaliação da aprendizagem dos estudantes.

Então, dando continuidade ao nosso trabalho, na seção seguinte buscamos aprofundar os aspectos teóricos referentes ao conceito de energia e seu ensino em aulas de Física, que embasam esta pesquisa, a partir de um panorama geral sobre o desenvolvimento dessa área, no Brasil e nos documentos curriculares.

3 ENERGIA O ENSINO DE FÍSICA: DA LITERATURA CIENTÍFICA ÀS ORIENTAÇÕES CURRICULARES

Nesta seção, exploramos a evolução do conceito de energia na literatura científica, nas orientações curriculares e no ensino de Física, com ênfase na abordagem das múltiplas linguagens. O conteúdo está estruturado em três subseções principais. Na primeira, apresentamos um panorama histórico do desenvolvimento do conceito de energia na ciência, tal qual no ensino de Física.

Na segunda subseção, analisamos os desafios contemporâneos do ensino de Física, abordando a temática energia. Exploramos as diretrizes curriculares que orientam o ensino desse conceito, considerando a evolução das políticas educacionais e as pesquisas acadêmicas voltadas para o ensino de energia. Discutimos, ainda, a necessidade de uma abordagem mais integrada e contextualizada, que relacione a energia a diferentes áreas do conhecimento e sua aplicabilidade na sociedade.

Por fim, na terceira subseção, investigamos a importância da integração de diferentes linguagens e formas de comunicação no ensino de Física. Exploramos o papel da linguagem científica e do uso de recursos audiovisuais como estratégias para tornar o aprendizado mais acessível e conectado ao cotidiano dos estudantes. Além disso, destacamos abordagens interdisciplinares e culturais como formas de enriquecer o processo de ensino-aprendizagem e aproximar o conhecimento científico, das realidades culturais e sociais dos estudantes. Essas estratégias visam não apenas à transmissão de conhecimento, nada obstante à formação de cidadãos críticos, engajados e preparados para enfrentar desafios contemporâneos.

3.1 Conceitos científicos de energia

O ensino do conceito de energia nas aulas de Ciências da Natureza é fundamental para desenvolver uma compreensão ampla e integrada do mundo natural e tecnológico permeando fenômenos como movimento, calor, eletricidade e reações químicas. Além disso, é indispensável para compreender princípios fundamentais, como a conservação da energia e as leis da termodinâmica. Bucussi (2006) salienta que, para que os estudantes internalizem esse conceito, é essencial ir além de

definições formais, contextualizando-o historicamente e conectando-o ao cotidiano. Abordar sua evolução histórica, portanto, permite que os estudantes reconheçam a natureza não progressiva e não definitiva do conhecimento científico, promovendo uma visão mais crítica e reflexiva.

A energia é considerada um conceito unificador no ensino de Ciências, dentro das temáticas de Transformações e Regularidades, que fornecem uma estrutura para compreender fenômenos de forma integrada, consoante Angotti (1993). Inclusive o teórico argumenta que a energia atua como um conceito integrador entre diferentes áreas da ciência e tecnologia, sendo caracterizada por suas múltiplas formas de transformação. Além disso, a energia é expressa por meio de uma linguagem matemática altamente generalizável e condensada, o que contribui para sua aplicabilidade em diversos contextos. Essa perspectiva reforça a importância de apresentar a energia como um elemento unificador no conhecimento científico, ampliando sua relevância para além da Física e promovendo uma abordagem interdisciplinar no ensino e na pesquisa.

A energia é uma abstração fundamental para a compreensão dos fenômenos físicos, sendo essencial para a análise do movimento, das transformações nos sistemas e das interações entre diferentes formas de energia, conforme destacado por Warren (1986). Para o autor, esse conceito é geralmente introduzido após a noção de trabalho, estabelecendo sua relação com a capacidade de modificar estados físicos e promover mudanças em sistemas. No cotidiano, os estudantes frequentemente entram em contato com diferentes manifestações da energia, como a eletricidade em eletrodomésticos, a energia solar como alternativa sustentável e os impactos ambientais decorrentes do uso de combustíveis fósseis. Bucussi (2006) evidencia que a exploração desses exemplos práticos é fundamental para superar concepções alternativas do senso comum, muitas vezes marcadas por confusões entre energia, força e movimento. Ao contextualizar o ensino desse conceito, torna-se possível construir um conhecimento mais estruturado e alinhado com as formulações científicas. Diante dessa relevância a seguir, apresentaremos um panorama histórico sobre a evolução dos estudos, relacionados à energia que podem ser explorados em aulas de Física.

3.1.1 O conceito de energia ao longo da história da Física

Os estudos iniciais sobre os fenômenos que futuramente seriam associados ao conceito de energia tiveram origem nas tentativas de compreender o movimento e suas causas, baseando-se na visão predominante da física aristotélica. Essa abordagem, que influenciou o pensamento científico por séculos, não se restringiu à Antiguidade. Lino (2016) explica que, nesse modelo desenvolvido por Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.), os movimentos eram classificados como naturais, quando alinhados à "ordem do cosmos", ou violentos, no momento que resultantes de uma força externa. Por sua vez, o ar desempenhava um papel paradoxal, sendo considerado ao mesmo tempo uma resistência ao movimento e um elemento que o sustentava. Esse entendimento, fortemente qualitativo, formava a base do pensamento natural na época, todavia apresentava limitações que se tornaram evidentes, com o avanço das investigações dos fenômenos físicos.

Ao longo da Idade Média e do Renascimento, o pensamento aristotélico começou a ser questionado e revisado. Gomes (2015a) aponta que Jean Buridan (1301 – 1358), por exemplo, introduziu o conceito de *impetus*, uma força transmitida a um corpo em movimento, que permitia que ele continuasse em deslocamento mesmo após a cessação do contato com a força original. Essa ideia foi uma tentativa inicial de superar a visão aristotélica de que o movimento exigia uma força contínua para ser mantido, Galileu Galilei (1564 – 1642), ainda a partir do autor, refinou as ideias sobre o movimento, explorando a conservação do ímpeto em experimentos com planos inclinados. Ele sugeriu que, na ausência de resistência, um corpo retornaria à sua altura original, indicando uma conservação do movimento.

Mais tarde, Gottfried Leibniz (1646-1716) trouxe uma contribuição significativa para a compreensão do movimento ao propor o conceito de *vis viva*, que pode ser relacionado ao que hoje conhecemos como energia cinética. Ele sugeriu que a "força motriz" de um corpo era proporcional ao produto de sua massa, pelo quadrado de sua velocidade, introduzindo uma abordagem quantitativa para descrever fenômenos dinâmicos. Martins (1984) destaca que essa ideia foi uma tentativa inicial de identificar grandezas que se conservam em processos físicos, como nas colisões elásticas. Embora o termo "energia" ainda não fosse utilizado na época, a *vis viva* abriu caminho para um entendimento matemático e abrangente do movimento, contribuindo para a formulação do conceito moderno de energia.

Ainda no século XVII, segundo Gomes (2015a), René Descartes (1596 – 1650) no estudo do movimento, introduziu o conceito de quantidade de movimento, relacionando diretamente a massa e a velocidade de um corpo, e afirmando que essa grandeza seria conservada em sistemas isolados. Ele argumentou que essa conservação era uma lei universal, sustentada por um princípio divino, e desenvolveu sete regras para descrever colisões entre corpos, considerando condições ideais, como a ausência de forças dissipativas. Em suas formulações, Descartes também abordou a ideia de que, na ausência de forças externas, um corpo em movimento continuaria indefinidamente em linha reta, antecipando o princípio da inércia que seria formalizado por Newton, em sua Primeira Lei do Movimento. Embora suas ideias não incluíssem o rigor matemático e o tratamento vetorial que surgiriam posteriormente, elas representaram um aprofundamento em relação às noções medievais, como o ímpeto de Buridan.

Isaac Newton (1643 - 1727) desempenhou um papel fundamental que foi utilizado no desenvolvimento do conceito de energia posteriormente, especialmente ao consolidar a compreensão de força e movimento. Conforme destacado por Gomes (2015a), Newton foi o responsável por formular as famosas três leis do movimento, publicadas em sua obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (1687). Conhecida como Lei da Inércia, a primeira lei estabelece que um corpo tende a permanecer em repouso ou em movimento retilíneo uniforme, salvo se forças externas atuarem sobre ele. A segunda lei relaciona a alteração no movimento de um corpo, como sendo diretamente proporcional à força aplicada sobre ele e ocorrendo na mesma direção da linha reta ao longo da qual essa força atua. Por sua vez, a terceira lei introduz o princípio da ação e reação, indicando que forças trocadas entre dois corpos são sempre iguais em intensidade e opostas em direção. A partir do autor, é possível concluir que, apesar de não utilizar diretamente o conceito de energia em suas formulações, Newton conectou o trabalho mecânico à conservação de algo no movimento, evidenciado em seus estudos com pêndulos e colisões.

No século XVIII e início do XIX, os debates em torno da natureza do calor desempenharam um papel crucial no desenvolvimento do conceito de energia. Nesse período, prevalecia a teoria do calórico, que descrevia o calor como uma substância imponderável que fluía de corpos mais quentes para mais frios. Como apontam Gomes (2015a) e Martins (1984), essa teoria buscava explicar fenômenos térmicos, sendo amplamente aceita na época.

Cônsono Bucussi (2006) e Gomes (2015a), o termo “energia” foi introduzido no vocabulário científico, apenas no início do século XIX por Thomas Young (1773 – 1829), que o utilizou para descrever a capacidade de um corpo de realizar trabalho mecânico. A palavra "energia" tem origem no grego *ἐνέργεια* (enérgeia), que significa "atividade" ou "trabalho em ação". Segundo os autores, essa introdução marcou uma transformação conceitual ao substituir noções anteriores, como a *vis viva*, de Leibniz e a teoria do calórico, amplamente aceita no século XVIII. Gomes (2015a) ressalta que o uso da palavra "energia" consolidou a ideia de um princípio unificador que conecta fenômenos naturais diversos, enquanto Bucussi (2006) avulta que a adoção do termo foi um passo crucial para o desenvolvimento da ciência moderna.

A crítica à teoria do calórico persistiu ao longo do século XIX, como destaca Gomes (2015b) e Lino (2016), sendo impulsionada por experimentos conduzidos por cientistas como James Prescott Joule (1818 – 1889) e Julius Robert von Mayer (1814 – 1878). Esses estudos foram fundamentais para demonstrar a relação entre trabalho mecânico e calor, integrando o calor como uma forma de energia nos sistemas físicos. Esses avanços consolidaram o princípio da conservação da energia.

De acordo com Gomes (2015b) e Martins (1984), Joule realizou experimentos meticulosos que comprovaram a equivalência entre trabalho mecânico e calor. Em um de seus experimentos mais famosos, ele utilizou pás submersas para agitar água, observando que o aumento de sua temperatura era diretamente proporcional ao trabalho mecânico aplicado. Essa descoberta refutou a teoria do calórico, que considerava o calor como uma substância material. Martins (1984) reforça que os resultados obtidos por Joule forneceram evidências experimentais robustas para a incorporação do calor como uma forma de energia no contexto da física, consolidando a compreensão moderna das transformações energéticas.

Mayer propôs a equivalência entre calor e trabalho, ao observar diferenças na coloração do sangue humano em regiões com climas distintos, associando essas variações ao consumo de oxigênio e à produção de calor (Martins, 1984). Essa relação levou Mayer a identificar o metabolismo como um processo de transformação energética, fundamentando a ideia de que o calor gerado no corpo poderia ser comparado ao trabalho realizado pelas máquinas e contribuindo para o conceito de conservação da energia.

Em 1853, William John Macquorn Rankine (1820 – 1872) introduziu os termos "energia potencial" e "energia cinética" para descrever diferentes tipos de energia

mecânica, substituindo nomenclaturas anteriores menos precisas, como "energia estática" e "energia dinâmica", utilizados posteriormente por Lord Kelvin. De acordo com Gomes (2015b), essa proposta rapidamente ganhou aceitação na comunidade científica. Rankine também contribuiu para a formulação do princípio da conservação da energia, integrando a teoria dinâmica do calor e consolidando a conexão entre calor e trabalho.

Ao longo do século XIX, o conceito de energia foi refinado e ganhou relevância como um princípio fundamental e interdisciplinar. Gomes (2015b) destaca que, por meio de investigações científicas, o termo substituiu gradualmente concepções anteriores, com foco nas relações entre movimento, calor e trabalho. Nesse contexto, William Thomson (1824 – 1907), conhecido como Lord Kelvin, desempenhou um papel decisivo. Inicialmente influenciado pelo modelo do calórico, Kelvin aprofundou suas pesquisas em parceria com Joule, aceitando a teoria dinâmica do calor e incorporando o conceito de energia como uma grandeza conservada. Essa evolução, como aponta Gomes (2015b), não apenas unificou fenômenos antes tratados de forma isolada, no entanto consolidou a energia como um conceito técnico e filosófico essencial, garantindo sua centralidade na física moderna.

Kelvin também foi crucial para integrar os princípios de conservação e dissipação da energia, enfatizando que o calor pode ser convertido em trabalho mecânico, mas apenas parcialmente, devido à irreversibilidade dos processos naturais, cita Gomes (2015b). As contribuições de Kelvin foram além da formulação teórica, abrangendo a criação de conceitos fundamentais como a escala termodinâmica absoluta e a definição do conceito de dissipação de energia. De acordo com o autor, ele argumentou que, em processos como a condução de calor, ocorre uma "perda" de energia útil, embora a quantidade total de energia permaneça constante. Essa ideia lançou as bases para o estudo da entropia, termo que representa a medida da desordem ou aleatoriedade em um sistema, e consolidou a termodinâmica como um campo essencial da física, permitindo uma compreensão mais profunda das transformações de energia e de sua conservação em sistemas físicos.

O desenvolvimento do conceito de energia também foi enriquecido pelas contribuições nos estudos das máquinas térmicas, como os de Nicolas Léonard Sadi Carnot (1796 – 1832), que introduziu a ideia de rendimento nas máquinas térmicas, buscando entender as limitações na conversão de calor em trabalho, na visão de

Gomes (2015a). Claude Louis Marie Henri Navier (1785 — 1836) e Gaspard-Gustave Coriolis (1792 – 1843) avançaram na descrição matemática de trabalho e energia no contexto de sistemas mecânicos, enquanto Jean-Victor Poncelet, (1788 — 1867) destacou a relação entre trabalho útil e forças dissipativas. Gomes (2015a) aponta que o problema do rendimento foi central para essas investigações, uma vez que os pesquisadores da época buscavam otimizar a eficiência das máquinas térmicas, explicando a inevitabilidade das perdas energéticas devido à irreversibilidade dos processos. Essas reflexões ajudaram a consolidar a visão de que nem todo calor poderia ser convertido em trabalho, o que mais tarde levou à formulação do conceito de entropia e contribuiu para os princípios da termodinâmica.

Na área da História da Ciência, Gomes (2015a) destaca o papel de Thomas Samuel Kuhn (1922 — 1996) ao analisar a evolução do conceito de energia sob uma perspectiva histórica e epistemológica. Conforme o autor, Kuhn argumenta que a consolidação da energia como um princípio universal foi resultado de um processo paradigmático, no qual a ciência passou de uma visão fragmentada e mecanicista para um entendimento integrado e sistêmico. Discorre o autor, que para Kuhn, a formulação moderna do conceito de energia exemplifica como a ciência se desenvolve por meio de revoluções conceituais, em que novos paradigmas substituem gradualmente modelos anteriores, promovendo uma compreensão mais ampla e conectada da realidade. Isso evidencia que o conceito de energia não é apenas técnico, mas também profundamente filosófico, moldando a forma como interpretamos os fenômenos naturais.

Na física do século XX, como elencado por Martins (2007), os avanços na compreensão dos processos nucleares e atômicos ampliaram significativamente o conceito de energia, trazendo novas possibilidades para a humanidade. Por um lado, esses avanços proporcionaram alternativas mais eficientes e menos poluentes para a geração de energia, como a energia das usinas nucleares, que contribuíram para mitigar os impactos ambientais causados pelo uso de combustíveis fósseis. Por outro lado, essa mesma ciência foi utilizada para fins destrutivos, como no desenvolvimento das bombas atômicas, empregadas em conflitos bélicos e responsáveis por grandes tragédias durante as guerras do século passado. Para mais, o uso da energia nuclear também trouxe riscos significativos, como os acidentes em usinas nucleares, exemplificados pela tragédia de Chernobyl, em 1986.

A formulação da equivalência massa-energia, apresentada por Albert Einstein (1879–1955) em 1905 com a famosa equação $E = mc^2$, foi um marco fundamental, demonstrando que uma pequena quantidade de massa pode ser convertida em uma enorme quantidade de energia, como cita Martins (2007). Essa concepção foi fundamental para o avanço da física nuclear, viabilizando descobertas como o processo de fissão nuclear para a geração de energia. No contexto da fusão nuclear, fenômeno que ocorre naturalmente no interior das estrelas, cientistas como Hans Bethe (1906–2005) descreveram os mecanismos das reações nucleares responsáveis por alimentar o Sol, demonstrando como a conversão de massa em energia radiante sustenta sua luminosidade e calor ao longo do tempo. O autor continua que, no estudo da energia em nível atômico, Niels Bohr (1885–1962) desenvolveu o modelo de quantização dos níveis de energia nos átomos, explicando como os elétrons absorvem ou emitem energia de forma discreta ao realizarem transições entre órbitas. Essa quantização da energia, posteriormente refinada por outros cientistas como Max Planck (1858–1947) e Werner Heisenberg (1901–1976), revelou que a energia não é contínua, mas sim, dividida em pacotes denominados *quanta*, sendo uma descoberta fundamental para o desenvolvimento da mecânica quântica.

Ainda hoje, o conceito de energia é objeto de investigação e aprimoramento na ciência, que está em constante revisão e atualização. Esse caráter dinâmico reflete a própria essência do método científico, sempre aberto a novas descobertas que possam ampliar ou reformular nosso entendimento sobre os fenômenos físicos, tornando o estudo da energia um campo perene de questionamentos e avanços.

Para a Física atual, energia pode ser definida como uma grandeza física associada à capacidade de causar alterações em sistemas, intimamente relacionada à capacidade dos corpos em realizar movimento, contudo, essa definição pode trazer alterações dependendo do autor ou da área de estudo, mostrando ser um conceito dinâmico. A partir do trabalho de Bucussi (2006), podemos considerar que existem dois tipos fundamentais de energia: a energia cinética, associada à velocidade de um corpo, e a energia potencial, relacionada à posição de um objeto em um campo conservativo, como os campos gravitacional ou elétrico. Esses dois tipos de energia formam a base para compreender os fenômenos físicos em sistemas isolados e em transformação, de onde derivam as outras representações da energia.

Além dessas definições fundamentais, a energia é classificada de diversas formas para atender a diferentes contextos sociais e tecnológicos atuais. Bucussi (2006) relaciona usos sociais que incluem a energia elétrica, utilizada em tomadas e usinas; a energia química, observada na queima de combustíveis e nos processos metabólicos; a energia solar, derivada da radiação do Sol; a energia eólica, produzida pelos ventos; e a energia nuclear, oriunda de reações no núcleo atômico. Há ainda outras manifestações, como a sonora e luminosa, que são expressões específicas de transformações físicas e químicas. Essas diversas formas evidenciam a amplitude do conceito de energia e sua aplicação em diferentes contextos.

3.1.2 Conceitos de energia ensinados em Física

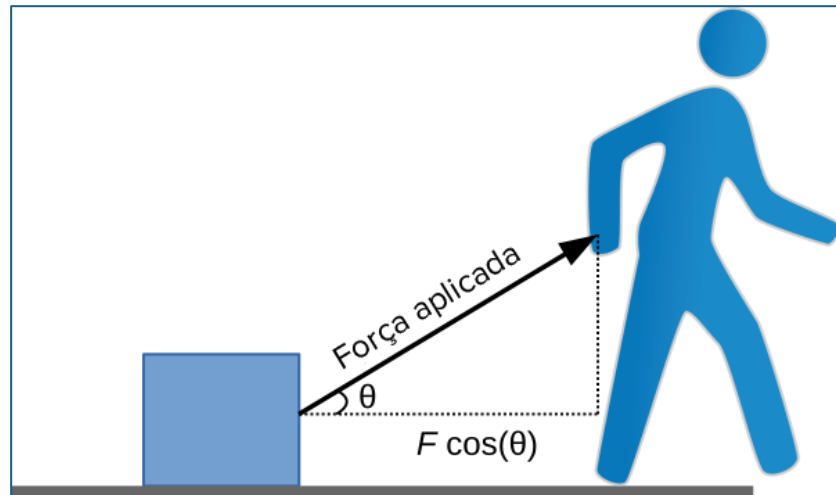
O conceito de energia ocupa um lugar central na Física e em outras áreas da ciência, sendo indispensável, atualmente, para a compreensão de fenômenos naturais e tecnológicos. Nesta seção, serão apresentados os fundamentos teóricos e os cálculos relacionados à energia mecânica, à termodinâmica e a outras formas de energia, com foco em conceitos que são trabalhados na Física do ensino médio. A partir dessa base, exploraremos como diferentes formas de energia se relacionam e se transformam, além de suas implicações para sistemas físicos.

Como explica Bucussi (2006), a conversão de energia é um princípio universal que afirma que a energia total de um sistema isolado permanece constante, independentemente das transformações internas ou das conversões entre diferentes formas. Isso significa que, em qualquer processo físico, a energia pode ser transferida ou convertida, mas não criada ou destruída. Esse princípio é fundamental para compreender sistemas que variam de escalas microscópicas, como átomos e moléculas, até escalas macroscópicas, como sistemas planetários. Bucussi (2006) destaca que essa abordagem é essencial para entender a dinâmica de sistemas físicos e a interação entre suas partes. Para entender a conservação da energia mecânica, precisamos entender o conceito de trabalho.

A equivalência entre energia e trabalho é um conceito desafiador para o ensino de Física. Geralmente, na visão de Nussenzveig (2002), o trabalho é explicado quando ocorre um deslocamento de um corpo na direção de uma força. O autor denomina energia como “a capacidade de produzir trabalho” e que ela pode estar associada a diversas formas, por exemplo, a energia potencial gravitacional, a energia

cinética, a energia mecânica, a energia térmica, a energia potencial elétrica etc. O conceito de trabalho pode se demonstrar abstrato, porém possui diversos exemplos no cotidiano e variadas interpretações no senso comum, conforme a Figura 1, a força aplicada em um corpo realiza trabalho no seu deslocamento.

Figura 1 - Trabalho realizado por uma força aplicada no deslocamento de um corpo.



Fonte: O que são energia e trabalho? Disponível em: <<https://pt.khanacademy.org/science/physics/work-and-energy/work-and-energy-tutorial/a/what-is-work>> Acessado em: 23 fev. 2025.

A forma mais simples para calcular o trabalho é o realizado por uma força constante que atua na mesma direção do deslocamento de um corpo, podendo ser realizada pela equação 1:

$$W = F \cdot \Delta x \cdot \cos\theta \quad (1)$$

Em que:

W: Trabalho (J),

F: Força constante aplicada (N),

Δx : Deslocamento do objeto na direção da força (m).

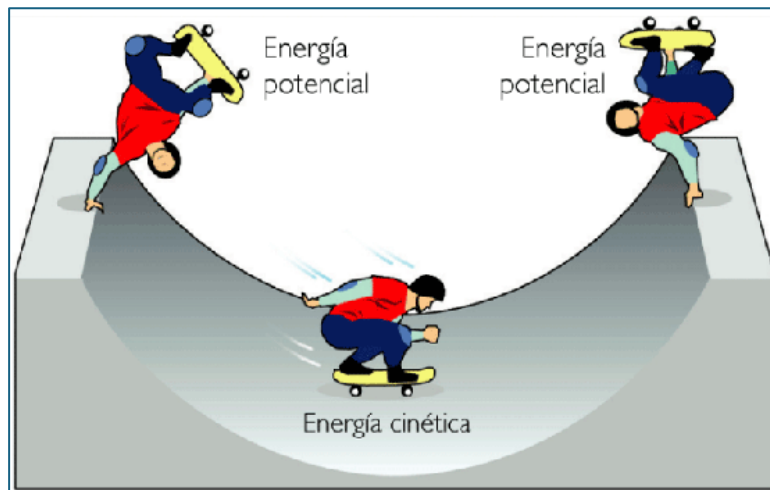
θ : Ângulo do componente da força na direção do deslocamento, quando alinhadas é zero.

As forças desempenham um papel fundamental na transformação e transferência de energia em sistemas físicos, como destacado por Nussenzveig (2002). Ao modificar o estado de movimento de um objeto, as forças facilitam a

conversão entre diferentes formas de energia, como a transformação de energia potencial gravitacional em energia cinética ou de energia mecânica em energia térmica, ressaltando a relação intrínseca entre força, energia e trabalho na descrição dos fenômenos físicos.

Nesse contexto, é importante diferenciar os conceitos de energia e trabalho, como apresentado por Bucussi (2006). Energia não deve ser entendida apenas como “a capacidade de realizar trabalho” e trabalho não é sinônimo de “gasto de energia”. O trabalho refere-se à medida de energia transferida ou transformada devido à aplicação de uma força, enquanto a energia é uma grandeza mais ampla, que representa a capacidade de causar alterações em sistemas físicos. Entre suas formas, a energia mecânica é especialmente relevante por integrar os dois tipos essenciais de energia, a cinética e a potencial. Em sistemas ideais e conservativos, a energia mecânica permanece constante, alternando entre cinética e potencial gravitacional sem perdas, como exemplificado na Figura 2.

Figura 2 - Conversão da energia potencial gravitacional em energia cinética, e vice-versa, em uma pista de skate, representando a conservação da Energia Mecânica.



Fonte: Energia mecânica em Física. Disponível em: <https://descomplica.com.br/d/vs/aula/energia-mecanica/> Acessado em: 23 fev. 2025.

A energia mecânica (E_m) de um sistema é definida como a soma da energia cinética (E_c) e da energia potencial gravitacional (E_p). Sua expressão é dada pela equação 2:

$$E_m = E_c + E_p \quad (2)$$

Em que:

Em: Energia mecânica total (J),

Ec: Energia cinética (J),

Ep: Energia potencial gravitacional (J).

Em um sistema isolado, a quantidade de energia inicial é igual à quantidade de energia ao final do processo, demonstrando a conservação da energia mecânica. A energia cinética (Ec) de um corpo é a energia associada à sua velocidade. Sua expressão é dada pela equação 3:

$$Ec = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (3)$$

Em que:

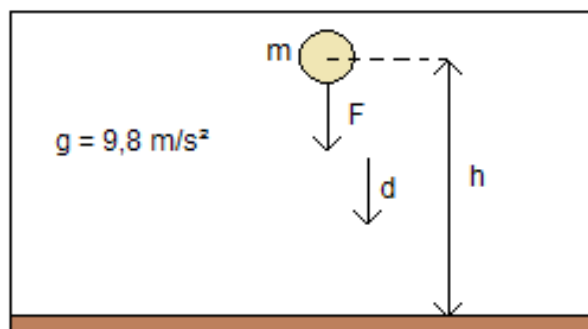
Ec: Energia cinética (J),

m: Massa do corpo (kg),

v: Velocidade do corpo (m/s).

A equação acima reflete a dependência da energia cinética em relação à massa e ao quadrado da velocidade do corpo, indicando que pequenas variações na velocidade resultam em grandes alterações na energia cinética. A energia potencial gravitacional (Ep) de um corpo é a energia associada à sua posição, em relação a um referencial dentro de um campo gravitacional, como exemplificado na Figura 3.

Figura 3 - Corpo de massa (m) possui energia potencial gravitacional, em posição de altura em relação ao solo (h), sob a influência da aceleração da gravidade (g).



Fonte: Energia Potencial Gravitacional. Disponível em: <https://www.infoescola.com/fisica/energia-potencial-gravitacional/> Acessado em: 23 fev. 2025.

A equação 4 é utilizada para calculá-la:

$$E_p = m \cdot g \cdot h \quad (4)$$

Em que:

E_p : Energia potencial gravitacional (J),

m : Massa do corpo (kg),

g : Aceleração da gravidade (m/s^2),

h : Altura do corpo em relação ao referencial (m).

Isso demonstra que a energia potencial gravitacional é diretamente proporcional à massa do corpo, à aceleração da gravidade e à altura em relação ao referencial escolhido. É importante ressaltar que nos sistemas reais (Nussenzveig, 2002), forças dissipativas como o atrito introduzem a energia dissipada, ou degradada, que se transforma em formas não recuperáveis, como calor ou outras energias entrópicas, aleatórias. Ao contrário da energia mecânica, que é organizada e reversível em condições ideais, a energia dissipada é irreversível e aumenta a desordem em sistemas isolados. Essa distinção entre energia mecânica e dissipada é crucial para compreender como os sistemas físicos operam, especialmente em contextos que envolvem interações naturais e tecnológicas.

Em situações mais complexas, como explicita Nussenzveig (2002), onde a força varia ao longo do deslocamento, o trabalho é calculado por meio da soma das contribuições infinitesimais de força, utilizando métodos de integração para levar em conta as variações ao longo do trajeto. Outros cenários específicos exigem abordagens distintas, conforme o autor. O trabalho realizado pela força peso em deslocamentos verticais depende da massa do objeto, da gravidade e da diferença de altura, assim como a energia potencial gravitacional. Para sistemas com molas, o trabalho está associado à deformação, seja compressão ou alongamento, assim como a energia potencial elástica. Em transformações isotérmicas de gases ideais, o trabalho é relacionado à variação de volume do gás. Em sistemas dissipativos, como os que envolvem atrito, o trabalho é calculado com base na força de atrito e no deslocamento, sendo considerado negativo, pois parte da energia mecânica é transformada em formas não recuperáveis, como calor. Essas diferentes formas, assim como outras não citadas, de cálculo de trabalho e energia refletem a

complexidade dos sistemas físicos e são essenciais para o estudo de fenômenos que vão da mecânica clássica à termodinâmica.

A área da física que estuda as relações entre calor, trabalho e energia é a termodinâmica, que fornece um arcabouço teórico para analisar processos que envolvem transformações energéticas, tendo como princípios quatro leis, sendo a primeira e a segunda essenciais para o entendimento geral dos fenômenos energéticos. Do ponto de vista de Bucussi (2006), a primeira lei da termodinâmica, também conhecida como a lei da conservação da energia, estabelece que a variação da energia interna de um sistema é igual à diferença entre o calor trocado com o ambiente e o trabalho realizado pelo sistema. Essa definição formaliza a conexão entre energia mecânica e calor, oferecendo uma visão abrangente das interações energéticas. Essa lei, representada na equação 5, estabelece que a variação da energia interna (ΔU) em joules (J) de um sistema é igual ao calor (Q) adicionado ao sistema menos o trabalho (W) realizado no sistema:

$$\Delta U = Q - W \quad (5)$$

Em que:

ΔU : Variação da energia interna (J),

Q: Quantidade de calor trocada (J),

W: Trabalho realizado (J).

Essa equação reflete o equilíbrio energético em processos termodinâmicos, sendo aplicável em sistemas como máquinas térmicas e ciclos termodinâmicos, como discorre Bucussi (2006). Já a segunda lei da termodinâmica trata da irreversibilidade dos processos naturais, demonstrando que, em qualquer transformação, uma parte da energia é sempre dissipada, resultando no aumento da entropia—medida da desordem de um sistema e uma tendência fundamental do universo. Essa relação entre energia, conservação e entropia reforça o papel central da energia na física, permitindo compreender as limitações impostas pelos processos naturais, sistemas biológicos e físicos como em aplicações tecnológicas. Esse princípio evidencia que, em sistemas isolados, a entropia inevitavelmente cresce em processos irreversíveis, refletindo a degradação da energia e a impossibilidade de recuperação total de seu potencial de realização de trabalho.

Outros cálculos advém da utilização da energia na sociedade (Bucussi, 2006), contribuindo para compreender os fenômenos que ocorrem em diferentes escalas, desde os processos microscópicos até os macroscópicos. Nos gases, por exemplo, a energia cinética média das partículas está diretamente relacionada à temperatura absoluta, sendo essa relação uma das bases da teoria cinética dos gases, importante para a termodinâmica. Associada ao movimento das moléculas, essa grandeza energética permite explicar fenômenos como pressão e calor em sistemas gasosos.

Além do calor, a energia elétrica é fundamental para nossa sociedade, conforme destacado por Bucussi (2006) e envolve diferentes aspectos de sua geração, uso e cálculo. Quando falamos de energia potencial elétrica, nos referimos à energia armazenada devido à posição de uma carga elétrica em um campo elétrico, dependendo da magnitude da carga, da intensidade do campo e da distância em relação a um referencial. Já amplamente utilizado em aplicações tecnológicas, o cálculo do gasto de energia elétrica em circuitos, considera a corrente elétrica, a tensão e o tempo de operação, representando a energia efetivamente consumida ou transformada em trabalho ou calor.

As transformações de energia desempenham um papel central na compreensão e no desenvolvimento de tecnologias para a geração de energia em equipamentos e usinas (Bucussi, 2006). A energia pode ser convertida de uma forma a outra, seguindo o princípio da conservação da energia, desde exemplos cotidianos, como a conversão de energia elétrica em energia térmica em um ferro de passar roupa, até processos mais complexos, como a transformação de energia mecânica em energia elétrica em turbinas de usinas hidrelétricas. Essas transformações permitem que diferentes fontes de energia, como a energia solar captada por painéis fotovoltaicos ou a energia eólica gerada por turbinas, sejam convertidas em formas utilizáveis, contribuindo para a sustentabilidade e a eficiência energética. Bucussi (2006) sublinha que essas conversões não apenas viabilizam avanços tecnológicos, todavia ilustram como os conceitos fundamentais de energia podem ser aplicados para melhorar a qualidade de vida e enfrentar desafios globais, relacionados à preservação ambiental e à gestão de recursos. A energia elétrica também pode ser produzida a partir da energia atômica ou nuclear.

Em nível atômico, em Araújo (2010), a energia está associada às diferenças entre os níveis de energia dos elétrons em átomos e moléculas. As transições entre esses níveis resultam na emissão ou absorção de fótons, *quantas* de energia luminosa que

não possuem massa em repouso, cuja energia é equivalente à diferença entre esses estados. Esse fenômeno é base para a compreensão de processos como a emissão de luz e a formação de espectros atômicos.

Avançando para o âmbito das ondas eletromagnéticas, a energia está associada a cada fóton e sua frequência, diretamente proporcional à constante de Planck. Essas ondas desempenham um papel essencial na tecnologia e na ciência, sendo utilizadas em áreas como telecomunicações e geração de energia luminosa. Por sua vez, a energia luminosa é determinada pela intensidade da luz e pela área de incidência, sendo também um componente fundamental na energia solar. Essa última é avaliada com base na irradiância recebida e na eficiência dos sistemas de captação, destacando-se como uma alternativa sustentável para atender às demandas energéticas da sociedade.

Na energia nuclear (Martins, 2007), a conversão de pequenas quantidades de massa em grandes quantidades de energia é descrita pela equivalência entre massa e energia, conforme a equação 6, a partir do famoso estudo de Einstein:

$$E = m \cdot c^2 \quad (6)$$

Em que:

E = energia (J)

m = massa (kg)

c = velocidade da luz (3×10^8 m/s)

Essa relação é central nos processos de fissão e fusão nucleares, que estão na base tanto de aplicações tecnológicas, como usinas nucleares, quanto de fenômenos naturais, como a energia liberada no interior das estrelas.

A energia química, essencial para os processos biológicos e a manutenção da vida, destaca-se por seu papel nos sistemas vivos. Nos organismos, a molécula de adenosina trifosfato (ATP) funciona como um reservatório de energia química, liberada durante reações metabólicas para sustentar as funções celulares, como explicam Luz e Da Poian (2005). De maneira semelhante, as calorias dos alimentos representam energia química armazenada em macronutrientes, como carboidratos, proteínas e gorduras, sendo indispensáveis para o funcionamento do organismo.

Essas diversas formas de energia, desde as interações atômicas e nucleares até os processos biológicos e tecnológicos, evidenciam sua relevância para a ciência e para a sociedade. Ao integrar essas manifestações em um ensino contextualizado, é

possível destacar as conexões entre os fenômenos naturais e as aplicações práticas, promovendo uma visão abrangente e crítica sobre a energia.

Diante da centralidade do conceito de energia na Física e em outras áreas da ciência, é essencial que seu ensino contemple não apenas sua definição como grandeza física, mas também os princípios fundamentais que regem suas manifestações. A energia pode ser compreendida, portanto, como uma grandeza física associada à capacidade de um sistema realizar trabalho ou sofrer transformações, estando presente em diversos fenômenos naturais e tecnológicos. Em suma, ela pode ser classificada em dois tipos básicos: cinética, associada à velocidade dos corpos, e potencial, relacionada à posição de um objeto em um campo conservativo, a partir de um ponto referencial. A partir dessas categorias fundamentais, derivam-se outras formas de energia, como térmica, elétrica, química, luminosa e nuclear, que desempenham papéis essenciais nos sistemas físicos e em diversas aplicações tecnológicas. Para que os estudantes compreendam plenamente esses conceitos, é imprescindível abordar a conservação da energia, princípio fundamental que estabelece que a energia total de um sistema isolado permanece constante ao longo do tempo, independentemente das transformações internas ou conversões entre diferentes formas de energia. Em outras palavras, a energia não pode ser criada nem destruída, apenas transferida ou transformada dentro de um sistema. Esse entendimento é essencial para a análise das conversões energéticas que ocorrem em sistemas físicos e tecnológicos, como nas usinas de geração de eletricidade, onde a energia mecânica, térmica ou química é convertida em energia elétrica para suprir as necessidades da sociedade. Dessa forma, o ensino de energia deve articular sua fundamentação teórica com exemplos concretos de transformação e aplicação, evidenciando seu impacto na vida cotidiana e na sustentabilidade dos recursos naturais.

Após o levantamento desses conceitos fundamentais sobre energia, iremos discorrer sobre abordagens para o ensino de física e o ensino dessa temática a partir das orientações curriculares oficiais.

3.2 Abordagens para o ensino da Física: Energia em foco

Muito relacionados à energia, os fenômenos físicos da natureza têm sido objeto de pensamento desde a Antiguidade, despertando a curiosidade e a necessidade

humana em compreender o mundo e melhorar a qualidade de vida. Hoje em dia, a busca por entender esses fenômenos do cotidiano, da natureza e do trabalho faz da Física uma área de estudo indispensável para o avanço tecnológico e para a construção de conhecimentos que possibilitem compreender nosso entorno, promovendo uma atuação crítica e cidadã na sociedade.

Nesta subseção, abordaremos os fundamentos para um ensino de Física e energia que promovam a participação ativa e o envolvimento dos estudantes. Começaremos discutindo marcos significativos no desenvolvimento do ensino dessa disciplina no Brasil. Em seguida, examinaremos como a temática da energia é abordada nas orientações curriculares nacionais. Posteriormente, exploraremos abordagens contemporâneas relacionadas ao levantamento dos conhecimentos sobre energia dos estudantes. Por fim, destacaremos as contribuições das múltiplas linguagens para o ensino da Física.

3.2.1 O ensino de Física: caminhos trilhados no Brasil

O ensino de Física no Brasil possui uma trajetória que remonta a 1837, com a fundação do Colégio Pedro II, no Rio de Janeiro, marcando sua inserção oficial no currículo escolar, cômsona Da Rosa e Da Rosa (2005). Inicialmente, as aulas tinham caráter expositivo, com foco na preparação para exames que possibilitavam a continuidade dos estudos. Posteriormente, em 1934, foi criado o primeiro curso de graduação em Física na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo (USP), com o objetivo de formar bacharéis e licenciados aptos a lecionar da educação básica ao ensino superior.

O período pós-guerra trouxe mudanças significativas para o ensino de Física no Brasil. Segundo Gaspar (2002), a partir da década de 1950, o processo de industrialização do país e o incentivo ao ensino de Ciências, motivado pelo governo americano, impulsionaram uma abordagem mais prática e experimental. O Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), fundado em 1946 em parceria com a UNESCO, desempenhou um papel fundamental nesse avanço, desenvolvendo kits experimentais e capacitando professores. Essa iniciativa, de acordo com o autor, foi complementada pela influência do *Physical Science Study Committee* (PSSC), criado em 1956 nos Estados Unidos, que promovia métodos didáticos interativos.

Nos anos 1960, as reformas educacionais ganharam força com a promulgação da primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), em 1961. Da Rosa e Da Rosa (2005) apontam que esse período trouxe investimentos na aquisição de materiais experimentais e na formação de professores, e depois, reforçou um modelo de ensino conteudista voltado para a formação profissional. Alinhada à política educacional da época, essa abordagem visava preparar os estudantes para o mercado de trabalho, reduzindo o acesso ao ensino superior e adaptando o currículo às necessidades da indústria. Embora tenha ampliado o alcance do ensino secundário, essa orientação profissionalizante limitou o desenvolvimento de um ensino de Física mais integrado a questões sociais e culturais.

As décadas de 1980 e 1990 foram marcadas por uma reorganização política no Brasil e pelo crescente reconhecimento da ciência e da tecnologia, como pilares do desenvolvimento global. No entanto, como apontam Da Rosa e Da Rosa (2005), o ensino de Ciências no país ainda enfrentava críticas por permanecer ancorado em modelos tradicionais, centrados na transmissão de informações e na resolução mecânica de exercícios algébricos. Nesse contexto, tornava-se cada vez mais evidente a necessidade de reformulações no ensino de Física, aproximando-o da realidade social e promovendo um uso mais crítico da tecnologia — aspectos que já vinham sendo amplamente discutidos no cenário educacional internacional.

A reforma educacional liderada pela nova LDB em 1996 (Brasil, 2024) buscou recontextualizar o ensino médio, estabelecendo posteriormente as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) (Brasil, 1998), que propunham a contextualização e a interdisciplinaridade dos conteúdos escolares (Ricardo, 2005). Além disso, foram elaborados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) (Brasil, 1998a, 1998b) e as orientações educacionais complementares aos PCN (PCN+) (Brasil, 2002). Esses documentos trouxeram subsídios para os professores estruturarem suas práticas pedagógicas, buscando promover maior integração entre os saberes escolares e o contexto social, frutos de pesquisa e construídos por pesquisadores das diferentes áreas do ensino, trazendo fundamentos para os professores utilizarem abordagens mais construtivistas, críticas e relacionadas à sociedade em cada disciplina.

A publicação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o ensino fundamental em 2017 e, para o ensino médio em 2018, marcou uma nova etapa na

organização do ensino de Física no Brasil, como relata Zavatini (2021). A BNCC trouxe alterações na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) de 1996, reorganizando o ensino médio em áreas do conhecimento e reduzindo a ênfase nas características específicas das disciplinas. Além disso, estabeleceu diretrizes obrigatórias para a construção dos currículos em todo o país, como a divisão da carga horária entre os componentes da base comum e os itinerários formativos de aprofundamento, cuja organização final ficou a cargo de cada rede de ensino a partir dos critérios estabelecidos. Essa legislação se sobrepôs às orientações dos PCN para a construção dos currículos.

Zavatini (2021) destaca que o documento buscou superar práticas tradicionais, promovendo maior protagonismo dos estudantes e a integração entre teoria e prática, em sintonia com concepções modernas de educação. Contudo, muitos desses princípios já podiam ser encontrados nas orientações curriculares nacionais anteriores. Além disso, a BNCC gerou muitas críticas devido à sua imposição e às incertezas deixadas em aberto, que poderiam comprometer a qualidade dos conteúdos ensinados nessa etapa. Em resposta à algumas dessas críticas, em 2024, foi promulgada uma alteração nas diretrizes iniciais da BNCC na LDB (Brasil, 2024), que aumentou a carga horária destinada às disciplinas tradicionais da base comum, tornando-as obrigatórias, como Física e reduziu o tempo dedicado aos itinerários formativos, buscando um equilíbrio maior entre a formação geral e o aprofundamento em áreas específicas.

No documento da BNCC (Brasil, 2017) são definidas dez competências gerais a serem desenvolvidas ao longo da educação básica. Bielert Neto (2021) explica que essas "competências" são entendidas como a capacidade de mobilizar conhecimentos, habilidades, atitudes e valores necessários para lidar com as demandas do cotidiano, exercer a cidadania e participar do mundo do trabalho. Cada área de conhecimento é composta por competências específicas e habilidades relacionadas, que devem ser desenvolvidas durante a etapa de ensino, abrangendo todos os estudantes.

Em detrimento de uma abordagem centrada em conteúdos específicos, o enfoque no trabalho por competências e habilidades foi justificado para proporcionar uma perspectiva mais ampla sobre o processo de ensino-aprendizagem, conectando-o ao mundo contemporâneo e às exigências do mercado de trabalho, como discorre Bielert Neto (2021). Contudo, essa abordagem também apresenta desafios, podendo

resultar em um ensino menos estruturado, com lacunas no desenvolvimento de bases sólidas de conhecimento que são essenciais para a formação integral dos estudantes.

A implementação da BNCC (Brasil, 2017) buscou alinhar o ensino às demandas contemporâneas, promovendo uma educação integral e interdisciplinar. No entanto, muitas das orientações propostas já haviam sido contempladas nos PCN (Brasil, 1998b), evidenciando uma continuidade de diretrizes que, apesar de atualizadas, não trouxeram inovações substanciais em relação às propostas anteriores, demonstrando que seus fundamentos não foram inovadores, mas uma tentativa de alinhar o ensino médio às demandas políticas que estavam em contexto. A BNCC também tem sido alvo de críticas por sua centralização excessiva, que restringe a autonomia das escolas e dos professores na definição de suas práticas pedagógicas. Além disso, a ênfase em uma formação mais generalista, em detrimento do aprofundamento em conteúdos específicos de cada disciplina, tem sido questionada por especialistas. Outro ponto de preocupação é a falta de adaptação da BNCC à realidade das escolas públicas, muitas das quais enfrentam infraestrutura precária, o que dificulta a implementação efetiva das diretrizes propostas e amplia as desigualdades educacionais no país, como analisa Bielert Neto (2021). Essas críticas evidenciam os desafios contínuos para a efetivação de uma educação de qualidade que atenda às necessidades diversas da sociedade brasileira.

A partir da comparação entre as propostas curriculares anteriores (PCN) e as atuais (BNCC), iremos identificar, em seguida, como a temática energia foi abordada nessas diretrizes.

3.2.2 A energia como tema central nas orientações curriculares nacionais

O ensino de Física contextualizado é amplamente discutido por professores e pesquisadores, mas, Ricardo (2010) afirma que sua implementação plena nas escolas ainda apresenta desafios. Documentos como as DCNEM (Brasil, 1998), os PCNEM (Brasil, 1998b) e os PCN+ (Brasil, 2002) destacavam a contextualização e a interdisciplinaridade como princípios fundamentais para o ensino por meio de competências. A contextualização é frequentemente interpretada como a conexão do conteúdo com o cotidiano dos estudantes, promovendo maior motivação para a aprendizagem. Para o autor, as DCNEM (Brasil, 1998) defendiam que essa estratégia

torna o aprendizado mais significativo ao associá-lo a experiências da vida cotidiana. Nos PCN+ (Brasil, 2002), a contextualização era considerada essencial para a interdisciplinaridade, sendo descrita como a abordagem de um objeto de estudo dentro de seu contexto real. Esse documento, pela análise do autor, adotava uma perspectiva sócio-histórica, enfatizando a necessidade de integrar a ciência a processos históricos, sociais e culturais. Entretanto, a contextualização também pode ser compreendida em um viés epistemológico, auxiliando os estudantes na abstração e na construção de modelos teóricos que os permitam relacionar os conhecimentos científicos à realidade.

Os PCNEM (Brasil, 1998a), enfatizavam a contextualização, a interdisciplinaridade e o desenvolvimento do raciocínio reflexivo, afastando-se de um ensino voltado exclusivamente para vestibulares e promovendo um conhecimento escolar mais significativo, destacado por Ricardo (2005). Para o autor, o aprendizado, de acordo com esses documentos, deveria ocorrer por meio da participação ativa dos estudantes, em um processo de elaboração cultural, e não apenas por meio da interação individual com materiais instrucionais ou pela exposição de conteúdos pelo professor. Posteriormente, os PCN+ (Brasil, 2002) aprofundaram as orientações para cada área do conhecimento, destacando competências e habilidades específicas e permitindo que as escolas trabalhassem conteúdos relacionados às suas regiões. No âmbito das Ciências da Natureza e da Matemática, esses documentos reforçaram a interdisciplinaridade e a conexão entre Física, Química, Biologia e Matemática, favorecendo um ensino integrado e contextualizado.

A ênfase na integração interdisciplinar nessas orientações, é um aspecto essencial, como ressalta Bielert Neto (2021). Trabalhar conceitos de forma abrangente e conectada possibilita uma compreensão mais aprofundada dos fenômenos naturais, sendo a energia um exemplo central dessa abordagem. Nos PCNEM (Brasil, 1998b), a energia, por exemplo, pode se manifestar na Física, por meio dos conceitos de conservação e transformação, na Química, através das reações de combustão, e na Biologia, nos processos de fermentação e metabolismo. Os PCNEM (Brasil, 1998b), como explana o autor, reforçavam a necessidade de um ensino que privilegiasse a compreensão e a aplicação prática dos conceitos científicos, diferente de uma abordagem baseada apenas na memorização. Essa perspectiva também se refletia nos documentos dos PCN+ (Brasil, 2002), que estruturavam temas como "Movimentos", "Calor e Energia" e "Matéria e Radiação", integrando a energia em

diferentes contextos e promovendo uma aprendizagem que relaciona teoria e prática, preparando os estudantes para uma visão mais ampla e significativa da ciência e da sociedade.

Bielert Neto (2021) aponta que a proposta dessas diretrizes era expandir os conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando aos estudantes uma exploração mais ampla do meio científico e de sua cultura. Nos PCNEM (Brasil, 1998b), temas como “Matéria e Energia”, “Vida e Evolução” e “Terra e Universo” eram abordados exclusivamente no ensino médio. Já nas diretrizes atuais, essa estruturação temática foi antecipada para o ensino fundamental, consolidando a energia como um conceito estruturante desde os primeiros anos da escolarização. Todavia, Bielert Neto (2021) argumenta que, embora essa reorganização curricular tenha redefinido a distribuição dos conteúdos, os PCNEM (Brasil, 1998b) tratavam a energia como um eixo central e integrador, promovendo uma articulação mais efetiva entre as disciplinas e incentivando a interdisciplinaridade. Em contrapartida, as orientações atuais não aprofundaram essa abordagem, resultando em lacunas na conexão entre os conteúdos e comprometendo uma compreensão mais integrada da temática.

Na Educação Básica, a BNCC (Brasil, 2017) estabelece que o ensino de Ciências da Natureza deve proporcionar uma base de conhecimentos contextualizados, permitindo que os estudantes desenvolvam a capacidade de elaborar argumentos, propor alternativas, tomar iniciativas e utilizar tecnologias de forma crítica e reflexiva (Bielert Neto, 2021). Essas diretrizes, no entanto, já estavam presentes nos PCN. No Ensino Médio, a BNCC busca integrar os conteúdos de maneira mais ampla, promovendo uma compreensão aprofundada dos fenômenos naturais e incentivando o desenvolvimento de habilidades investigativas. Para isso, enfatiza a importância da análise qualitativa e quantitativa, bem como da avaliação de modelos científicos. E depois, espera-se que os estudantes sejam capazes de refletir sobre as tecnologias, compreendendo seus impactos sociais e seus princípios de funcionamento.

Ao analisar criticamente os conteúdos dessa etapa de ensino na BNCC (Brasil, 2018), Arruda (2022) destaca desafios estruturais. Para o autor, a remoção da Física como disciplina específica na versão aprovada do documento gerou mudanças significativas. Agora, os conteúdos tradicionalmente abordados na Física passam a integrar a área de Ciências no Ensino Fundamental e, no Ensino Médio, a área de

Ciências da Natureza e suas Tecnologias, que inclui também Química e Biologia. Nessa organização, a BNCC (Brasil, 2018) define duas unidades temáticas principais: “Matéria e Energia” e “Vida, Terra e Cosmos”. A primeira, pela análise do autor, enfatiza as interações entre matéria e energia, explorando modelos abstratos para interpretar fenômenos como matrizes energéticas e condutibilidade elétrica. A segunda trata da origem da vida e da estrutura do universo, exigindo modelos avançados para estudar processos como reações nucleares e formação de estrelas.

Ainda nos estudos de Arruda (2022), a organização dos conhecimentos conceituais na BNCC (Brasil, 2018) estrutura-se em leis, teorias e modelos, enfatizando sua aplicação na compreensão de fenômenos naturais e sistemas tecnológicos. Entretanto, a abordagem adotada apresenta fragilidades. O teórico argumenta que, ao manter uma fragmentação dos conteúdos, mesmo integralizando as disciplinas da área, a BNCC não concretiza plenamente a proposta de interdisciplinaridade e contextualização. Apesar de reconhecer a relevância da abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), que explora a interação entre ciência e sociedade, para o autor, a BNCC mantém um viés tecnicista, pouco voltado à conexão entre os estudantes e seu contexto social e cultural.

A análise das competências específicas da BNCC para Ciências da Natureza e suas Tecnologias evidencia essa questão. Bielert Neto (2021) interpreta que essas competências incentivam a análise de fenômenos naturais e processos tecnológicos a partir da relação entre matéria e energia, além de promover a proposição de ações voltadas para a minimização de impactos socioambientais. Também há a intenção de estimular interpretações sobre a Vida, a Terra e o Cosmos, bem como a aplicação do conhecimento científico na resolução de problemas, em contextos locais e globais. No entanto, o pesquisador argumenta que a abordagem adotada pela BNCC é fragmentada, conferindo maior ênfase à energia elétrica em detrimento de uma abordagem mais ampla e integrada das diversas formas de energia. Embora a temática esteja presente, sua centralidade é significativamente reduzida em comparação aos documentos curriculares anteriores, que priorizavam uma perspectiva interdisciplinar e estruturante. Assim, a BNCC (Brasil, 2018) não mantém o papel da energia como eixo articulador do ensino de Ciências da Natureza, enfraquecendo sua conexão com outras áreas do conhecimento.

Bielert Neto (2021) analisa como o tema energia é tratado dentro das três competências específicas para a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias

na BNCC para o ensino médio (Brasil, 2018). O pesquisador indica que, na Competência 1, há uma proposta de observação de fenômenos naturais a partir da relação entre matéria e energia. As habilidades diretamente associadas ao tema incluem a transformação e a conservação de energia (EM13CNT101), o uso de conhecimentos sobre radiação para a geração de eletricidade (EM13CNT103) e a avaliação de tecnologias, para a produção e consumo energético (EM13CNT106). Já na Competência 2, segundo o autor, a energia não aparece explicitamente, sendo mencionada apenas de forma indireta em temas como os modelos científicos sobre a origem da vida e a evolução do universo (EM13CNT201). A Competência 3, por sua vez, propõe que os estudantes desenvolvam o discernimento para selecionar informações confiáveis, abordando o tema energia principalmente no contexto da energia elétrica e do uso de combustíveis fósseis. Nessa competência, o teórico conclui que a energia surge como eixo principal na habilidade EM13CNT309, propondo a discussão sobre alternativas energéticas e tecnologias para produção de energia.

Mozena e Ostermann (2016) analisam criticamente a BNCC (Brasil, 2018) e observam que, apesar de sua estrutura baseada em unidades curriculares, como Movimentos de Objetos, Energias e Eletromagnetismo, ela não representa uma inovação significativa. A eliminação de conteúdos como Física Moderna e História da Ciência, como propostos nos PCN (Brasil, 1998a), aliada a falta de integração com as competências gerais indicam uma tendência a um ensino mais tradicional, centrado em conteúdos clássicos. Essa abordagem pode resultar na prevalência de listas de conteúdos, ignorando a construção social e histórica do conhecimento. Para as autoras, a consequência dessa estrutura é especialmente prejudicial para estudantes da rede pública, que já enfrentam desafios, como a carga horária reduzida para o ensino de Física. Diante desse cenário, torna-se essencial recorrer a abordagens mais atuais da pesquisa em ensino de Física, que reforcem a contextualização, a interdisciplinaridade e a conexão entre os conteúdos científicos e as realidades dos estudantes.

Podemos concluir que a energia é um tema de grande relevância no ensino de Ciências da Natureza, pois permeia diferentes áreas do conhecimento, possibilitando abordagens interdisciplinares e contextualizadas. Sua presença em diversas habilidades da BNCC (Brasil, 2018) evidencia seu papel fundamental para a compreensão de fenômenos naturais e tecnológicos, bem como para a formação

científica dos estudantes. Não obstante, embora a BNCC reconheça a importância desse conceito, sua abordagem se apresenta de maneira dispersa e sem o devido aprofundamento. Diferente dos documentos anteriores, que consolidavam a energia como um eixo estruturante e promoviam uma visão integrada entre Física, Química e Biologia. A BNCC dilui sua centralidade, restringindo-a a menções pontuais, especialmente no contexto da energia elétrica. Essa fragmentação compromete o potencial interdisciplinar do tema, afastando-se de uma proposta verdadeiramente articulada entre as diferentes áreas do conhecimento.

3.2.3 A importância dos conhecimentos prévios para um ensino de física contextualizado

Os conhecimentos prévios dos estudantes desempenham um papel essencial no ensino de Física, pois representam o repertório inicial sobre o qual a aprendizagem se constrói. Para Campos, Kalhil e Brito (2017), a aprendizagem ocorre quando novos conceitos são relacionados a conhecimentos já existentes, construídos em séries anteriores, permitindo uma aprendizagem mais profunda e duradoura. O professor deve diagnosticar e compreender esses conhecimentos prévios para direcionar suas estratégias pedagógicas, facilitando a construção de novas ideias e evitando que lacunas conceituais prejudiquem o desenvolvimento dos estudantes. Condizente à proposta dos autores, a utilização de testes diagnósticos é uma metodologia que pode ser utilizada para identificar esses saberes iniciais e promover uma melhor aprendizagem.

A Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 2003; Moreira, 2021), enfatiza a importância dos conhecimentos prévios na construção do aprendizado, defendendo que a aprendizagem ocorre de maneira mais efetiva, quando novos conceitos são assimilados a estruturas cognitivas já existentes. Moreira (2021) discorre que, na Teoria de Ausubel, a aprendizagem significativa difere da aprendizagem mecânica, porque envolve a integração ativa de novas informações ao repertório prévio do estudante, promovendo maior retenção e compreensão dos conteúdos. Os conhecimentos prévios, nesse contexto, desempenham um papel central, porque servem como ancoragem para a assimilação de novos conceitos, tornando-os mais compreensíveis e interligados. Dessa forma, a teoria destaca a necessidade de diagnosticar e considerar esses saberes preexistentes no planejamento pedagógico,

garantindo que os conteúdos sejam apresentados de forma contextualizada e relacionável para os estudantes. No ensino de Ciências, por exemplo, essa abordagem permite que conceitos abstratos, como energia e transformação da matéria, sejam mais bem compreendidos quando conectados a experiências cotidianas, favorecendo uma aprendizagem mais crítica e duradoura.

Compreender os conhecimentos prévios manifestados pelos estudantes é essencial para o planejamento de estratégias pedagógicas, no ensino de Física, posto que esses saberes influenciam diretamente a construção de novos conceitos. Identificar esses conhecimentos possibilita ao professor adaptar sua abordagem, considerando as ideias que os estudantes já possuem. Ao longo do processo de ensino, atividades estruturadas e oportunidades de revisão e reformulação do conhecimento favorecem a ampliação e o aprofundamento da compreensão dos conceitos científicos. Souza (2022), ao investigar as diferentes compreensões sobre energia entre estudantes, utilizou a Teoria dos Perfis Conceituais de José Euzébio Simões Neto, para categorizar as múltiplas interpretações que coexistem no pensamento deles. Essa teoria propõe que os indivíduos não possuem uma única visão sobre um conceito, mas transitam entre diferentes perfis conceituais, conforme o contexto e suas experiências de aprendizagem. No caso do ensino de energia, Souza (2022) utilizou seis zonas conceituais que variam desde compreensões intuitivas e não científicas até formulações compatíveis com o conhecimento acadêmico. Ao reconhecer essas diferentes zonas, os professores podem direcionar suas abordagens didáticas para auxiliar os estudantes na transição de concepções alternativas para modelos científicos mais elaborados.

A primeira zona conceitual denominada "Energia como algo espiritual ou místico" (Souza, 2022), compreende interpretações ligadas a crenças religiosas ou esotéricas, onde a energia é vista como uma força vital ou espiritual. Um exemplo comum dessa concepção é a ideia de que uma pessoa pode estar com "boa energia" ou que certos objetos possuem "energia positiva". Já a segunda zona, continua o autor, "Energia funcional/utilitarista", está associada ao senso comum e reflete expressões como "esse alimento tem muita energia" ou "preciso repor minhas energias", evidenciando uma visão pragmática da energia como algo vinculado exclusivamente à sua utilidade no cotidiano. Para o autor, embora essas concepções não estejam em conformidade com a visão científica, elas representam um ponto de partida relevante para a construção do conhecimento formal.

Nas zonas intermediárias, como explica Souza (2022), as concepções se aproximam gradualmente do conhecimento científico. A terceira zona, "Energia como movimento ou atividade óbvia", reflete a noção de que a energia só está presente quando há movimento visível. Falas de estudantes que pertencem a essa zona tendem a afirmar que um carro parado não tem energia, desconsiderando a energia potencial armazenada no combustível. A quarta zona, explica o autor, "Energia como algo material", demonstra uma visão em que a energia é tratada como uma substância física e palpável. Frases como "a energia escapa quando abrimos a porta da geladeira" ou "a eletricidade corre pelos fios" exemplificam essa concepção, em que a energia é imaginada como um fluido que pode ser armazenado ou perdido, ao invés de uma grandeza abstrata que se transforma e se conserva.

Nos níveis mais avançados, Souza (2022) discorre que encontramos concepções mais alinhadas ao conhecimento científico. A quinta zona, "Energia como agente causal das transformações", o autor explica que se refere à uma compreensão em que a energia é vista como responsável por mudanças nos sistemas físicos, químicos e biológicos. Um estudante que reconhece que a energia térmica pode alterar o estado físico da matéria, como no derretimento do gelo, já demonstra uma compreensão mais próxima da visão científica. Por fim, a sexta zona, "Energia como grandeza que se conserva", Souza (2022) discorre que representa a formulação científica mais precisa do conceito de energia, em que os estudantes compreendem que a energia não é criada nem destruída, apenas transformada entre diferentes formas. Segundo o autor, um exemplo dessa compreensão ocorre quando um estudante identifica corretamente que, em um sistema isolado, a energia total se mantém constante, mesmo que suas manifestações variem, como na conversão entre energia potencial e cinética em um pêndulo oscilante.

Diante dessas diferentes interpretações, Souza (2022) enfatiza que o uso da Teoria dos Perfis Conceituais permite ao professor mapear o nível de compreensão dos estudantes e adaptar suas estratégias pedagógicas, para promover a construção dos conceitos científicos. Aliás, considerando que as concepções de energia emergem da vivência cotidiana, o ensino pode ser enriquecido ao conectar essas zonas conceituais a contextos interdisciplinares, como os impactos ambientais e tecnológicos da energia. Dessa forma, ao respeitar e trabalhar com os conhecimentos prévios dos estudantes, é possível desenvolver uma aprendizagem mais significativa e alinhada ao seu desenvolvimento cognitivo.

A partir desses fundamentos, percebemos que as concepções prévias sobre energia são amplamente investigadas na literatura e apresentam padrões recorrentes independentemente do contexto cultural ou do nível de ensino. Em Lino (2016), há uma regularidade na forma como os estudantes interpretam esse conceito, o que demonstra que certas dificuldades persistem na aprendizagem sobre energia ao longo do tempo. Como por exemplo, existe a tendência de confundir energia com força, o que pode levar a interpretações equivocadas, como acreditar que a energia é diretamente proporcional à força aplicada a um objeto, desconsiderando aspectos como a conservação da energia e sua transformação entre diferentes formas.

Outra concepção comum identificada por Lino (2016) é a concepção da energia como uma substância material, o que leva os estudantes a visualizarem-na como um fluido que pode ser armazenado, transferido ou até mesmo consumido. Essa visão substancialista é reforçada por expressões do cotidiano, como "gastar energia" ou "repor energia", que podem induzir os estudantes a acreditarem que a energia se esgota, em vez de compreenderem que ela se conserva e se transforma. Além disso, Lino (2016) destaca que muitos tendem a perceber a energia apenas em sistemas visivelmente ativos, como máquinas em funcionamento ou corpos em movimento, ignorando a presença de energia em sistemas estáticos, como a energia potencial gravitacional relacionada à posição de um objeto, em relação a um referencial.

A superação dessas concepções alternativas exige estratégias didáticas que estimulem a reconstrução conceitual dos estudantes. Lino (2016) enfatiza a necessidade de promover atividades que explorem a conservação e transformação da energia em diferentes contextos, permitindo que eles relacionem sua compreensão intuitiva com modelos científicos mais precisos. Dessa forma, ao reconhecer a persistência dessas concepções alternativas e para promover uma mudança conceitual, os professores podem planejar intervenções pedagógicas que favoreçam uma aprendizagem científica.

A mudança conceitual é um processo essencial no ensino de ciências, pois envolve a transformação das concepções prévias dos estudantes, que muitas vezes diferem significativamente dos modelos científicos. Nardi e Gatti (2004) explicam que a aprendizagem não ocorre apenas pela adição de novos conhecimentos, mas exige uma reestruturação cognitiva, na qual os estudantes precisam confrontar suas ideias intuitivas e reformulá-las, com base em evidências e novas compreensões. Em muitos casos, essas concepções persistem e coexistem com as explicações científicas,

sendo acionadas de acordo com o contexto. Para que a mudança conceitual ocorra de maneira efetiva, Nardi e Gatti (2004) defendem a necessidade de estratégias pedagógicas que incentivem o questionamento, a reflexão e o envolvimento ativo dos estudantes, na construção do conhecimento.

No ensino de energia, Lino (2016) complementa que essa mudança conceitual pode ser promovida por abordagens didáticas que incluam experimentação, modelagem e análise de contextos históricos. Ao apresentar a história da energia e sua formulação ao longo do tempo, os estudantes podem perceber que a própria ciência passou por um processo de mudança conceitual, o que pode facilitar a reconstrução de seus próprios entendimentos. Lino (2016) enfatiza que esse processo não acontece de maneira imediata, mas exige um ensino estruturado, que permita aos estudantes confrontarem seus conhecimentos prévios com novos dados e contextos, possibilitando um entendimento mais aprofundado do conceito de energia. Nesse contexto, a utilização de múltiplas linguagens no processo de ensino pode favorecer a aprendizagem em energia.

3.3 As múltiplas linguagens e o ensino de Física: o gênero documentário e os saberes profissionais docentes

O trabalho com a linguagem é essencial na escola, sendo fundamental em todas as disciplinas. Na Física, a aprendizagem de conceitos abrange desde fenômenos simples do cotidiano, até os mais abstratos e complexos, que devem ser interpretados e expressos por meio da linguagem científica e matemática tanto formal, quanto informal, constituindo o letramento científico. Portanto, é essencial que o professor compreenda e utilize as múltiplas linguagens no processo de ensino-aprendizagem, diversificando as estratégias pedagógicas para tornar o conhecimento mais acessível e significativo. Nessa conjuntura, o gênero documentário surge como uma ferramenta pedagógica relevante, pois permite aos estudantes explorarem e comunicarem conceitos científicos, por meio de produções audiovisuais. A utilização do documentário no ensino de Física possibilita a mobilização de diferentes formas de representação e expressão, favorecendo a construção do conhecimento de maneira mais dinâmica, reflexiva e interdisciplinar. Logo após, nas subseções, exploraremos as características do gênero documentário, as contribuições das múltiplas linguagens

para o ensino de Física, a importância da multiculturalidade e dos saberes profissionais docentes.

3.3.1 Características do gênero documentário

Como gênero cinematográfico, o documentário tem sido amplamente discutido por teóricos do cinema e da comunicação, destacando-se como uma narrativa audiovisual que busca apresentar aspectos da realidade sob diferentes perspectivas. Sem embargo, segundo Ramos (2008), sua definição nem sempre foi clara, pois o documentário pode transitar entre distintas formas de representação do real.

Para Ramos (2008), o documentário é uma forma narrativa composta essencialmente por imagens-câmera, organizadas para estabelecer asserções sobre o mundo. Ele se diferencia da ficção pela intenção de representar fatos do mundo histórico, mas essa representação não é neutra ou objetiva. Pelo contrário, envolve escolhas do realizador que determinam tanto o recorte quanto a construção discursiva do filme. Nichols (2016) aprofunda essa concepção ao categorizar os documentários em diferentes modos, como expositivo, observacional e performativo, evidenciando que cada abordagem molda a forma como a realidade é retratada.

Dessa maneira, o documentário não deve ser entendido como um simples reflexo do mundo, mas sim, como uma prática discursiva que articula linguagem audiovisual e intencionalidade do cineasta. A partir de suas escolhas estéticas e narrativas, o documentário constrói diferentes formas de compreensão e interpretação da realidade, ampliando as possibilidades de representação do mundo histórico.

Os tipos de documentários são variados e atendem a propósitos distintos. O modo expositivo busca persuadir o espectador por meio de uma narração forte e didática, enquanto o modo observacional procura capturar a realidade de maneira espontânea, sem interferências diretas do cineasta. O modo participativo, por outro lado, envolve a interação do documentarista com os sujeitos filmados, conferindo um caráter dialógico ao material (Nichols, 2016).

A construção de um documentário inicia-se com a formulação de uma ideia central, que pode emergir de uma inquietação do realizador ou de um fenômeno social relevante. Puccini (2022) sublinha a importância do roteiro para o documentário, que se diferencia do ficcional por sua flexibilidade e adaptação constante ao material coletado. O planejamento inclui a definição de entrevistados, escolha de locações e

levantamento de imagens de arquivo. Lucena (2018) complementa essa discussão ao afirmar que, a fase de filmagem deve estar aberta a mudanças, uma vez que os eventos reais podem desviar-se do planejado, exigindo flexibilidade na captação das imagens.

A produção e a montagem do documentário são etapas fundamentais na consolidação da narrativa. Ramos (2008) destaca que a edição é um processo de seleção e organização das imagens captadas, sendo um momento em que o realizador estabelece sua perspectiva sobre o tema abordado. Melo (2013) aponta que a montagem pode conferir ritmo, impacto emocional e coerência ao material registrado, tornando-se uma ferramenta poderosa para a construção de significados.

A enunciação no documentário está intrinsicamente ligada à perspectiva de quem o produz, que imprime sua visão por meio das escolhas estéticas e narrativas. Segundo Nichols (2016), a voz do documentarista pode ser expressa de maneira implícita ou explícita, dependendo do grau de intervenção na realidade filmada. Esse aspecto também é explorado por Ramos (2008), que destaca a relação entre autor e obra como um fator determinante na percepção do espectador. Assim, a compreensão dos documentários exige uma leitura crítica que leve em consideração os elementos de construção narrativa e os conhecimentos técnicos e conceituais dos autores envolvidos na produção do filme.

Por fim, é importante ressaltar que os documentários também funcionam como instrumentos de revisão histórica e de ressignificação de memórias coletivas. Lucena (2018) destaca que muitos documentaristas utilizam o gênero para revisitar eventos passados, trazendo novas perspectivas sobre fatos previamente estabelecidos. Essa dimensão é relevante no campo acadêmico bem como na esfera pública, uma vez que os documentários podem promover debates sociais e desafiar narrativas hegemônicas. Dessa forma, os documentários transcendem o entretenimento, constituindo-se como uma ferramenta de diálogo entre diferentes tempos e espaços.

Os documentários possuem um papel crucial na sociedade, pois funcionam como instrumentos de reflexão e conscientização. Melo (2013) argumenta que, ao trazer à tona questões políticas, sociais e culturais, os documentários ampliam o repertório do espectador e estimulam o pensamento crítico. No universo educacional, eles podem ser utilizados como ferramentas pedagógicas para ampliar o letramento audiovisual dos estudantes, como nos traz o caderno de orientações para produção de documentários do CENPEC (2019).

Angeluci (2020) destaca a relevância do trabalho colaborativo na criação de vídeos, enfatizando a integração de diferentes saberes e habilidades no processo de produção audiovisual. No contexto educacional, essa abordagem é interessante, pois a produção coletiva de documentários em sala de aula não apenas enriquece o aprendizado dos estudantes, mas também promove o desenvolvimento de competências essenciais, como o trabalho em equipe, a comunicação eficaz e o pensamento crítico. Para o autor, ao engajar os estudantes na criação conjunta de conteúdos audiovisuais, os educadores podem explorar temas curriculares de maneira dinâmica e participativa, facilitando a compreensão e a reflexão sobre os assuntos abordados. Além de que, essa prática estimula a criatividade e a expressão dos estudantes, permitindo que eles se tornem protagonistas no processo de construção do conhecimento. Dessa forma, a produção coletiva de vídeos, como o documentário, se configura como uma ferramenta pedagógica capaz de transformar a experiência educacional e ampliar as possibilidades de ensino e aprendizagem.

Esse uso na educação permite que estudantes desenvolvam competências de análise crítica e compreendam a construção discursiva da realidade, a partir de uma visão multimodal do letramento científico.

3.3.2 As múltiplas linguagens, a multiculturalidade e os saberes profissionais para o professor de Física

Essencial na área das ciências da natureza desde o ensino fundamental, o letramento científico possibilita que os estudantes desenvolvam competências essenciais para interpretar fenômenos naturais e processos tecnológicos, de forma a tomarem decisões informadas e responsáveis. A BNCC (2017) destaca que esse letramento “envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), nada obstante, transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências”. Essa abordagem é crucial para formar cidadãos capazes de enfrentar os desafios contemporâneos, promovendo o desenvolvimento de uma postura ética e reflexiva em relação às inovações tecnológicas e suas implicações sociais e ambientais. Para atingir esse objetivo de aprendizagem, podemos utilizar os conceitos dos multiletramentos e das múltiplas linguagens.

O conceito de multiletramentos, como descrito no trabalho do Grupo Nova Londres (2021) surgiu como uma resposta à necessidade de expandir a compreensão

do letramento tradicional, para abranger a multiplicidade de canais de comunicação e a diversidade cultural e linguística, cada vez mais presentes na sociedade contemporânea. Esse termo foi introduzido pelo Grupo Nova Londres, que, em 1994, discutiu as implicações das mudanças sociais, culturais e tecnológicas para a pedagogia do letramento. De acordo com esse trabalho, a pedagogia dos multiletramentos enfatiza a importância de ensinar não apenas a língua escrita e falada, além de incluir outros modos de comunicação, como o visual e o digital, que são fundamentais no mundo globalizado de hoje. O objetivo é preparar os estudantes para navegar em um ambiente em que a comunicação ocorre em múltiplas formas e em diversos contextos culturais, promovendo uma educação que seja inclusiva, crítica e capaz de responder às demandas de uma sociedade em constante transformação.

Na pedagogia dos multiletramentos, ainda a partir do trabalho do Grupo Nova Londres (2021), é essencial que os estudantes aprendam a navegar e interpretar uma diversidade de modos de comunicação e linguagens, indo além da simples leitura e escrita tradicionais. Para os autores, o "o quê" da pedagogia do letramento envolve o desenvolvimento de competências, que permitam aos estudantes interagirem com textos que combinam linguagens verbais, visuais, digitais e culturais. Já o "como" se refere às metodologias e práticas pedagógicas que precisam ser dinâmicas e flexíveis, possibilitando que eles experimentem e reflitam criticamente, sobre esses múltiplos modos de comunicação. Essa abordagem pedagógica visa capacitar os estudantes a serem não apenas consumidores, todavia criadores de significado, promovendo um aprendizado ativo em que eles possam aplicar, transformar e recontextualizar os conhecimentos adquiridos em diferentes situações.

Rajo (2012) desenvolve uma abordagem pedagógica centrada nos conceitos de multiletramentos, que envolvem a integração de diversas formas de linguagem e expressão na educação. Ela ressalta a necessidade de uma pedagogia que reconheça a multiplicidade cultural e semiótica presentes na sociedade contemporânea, especialmente nas áreas urbanas, onde as populações e as formas de comunicação são diversificadas. A autora propõe o uso de "protótipos didáticos" como estruturas flexíveis que podem ser adaptadas por educadores, para diferentes contextos educacionais. Esses protótipos permitem a inclusão de práticas de leitura, análise crítica e produção de textos que envolvam múltiplas semioses, como texto, imagem, som e movimento, refletindo as complexas interações presentes nos meios digitais.

A integração das múltiplas linguagens no ensino de Física possibilita uma aprendizagem mais dinâmica, permitindo que os estudantes desenvolvam competências que vão além da compreensão teórica dos conceitos científicos. Diversas abordagens contemporâneas reforçam a importância de explorar diferentes formas de comunicação, para tornar o ensino mais acessível e conectado à realidade dos estudantes. Rojo (2012) sugere que professores utilizem protótipos didáticos que incentivem a produção e análise de conteúdos multimodais, como *blogs*, *podcasts* e vídeos. Essas práticas promovem um aprendizado que ultrapassa a leitura e a escrita tradicionais, estimulando os estudantes a refletirem criticamente sobre as formas de poder e representação nos textos e mídias utilizados. Nesse ambiente da Física, essa abordagem pode ser aplicada na criação de vídeos explicativos sobre fenômenos científicos, infográficos interativos ou simulações digitais que auxiliem na construção do conhecimento de forma integrada e visual. E depois, Puccini (2009) salienta o documentário como uma ferramenta pedagógica valiosa, posto que permite aos estudantes interpretar fenômenos científicos em diferentes formatos narrativos, enquanto Cruz (2022) reforça que o Vídeo Documentário Científico (VDC) contribui para a superação de concepções alternativas, favorecendo o letramento científico.

Dentro da perspectiva das múltiplas linguagens, a valorização da interdisciplinaridade e da multiculturalidade no ensino é fundamental para tornar o aprendizado mais contextualizado e significativo. Para isso, podem ser utilizadas abordagens como a etnofísica e a história da ciência, que ampliam as conexões entre o conhecimento formal e as experiências culturais dos estudantes. Como avulta Thiesen (2008), a interdisciplinaridade permite a integração de diferentes áreas do conhecimento na prática educativa, favorecendo uma visão mais ampla e crítica dos fenômenos naturais. Nesse sentido, a proposta etnofísica de Prudente (2010) associa os conceitos da Física às vivências cotidianas dos estudantes, tornando-os mais próximos de sua realidade. Veraszto e Carneiro (2023) reforçam essa perspectiva ao demonstrar como trabalhadores rurais e artesãos aplicam conceitos como força e densidade, de maneira intuitiva, sem necessariamente formalizá-los cientificamente.

De forma complementar, a história da ciência também desempenha um papel essencial na construção do conhecimento, permitindo que os estudantes compreendam como os conceitos científicos foram desenvolvidos, ao longo do tempo. De acordo com Silva e Martins (2003) e Prestes e Caldeira (2009), essa abordagem contribuiu para humanizar o ensino de ciências, tornando-o menos abstrato e mais

acessível. Ao explorar a evolução das ideias científicas e os contextos históricos em que foram formuladas, os professores podem estimular uma reflexão crítica sobre a natureza do conhecimento científico e sua relação com a sociedade. A integração dessas abordagens possibilita que os estudantes estabeleçam conexões entre a Física e diferentes contextos sociais e culturais, valorizando o conhecimento acadêmico tal qual os saberes populares e históricos, promovendo assim, uma aprendizagem mais significativa.

Além das estratégias multimodais e da valorização da multiculturalidade, o ensino de Física pode ser enriquecido com metodologias que incentivem a experimentação e a aplicação prática do conhecimento. Carvalho (2010) enfatiza a importância das atividades experimentais, já Dos Reis, Caldas e Machado (2020) apontam que a abordagem STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) favorece a criação de projetos interdisciplinares, que conectam conceitos científicos a aplicações criativas e tecnológicas. Dessa forma, ao articular múltiplas linguagens, interdisciplinaridade, metodologias engajadoras e atividades práticas, o ensino de Física se torna mais acessível, estimulante e conectado às realidades dos estudantes, promovendo um aprendizado para a sociedade.

Os saberes profissionais docentes são fundamentais para compreender a complexidade da prática educativa e a utilização dessas abordagens contemporâneas, enfatizadas por Bielert Neto (2021). Esse conceito engloba os diversos conhecimentos que um professor adquire e aplica ao longo de sua carreira, refletindo não apenas sua formação acadêmica, bem como suas experiências práticas e vivências pessoais. A docência exige um aprendizado contínuo, que se expande ao longo da trajetória profissional do professor, moldando sua identidade e aprimorando sua atuação em sala de aula, essencial para o trabalho com as múltiplas linguagens.

Os saberes docentes são temporais, como descreve Tardif (2000), organizando-os em três dimensões: os conhecimentos adquiridos ao longo da vida e suas influências na prática docente; os aprendizados dos primeiros anos de ensino, que moldam a competência profissional, através de erros e acertos; e o desenvolvimento contínuo ao longo da carreira, influenciado pela identidade docente e pela socialização profissional. Esses saberes são plurais, heterogêneos e personalizados, refletindo a individualidade e o contexto de cada professor. Complementando essa perspectiva, Clebsch (2018) classifica os saberes docentes em três blocos principais. Os Saberes de Física abrangem tanto os conhecimentos

conceituais, essenciais para o domínio do conteúdo, quanto os metodológicos, que envolvem o uso de tecnologias e práticas experimentais. Os Saberes Teórico-Práticos incluem os saberes integradores, que relacionam a Física a outras áreas do conhecimento, e os saberes pedagógicos, que envolvem aspectos culturais, políticos e educacionais do ensino. Por fim, os Saberes Práticos se dividem entre os saberes sobre a prática, que dizem respeito a materiais didáticos e planejamento, e os saberes da prática, adquiridos diretamente na experiência docente e na reflexão sobre a atuação em sala de aula.

Para aplicar essas abordagens no ensino de Física, é essencial que o professor desenvolva uma postura investigativa, como destacam Fiorentini e Crecci (2016) ao explorarem o conceito de comunidades investigativas de Cochran-Smith e Lytle. Essa postura permite que o docente amplie sua visão sobre a prática, conectando temas locais a contextos globais e participando ativamente de redes colaborativas de ensino e pesquisa, explorando e conhecendo recursos que ainda não tenha utilizado. Além disso, a base de conhecimento do professor se refina ao longo de sua experiência e dialoga constantemente com a universidade e com a escola. Shulman (2015) introduziu o conceito de conhecimento pedagógico do conteúdo, sublinhando a importância da articulação entre o domínio da Física e as metodologias pedagógicas. Posteriormente, Mishra e Koehler (2006) ampliaram esse conceito ao incluir o conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo (*Technological Pedagogical Content Knowledge* - TPACK), reconhecendo a necessidade de integrar tecnologias ao ensino para aprimorar a aprendizagem dos estudantes.

Dessa forma, o desenvolvimento profissional do professor de Física se dá por meio de uma formação sólida, de uma reflexão contínua sobre a prática e da incorporação de novas metodologias. A partir dessa fundamentação teórica, a próxima seção abordará os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento desta pesquisa, considerando as perspectivas atuais do ensino de Física e o uso das múltiplas linguagens na educação científica.

4 O ENSINO DE ENERGIA: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA A INVESTIGAÇÃO DOS CONHECIMENTOS DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

Nesta seção, apresentamos o método e os procedimentos metodológicos adotados, para analisar os conhecimentos dos estudantes sobre o conceito de energia, com o objetivo de favorecer a aprendizagem científica. Para isso, desenvolvemos uma SD que integra a produção de documentários, permitindo que os estudantes expressem seus conhecimentos prévios e, posteriormente, reconstruam seu entendimento de forma estruturada. A abordagem metodológica utilizada, inspirada na pesquisa intervencionista, é detalhada, destacando sua natureza e o uso da SD como ferramenta de aprendizagem e coleta de dados.

Considerando a relevância das múltiplas linguagens no processo educativo, a metodologia adotada valoriza a mobilização ativa dos estudantes na construção do conhecimento. A produção de documentários possibilita que os alunos explorem diferentes formas de expressão — verbal, visual e sonora — ampliando suas possibilidades de comunicação e significação dos conceitos científicos. Essa abordagem não apenas favorece o desenvolvimento de habilidades comunicativas e críticas, outrossim cria um ambiente propício para que o professor identifique os conhecimentos dos estudantes e planeje suas aulas, com base naquilo que eles demonstram, tornando o ensino mais contextualizado e significativo.

Por outro lado, são descritos os procedimentos para a implementação das atividades, desde a apresentação inicial, até a produção final dos documentários, juntamente com as técnicas de registro e de análise reflexiva dos textos e dos discursos dos estudantes. A expressão dos alunos ao longo da sequência didática permite que o professor compreenda suas dificuldades e avanços conceituais. Dessa forma, a pesquisa evidencia como a utilização das múltiplas linguagens pode potencializar o aprendizado e contribuir para a construção de práticas docentes engajadoras.

O contexto da pesquisa é detalhado, com foco nas características da escola pública estadual onde a investigação ocorreu. Este cenário é contextualizado com a importância de conduzir pesquisas em escolas públicas, especialmente em contextos desafiadores, acentuando como tais investigações podem contribuir para o

desenvolvimento de práticas pedagógicas mais equitativas e voltadas para a realidade dos estudantes.

4.1 O método e os procedimentos metodológicos da pesquisa

Esta pesquisa buscou analisar os conhecimentos de estudantes da 3ª série do ensino médio sobre o conceito de energia, neste âmbito do desenvolvimento de uma SD, que envolveu a produção de documentários. A intenção foi fornecer subsídios para a construção do conhecimento científico sobre esse conceito, com uma abordagem focada nas múltiplas linguagens (Melo, 2013). A SD foi desenvolvida como uma intervenção em uma escola da rede estadual de ensino, no período noturno. A escolha do tema "Energia" se justifica por sua relevância como um dos eixos centrais das Ciências da Natureza no ensino médio, apontado nos documentos curriculares oficiais (Souza, 2022; Brasil, 2028). Dessa forma, esta pesquisa se caracteriza como qualitativa e intervencionista.

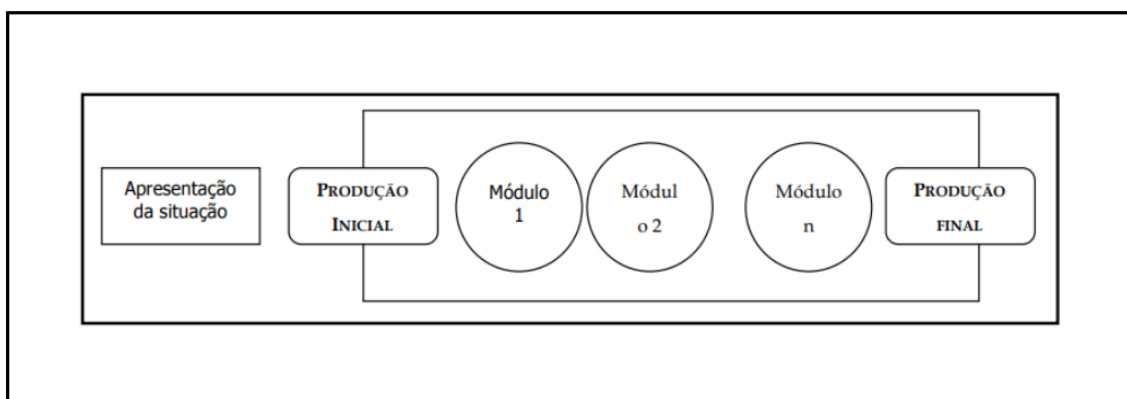
Ao longo do estudo, buscamos compreender aspectos subjetivos que não podem ser mensurados quantitativamente, como conceitos, concepções e ideias (Melo, 2013). Sendo assim, adotamos essa abordagem visando a melhoria do ensino-aprendizagem por meio do desenvolvimento profissional do professor, que investiga sua prática. Essa abordagem não separa pesquisa e prática, mas as integra, permitindo que o professor, e pesquisador, atue no planejamento, construção e reconstrução da prática educativa, promovendo o desenvolvimento profissional de forma reflexiva e contínua.

Damiani *et al.* (2013) definem a pesquisa intervencionista como um processo que envolve tanto o planejamento quanto a implementação de inovações pedagógicas, visando a melhoria nos processos de ensino-aprendizagem e a avaliação sistemática dos efeitos das intervenções. Diferentemente das pesquisas observacionais, essa abordagem não apenas descreve fenômenos, como também propõe mudanças intencionais e planejadas no ambiente educacional. A pesquisa intervencionista se distingue pelo caráter aplicado, promovendo avanços no conhecimento científico e na prática pedagógica por meio de um ciclo contínuo de planejamento, ação, avaliação e reflexão. Além de tudo, a intervenção não é um evento isolado, mas um processo dinâmico que ocorre em diálogo com os sujeitos envolvidos, possibilitando ajustes contínuos para atender às necessidades

emergentes. Outra característica essencial desse modelo é a relação intrínseca entre teoria e prática, garantindo que as inovações pedagógicas sejam fundamentadas em referenciais científicos sólidos e adaptadas ao contexto escolar específico. Dessa forma, a pesquisa intervencionista não apenas contribui para a solução de problemas concretos no ensino, assim como auxilia na construção do conhecimento profissional dos docentes, promovendo sua autonomia e desenvolvimento contínuo.

Neste estudo, utilizamos a produção inicial de uma sequência didática como ferramenta de investigação e aprendizagem. A SD proposta por Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004) é um dispositivo didático estruturado em torno de gêneros textuais, sejam eles orais ou escritos, com o propósito de desenvolver habilidades de expressão dos estudantes, em diferentes situações de comunicação. Essa estrutura se organiza em diversas etapas, começando com a apresentação da situação de comunicação, passando pela produção inicial, pelo desenvolvimento de atividades específicas e culminando na produção final. A flexibilidade modular da sequência permite adaptações convergentes às necessidades dos estudantes, considerando suas dificuldades e conhecimentos prévios. Essa proposta valoriza a interação entre produção textual e análise crítica, promovendo uma aprendizagem reflexiva e contextualizada sobre o uso da linguagem, condizente ao esquema apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Esquema de sequência didática modular.



Fonte: Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004, p.97).

Esse modelo de SD proposto por Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004) é composto por várias etapas interligadas, cada uma com um papel crucial no desenvolvimento das habilidades dos estudantes. A primeira etapa é a apresentação

da situação-problema, em que o professor introduz um projeto de comunicação que será o foco da sequência, esclarecendo o gênero a ser trabalhado e os objetivos a serem alcançados. Em seguida, ocorre a produção inicial, na qual os estudantes realizam uma primeira tentativa de criação do texto ou discurso, escrito ou audiovisual, sem ter havido o contato com o conteúdo a ser ensinado ainda, revelando seus conhecimentos prévios e permitindo ao professor identificar as dificuldades e potencialidades da turma, atuando com características de uma avaliação diagnóstica. Com base nessa produção, são planejados os módulos de atividades, que visam trabalhar sistematicamente os aspectos mais desafiadores do gênero, utilizando exercícios de observação, análise e produção para aprofundar a compreensão e o domínio dos estudantes, sendo a quantidade de módulos necessários, definidos a partir da análise da produção inicial. Finalmente, a sequência culmina na produção final, em que eles colocam em prática os conhecimentos e as habilidades desenvolvidos ao longo da sequência, para produzir um texto ou discurso mais elaborado, que é avaliado tanto em termos de conteúdo quanto de forma, servindo como uma síntese do aprendizado construído.

Para Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004), a importância desse modelo de SD reside em sua capacidade de oferecer um ensino sistemático e intencional das habilidades de linguagem, permitindo que os estudantes se apropriem de diferentes gêneros textuais de maneira progressiva e contextualizada. Ao focar em gêneros públicos e socialmente relevantes, os pesquisadores discorrem que a SD contribui para que eles desenvolvam competências comunicativas que serão úteis em contextos escolares tanto como na vida cotidiana. Não só o enfoque modular facilita a diferenciação pedagógica, atendendo à diversidade de perfis de aprendizagem presentes em sala de aula, e promovendo uma formação sociocultural.

A adaptação da proposta de SD de Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004) para o ensino de Física pode ser estruturada em torno da produção inicial e final de documentários científicos, permitindo a enunciação dos conhecimentos trazidos pelos estudantes, para o desenvolvimento dos módulos das atividades pelo professor. Para analisar esses conhecimentos, utilizamos os seguintes procedimentos metodológicos.

A investigação seguiu um planejamento estruturado em diferentes etapas, respeitando a construção do conhecimento dos estudantes e a apropriação do gênero documentário, como ferramenta de expressão e comunicação (Dolz, Noverraz e Schneuwly, 2004). A intervenção contou com quatro etapas, sendo a primeira, a

apropriação pelos estudantes do gênero documentário (Nichols, 2016); a segunda, com a apresentação da situação-problema e da consigna para a produção inicial; a terceira, sendo composta pelas rodas de conversa sobre energia; e a quarta, a produção final de documentários. Como dados de análise obtivemos as audiografações das rodas de conversa e os próprios documentários em vídeo, posteriormente transcritos, produzidos pelos estudantes.

Na primeira semana, realizei uma roda de conversa introdutória, na qual foram apresentados os principais conceitos relacionados ao gênero documentário, importante para a apropriação do gênero (Melo, 2013). Nessa etapa, discutimos a definição do documentário, seus diferentes tipos e as possibilidades narrativas dessa linguagem. Para mais, orientei os estudantes sobre aspectos técnicos da produção audiovisual, como o uso de aplicativos para filmagem, os tipos de enquadramento e edição, e a importância da perspectiva do autor na construção do discurso no documentário (Nichols, 2016). Essa etapa teve o objetivo de familiarizar os participantes com o gênero e permitir que explorassem suas características, antes de iniciarem a produção dos documentários. Como se tratava de um momento de apropriação do gênero e não de análise dos conhecimentos dos estudantes sobre o conceito de energia, essa etapa não foi submetida à avaliação na pesquisa.

Na segunda semana, apresentei a situação-problema (Dolz, Noverraz e Schneuwly, 2004) que guiaria a produção dos documentários: **“Como estudantes da 1ª série do ensino médio podem compreender melhor o conceito de energia?”** A escolha dessa questão partiu da observação de que os estudantes do início do ensino médio geralmente enfrentam dificuldades significativas, na disciplina de Física. Dessa forma, os estudantes da 3ª série foram desafiados a produzir documentários que poderiam servir como um recurso didático para auxiliar seus colegas mais novos, criando vídeos que gostariam de ter visto quando estavam na 1ª série. Durante essa apresentação, não foram discutidos conceitos científicos sobre energia em aula, pois o objetivo era estimular o engajamento e o envolvimento deles com a proposta, focando inicialmente na estrutura e nas estratégias para a produção dos documentários (Dolz, Noverraz e Schneuwly, 2004).

Após a apresentação da situação-problema, os estudantes realizaram a produção inicial de seus documentários, incluindo um roteiro, registrando seus conhecimentos prévios sobre energia. Essas produções foram analisadas por nós, com o objetivo de identificar representações, conhecimentos prévios e os conceitos

expressos pelos participantes (Moreira, 2021). Com base nessa análise, planejamos os módulos seguintes da SD, que buscaram aprofundar os conhecimentos dos estudantes. Esses módulos incluíram duas rodas de conversa estruturadas para discutir os conceitos de energia que emergiram nos documentários iniciais, a partir de uma perspectiva científica. Nessas discussões, eles puderam refletir sobre suas produções, confrontando suas concepções com os conceitos científicos necessários ao currículo de Física. Esse processo possibilitou uma reformulação dos documentários, a partir dos conceitos científicos sobre energia trabalhados nos módulos, permitindo uma reconstrução conceitual (Nardi e Gatti, 2004).

Na etapa final da pesquisa, orientei os estudantes a revisarem e aprimorarem seus documentários, incorporando os novos conhecimentos mobilizados nas rodas de conversa. Os documentários finais foram produzidos considerando as informações que os próprios julgaram relevantes para tornar o conceito de energia mais compreensível para os estudantes da 1ª série, evitando erros conceituais e concepções do senso comum (Nardi e Gatti, 2004).

Em síntese, as seguintes etapas foram realizadas, condizente com o quadro 3:

Quadro 3 - Etapas de realização da sequência didática com os estudantes a cada semana de desenvolvimento da pesquisa em campo.

Semana	Ação
1ª semana	Apresentação do gênero documentário e meios para sua produção.
2ª semana	Apresentação da situação-problema e consigna para as produções iniciais: roteiro e vídeo de documentário sobre energia, de até 5 minutos de duração, em grupos de até 6 estudantes.
3ª semana	Análise das produções iniciais
4ª e 5ª semanas	Rodas de conversa sobre os conceitos científicos sobre energia
6ª semana	Análise das produções finais de documentários

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Para a análise dos registros gerados ao longo da pesquisa, as produções iniciais e finais e a gravação em áudio das rodas de conversa, foi utilizado o método de análise de textos multissemióticos, conforme proposto por Ferreira, Almeida e Dias (2019), baseado no Interacionismo Sociodiscursivo e na arquitetura textual de

Bronckart (2012). Essa abordagem permitiu examinar a estrutura organizativa dos documentários e os mecanismos enunciativos (posicionamentos dos autores e construção do discurso). A análise focalizou a interação entre os diferentes elementos semióticos, como linguagem verbal, imagens, trilha sonora e gestos, para compreender como os estudantes estruturaram e reformularam suas concepções sobre energia, ao longo do processo.

O Interacionismo Sociodiscursivo, desenvolvido por Bronckart (2012), parte do pressuposto de que a linguagem é uma atividade social situada, sendo fundamental para a construção do conhecimento e para a formação dos sujeitos. Nessa perspectiva, os textos não são apenas produtos linguísticos, mas ações comunicativas que refletem as interações sociais e as práticas discursivas dos indivíduos. Assim, essa abordagem permite compreender como os estudantes mobilizam diferentes recursos linguísticos e discursivos para expressar suas concepções, interagindo com os conhecimentos científicos e reformulando suas ideias ao longo da sequência didática.

Ao aplicar essa teoria na análise dos documentários e das interações ocorridas durante as rodas de conversa, buscamos identificar como os estudantes se apropriaram dos gêneros discursivos e das múltiplas linguagens, para construir significados sobre o conceito de energia. A investigação considerou a forma como os participantes estruturaram suas falas, organizaram suas narrativas audiovisuais e incorporaram novos conceitos científicos ao reformularem suas produções.

A partir de Ferreira, Almeida e Dias (2019), a metodologia adotada para a análise dos textos multisemióticos se baseia em três níveis de organização textual, descritos por Bronckart (2012): **infraestrutura geral, mecanismos de textualização e mecanismos enunciativos**. A infraestrutura geral engloba o plano temático dos documentários, sua estrutura narrativa e os gêneros discursivos mobilizados pelos estudantes, na construção dos vídeos. Além disso, a análise considera os mecanismos enunciativos, investigando as vozes discursivas presentes nos registros audiovisuais, os posicionamentos adotados pelos estudantes e os efeitos de sentido produzidos pela interação entre diferentes modos semióticos. Dessa forma, a análise não se restringiu apenas ao conteúdo verbal, mas também examinou como os elementos visuais, sonoros e gestuais participam da construção do discurso científico sobre energia.

Além da análise multissemiótica, examinamos os conhecimentos dos estudantes com base no levantamento de perfis conceituais de energia a partir do trabalho de Souza (2022) e nas concepções de energia descritas por Lino (2016), que foram detalhados na seção 3 deste trabalho. Souza (2022) utiliza a Teoria dos Perfis Conceituais de Energia, uma categorização das concepções de energia em seis zonas conceituais, variando de interpretações intuitivas e não científicas, até formulações mais alinhadas ao conhecimento acadêmico. Já Lino (2016) investiga concepções alternativas recorrentes no ensino de Física, destacando padrões de interpretação entre os estudantes. Seguimos essas referências teóricas na análise dos documentários para mapear as concepções expressas por eles, nas produções iniciais e nas produções finais. Para isso, identificamos ocorrências de termos, expressões e construções discursivas que evidenciem diferentes perfis conceituais, analisando como essas concepções são representadas na linguagem verbal e nos demais elementos semióticos. Dessa forma, foi possível avaliar o impacto da atividade na reconstrução dos conceitos de energia, verificando se os estudantes transitam entre diferentes perfis conceituais ao longo do processo.

4.2 Caracterização do contexto da pesquisa

O desenvolvimento de pesquisas em ensino nas escolas da rede pública estadual desempenha um papel crucial, na compreensão das dinâmicas educacionais e na busca por soluções para os desafios enfrentados. No Estado de São Paulo, essa necessidade se torna ainda mais premente, diante da realidade complexa da rede estadual de ensino, caracterizada por muitos estudantes em sala de aula, infraestruturas variadas e demandas pedagógicas múltiplas (Lima, Gonzalez e Lombardi, 2017). A implementação do Novo Ensino Médio e da BNCC (Brasil, 2018) trouxe mudanças significativas na organização curricular, exigindo adaptações por parte dos docentes, bem como dos próprios estudantes. Nesse sentido, pesquisas voltadas para o ensino podem contribuir para a construção de práticas pedagógicas mais alinhadas às necessidades do público escolar, considerando as especificidades regionais e institucionais.

A escolha da escola para a realização da pesquisa ocorreu por sugestão de uma colega professora de Física, que indicou a instituição devido à sua reconhecida organização no ensino noturno e à implementação da proposta do Novo Ensino

Médio. Após obter informações detalhadas sobre o funcionamento da escola e sua estrutura pedagógica, entramos em contato com a equipe gestora para solicitar autorização para a realização da pesquisa. Com a anuência da direção, foi possível dar início ao trabalho de campo.

A professora responsável pela disciplina abriu as portas da sala de aula para o desenvolvimento da sequência didática, permitindo que a intervenção ocorresse de forma autônoma, sem sua presença durante a aplicação. Essa abordagem possibilitou a realização das atividades com maior flexibilidade, promovendo um ambiente em que os estudantes puderam interagir livremente com a proposta. O período total de observação e aplicação da sequência didática estendeu-se por seis semanas, garantindo um tempo adequado para a coleta e análise dos dados.

A pesquisa foi conduzida nessa escola de ensino médio da rede estadual, localizada no bairro de Santo Amaro, na Zona Sul da cidade de São Paulo, cujo IDEB em 2023 foi 4,3, sendo a meta de 2021 4,6, o IDEB médio do Estado de São Paulo é 4,5, portanto a escola se encontra próxima dessa média (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2023). Essa região caracteriza-se por uma composição socioeconômica heterogênea, combinando áreas de grande desenvolvimento comercial e empresarial com bolsões de vulnerabilidade social. Muitas escolas estaduais da região atendem estudantes que enfrentam desafios socioeconômicos significativos, os quais impactam diretamente suas trajetórias escolares. Por outro lado, a proximidade com centros comerciais e importantes vias de transporte público, como a linha de metrô e os corredores de ônibus, contribui para a mobilidade dos estudantes. Não obstante, essa localização também apresenta desafios relacionados ao engajamento acadêmico, especialmente no período noturno, quando muitos alunos conciliam os estudos com o trabalho.

Dessa forma, a escolha da escola considerou não apenas sua organização curricular e estrutura administrativa, mas também o perfil diversificado de seus estudantes, o que possibilitou uma análise mais ampla sobre as percepções e concepções dos alunos do ensino médio, em relação à temática abordada na pesquisa.

A escola é uma instituição de referência na região, sendo bastante procurada pela comunidade local, convergente à conversa com a equipe gestora. O colégio atende turmas regulares de ensino médio distribuídas em três períodos de funcionamento: matutino, vespertino e noturno. No período diurno, há

aproximadamente 20 turmas, enquanto no noturno, há 8 turmas. O perfil dos estudantes é diversificado, refletindo a realidade socioeconômica da região. Muitos dos alunos do período matutino e vespertino demonstram interesse em ingressar no ensino superior e participam de programas de reforço acadêmico, voltados para vestibulares e o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Já no período noturno, grande parte dos estudantes trabalha durante o dia, o que influencia diretamente sua relação com a aprendizagem e sua frequência escolar.

A escola conta com uma estrutura que inclui laboratórios de ciências e de informática, que podem ser utilizados para experimentação e desenvolvimento de projetos. A pesquisa foi conduzida em uma turma da 3ª série do ensino médio do período noturno, que possui aproximadamente 40 estudantes matriculados. Os estudantes possuem entre 16 e 19 anos, sendo que a maioria trabalha no período diurno.

Dentro desse contexto, iremos analisar, a seguir, os dados obtidos a partir da intervenção nesta escola, para identificar os conhecimentos sobre energia que os estudantes enunciaram na produção de seus documentários.

5 ANÁLISE DOS DOCUMENTÁRIOS SOBRE ENERGIA PRODUZIDOS PELOS ESTUDANTES

Nesta seção, iremos analisar a apresentação da situação-problema na etapa inicial da SD, os documentários selecionados feitos pelos estudantes como produção inicial, as rodas de conversa realizadas após as análises das produções iniciais e os documentários finais. Anteriormente à apresentação da situação-problema, foi realizada uma aula sobre o gênero documentário, seu conceito, seus tipos, meios para sua produção em casa, para que os estudantes se apropriassem da estrutura desse gênero, a fim de que analisássemos seus conhecimentos revelados em suas produções. O planejamento das aulas e a análise das produções foram realizados em colaboração com minha orientadora, enquanto a condução das aulas na escola ficou sob minha responsabilidade. Foram recebidos quatro documentários referentes às produções iniciais, desses foram selecionados dois documentários para a análise, por possuírem tanto as produções iniciais quanto as finais, para conseguirmos analisar a evolução conceitual entre as produções.

5.1 Apresentação da situação-problema

A apresentação da situação-problema, etapa inicial da SD, foi uma atividade estruturada de forma dialógica e investigativa, buscando envolver os estudantes na construção do conhecimento a partir de suas próprias concepções. Seguindo os princípios de Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004), que destacam a importância da prática discursiva na aprendizagem, a aula foi conduzida por meio de um processo de questionamento e reflexão, incentivando os estudantes a verbalizarem suas percepções sobre as disciplinas científicas e a aprendizagem de física, ao longo do ensino médio, sem ter a explicação formal do conteúdo nesse primeiro momento. Os estudantes foram identificados como letras.

No início da aula, instiguei¹ os estudantes a falar sobre suas preferências nas disciplinas científicas. Ao perguntar “*Quem gosta de biologia?*”, a resposta foi majoritariamente positiva, com estudantes dizendo sim, ou acenando positivamente

¹ Nesta seção, utilizo a primeira pessoa do singular para me referir às ações que realizei na intervenção em sala de aula.

com a cabeça, enquanto para “*Quem gosta de química?*”, houve menos adesão, e para “*Quem gosta de física?*”, a aceitação foi ainda menor. Esse padrão de respostas evidencia uma tendência comum entre estudantes do ensino médio, em que a física é frequentemente percebida como uma disciplina difícil e desafiadora (Pozo e Crespo, 2009). Essa percepção é confirmada pelo trecho em que eu questiono “*Vocês acham física difícil?*” e recebi respostas afirmativas. Alguns ainda acrescentam que tinham dificuldades desde a 1ª série do ensino médio e ainda hoje enfrentam desafios na compreensão da disciplina, conforme a fala do Estudante A: “*Desde o 1º ano, sempre achei Física uma das matérias mais difíceis. Tem muitos cálculos. Mesmo agora, ainda tenho dificuldade para entender algumas coisas, principalmente quando envolve fórmulas*”.

Diante desse cenário, eu direcionei a conversa para uma reflexão sobre as metodologias utilizadas no ensino de física, perguntando “*Como vocês gostariam de ter aprendido física?*”. As transcrições a seguir mostram que as respostas convergem para o desejo de aulas mais práticas e o uso de recursos tecnológicos, como o celular.

Estudante B: “*Seria muito mais fácil entender Física se a gente fizesse mais experimentos e coisas práticas. Ficar só ouvindo explicação e copiando fórmula não ajuda, porque a gente não consegue enxergar como isso funciona de verdade.*”

Estudante C: “*La ser bem melhor se a gente pudesse usar mais o celular ou o computador na aula, tipo com vídeos e simulações. Às vezes, ver uma animação explicando é bem mais claro do que só ler no livro ou ouvir o professor falando.*”

Essas respostas reforçam a importância de metodologias que integrem elementos visuais e experimentais, aproximando o ensino da física do cotidiano dos estudantes (Cruz, 2022).

Na sequência, resgatei a discussão da aula anterior sobre documentários como gênero discursivo, introduzindo a seguinte pergunta: “*Vocês gostam de assistir filmes e documentários?*”. A resposta foi predominantemente positiva, indicando um interesse comum dos jovens por recursos audiovisuais como ferramenta de aprendizado. Em seguida, ampliei a reflexão ao perguntar “*E vocês gostam de produzir vídeos?*”, obtendo respostas mistas, como a do estudante C “*sim, eu gosto de fazer vídeos para as redes sociais*”, do estudante D “*eu não gosto de aparecer em vídeos*” e do estudante E “*deve ser legal produzir filmes para o cinema*”. Essa pergunta é fundamental, pois estabelece a transição da posição passiva, espectadores, para uma posição ativa de produtores de conhecimento (Angeluci, 2020).

A abordagem utilizada foi gradativa. Não apresentei de imediato a proposta do documentário, mas conduzi os estudantes à construção dessa ideia, por meio do questionamento: *“Vocês gostariam de ter assistido a um documentário que ajudasse nas aulas de física na 1ª série?”*. A resposta da turma é dividida, com alguns dizendo sim e outros não, mas observando as expressões faciais e gestos, foi possível perceber que alguns demonstravam entusiasmo e outros dúvidas.

Nesse ponto, fiz uma provocação mais direta: *“E se, agora que vocês estão terminando o ensino médio, vocês produzissem um documentário para ajudar os estudantes da 1ª série a entenderem melhor um conceito de física que estudamos todos os anos: a energia?”*. Essa pergunta gerou um momento de silêncio seguido de reações mistas, mas logo começam a discutir a viabilidade da proposta. O estudante A falou *“Nossa, mas um documentário? Acho que vai ser difícil”*, enquanto o Estudante C falou *“Até que a ideia é legal, mas como a gente faria isso? Tipo, precisa ser um vídeo todo profissional ou pode ser algo mais simples?”* e o Estudante D disse *“Se for para ajudar os alunos a não passarem pelo mesmo perrengue que a gente passou, até que vale a pena tentar!”*.

A seguir, apresentei a organização prática da atividade. Propus a formação de grupos de até seis estudantes, destacando que eles deveriam elaborar um roteiro para um documentário sobre energia, utilizando os conceitos sobre o gênero documentário trabalhados na aula anterior. Um aspecto essencial da atividade é que não foram explicados os conceitos científicos de energia, nesse primeiro momento. Em vez disso, os estudantes foram incentivados a registrar suas próprias concepções sobre energia, baseando-se no que já estudaram ao longo da vida e no que acreditam ser correto. Esse processo de mobilização de saberes prévios é fundamental para a construção da sequência didática e reflete os princípios de Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004), que defendem a produção textual como um espaço de negociação e construção progressiva do conhecimento.

À medida que os estudantes compreenderam a proposta, as interações entre eles, dentro dos grupos, se tornam mais dinâmicas, com sugestões sobre como organizar os roteiros e quais formatos de documentário poderiam ser explorados. Alguns questionam se poderiam usar entrevistas, animações ou dramatizações, ao que respondo que a escolha do formato é livre, desde que respeite as características do gênero documentário. Essa autonomia criativa permite que se envolvam

ativamente no projeto, tornando-se protagonistas do processo de ensino-aprendizagem (Angeluci, 2020).

Após essas discussões pelos grupos, orientei-os a elaborar os roteiros na própria aula, momento em que fui passando pelos grupos e esclarecendo dúvidas quanto ao formato, dicas de gravação, entre outros aspectos relacionados à linguagem audiovisual.

Após a produção dos roteiros, os estudantes foram incentivados a continuar o trabalho em casa e realizar a gravação do documentário, devendo ser enviado na semana seguinte, para a minha análise.

Como se pode observar, a proposta do documentário sobre energia não foi simplesmente imposta, mas construída coletivamente, a partir das experiências e interesses dos próprios estudantes. Esse percurso reforça a importância de metodologias que valorizem o protagonismo estudantil, a experimentação e a mobilização de conhecimentos prévios, possibilitando a reconstrução conceitual (Nardi e Gatti, 2004; Moreira, 2021).

Recebi 4 documentários, os quais examinamos criteriosamente, tanto a forma, quanto o conteúdo, para planejar e desenvolver as atividades dos módulos. Contudo, para a análise apresentada a seguir, selecionamos os documentários dos grupos que apresentaram a Produção Inicial e a Final, ou seja, 2 grupos.

5.2 Análise das produções iniciais

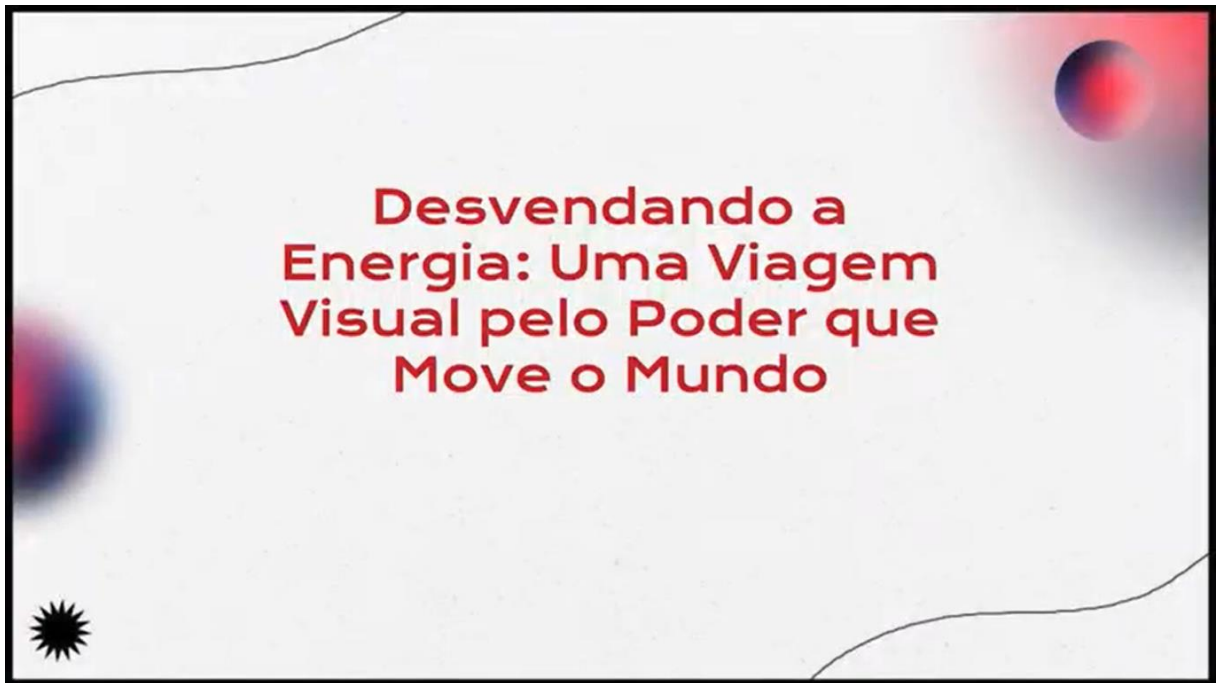
Para a análise das produções iniciais, utilizamos a metodologia de análise de textos multissemióticos de Ferreira, Almeida e Dias (2019) e as concepções de energia que podem ser reveladas por estudantes, segundo Lino (2016) e Souza (2022). Foram selecionados dois documentários produzidos em grupos de até seis estudantes, os documentários foram identificados como produção inicial do grupo 1 (D1PI) e produção inicial do grupo 2 (D2PI).

O D1PI oferece uma introdução ao conceito de energia, explorando suas formas, fontes e impactos na sociedade, possui um tempo total de 5 minutos e 46 segundos. Com uma narrativa linear e expositiva, o vídeo utiliza linguagem objetiva e exemplos visuais, abordando desde fontes renováveis, até a importância da conservação energética. A análise multissemiótica revela uma estrutura audiovisual planejada, com música instrumental calma, fundo claro e imagens ilustrativas que

reforçam os conceitos apresentados, como as capturas de tela mostradas nas figuras a seguir.

No início do D1PI, foi apresentado o título, mostrado na Figura 5, que remete à importância da energia para o mundo, assim como a ênfase na linguagem visual.

Figura 5 - Primeira imagem do D1PI apresentando título e fundo claro.



Fonte: Dos autores (2024).

Outras representações visuais que foram incluídas ao longo do documentário, como usinas hidrelétricas, turbinas eólicas e painéis solares criam associações diretas entre o conteúdo verbal e sua representação imagética, facilitando a assimilação pelo espectador. Segundo Ferreira, Almeida e Dias (2019), a integração entre linguagem verbal e não verbal é essencial para a construção de significados, como podemos observar nas Figuras 6 e 7. O conceito de energia apresentado pelos estudantes se relaciona com o conceito de trabalho e aos usos sociais da energia, formas comuns de explicação entre os estudantes (Lino, 2016).

Figura 6 - Imagem apresentada no D1PI demonstra o conceito de energia do grupo.



Fonte: Dos autores (2024).

As imagens selecionadas no documentário favoreceram a associação entre conceitos e sua aplicação prática. A menção às fontes renováveis de energia, por exemplo, é acompanhada por cenas de painéis solares e turbinas eólicas em funcionamento, tornando a explicação mais concreta, como mostrado na Figura 7. O foco na utilização e na importância da energia para a humanidade mostra um perfil conceitual Utilitarista da Energia (Souza, 2022). O D1PI segue apresentando explicações sobre a energia solar, com imagens de painéis solares, energia eólica, com imagens de turbinas eólicas, energia hidráulica, com imagens de hidrelétricas e sobre combustíveis fósseis, destacando sua relação com o aumento do efeito estufa e das mudanças climáticas globais. O documentário também apresenta uma imagem de uma cidade com bastante área verde, para explicitar a necessidade de uma revolução energética sustentável pela humanidade. Observa-se que é perfil dos estudantes, a tendência de comunicarem essa abordagem, a partir da sustentabilidade, quando se fala na temática energia (Lino, 2016).

Figura 7 - Imagem do D1PI mostra uma abordagem sobre fontes renováveis de energia.



Fonte: Dos autores (2024).

Após a apresentação das questões sustentáveis, o documentário debate a importância da economia de energia, citando como título a “conservação da energia”, podendo ser uma interpretação dos autores para a palavra conservação, diferentemente do que é interpretada na Física como a Teoria da Conservação da Energia, explicada na seção 3, como podemos ver na Figura 8. No contexto da discussão sobre a dependência de eletricidade, a imagem de um homem segurando uma vela gera um impacto simbólico, ajudando a sensibilizar o espectador para a importância do tema.

Figura 8 - Imagem do D1PI sobre a importância da conservação da energia.



Fonte: Dos autores (2024).

Do ponto de vista conceitual, o documentário apresentou uma definição de energia que reflete uma compreensão espontânea comum entre estudantes, ao afirmar que “a energia é a capacidade de realizar trabalho ou causar mudanças”. Essa definição está de acordo com a física clássica e se encaixa na zona científica, do perfil conceitual de energia de Souza (2022). Todavia, em outros momentos, o documentário adota uma abordagem mais funcionalista, como no trecho “a energia move o mundo”, aproximando-se da zona funcional/utilitarista, que enfatiza a energia como um recurso essencial para a sociedade, como a energia elétrica e seus usos sociais.

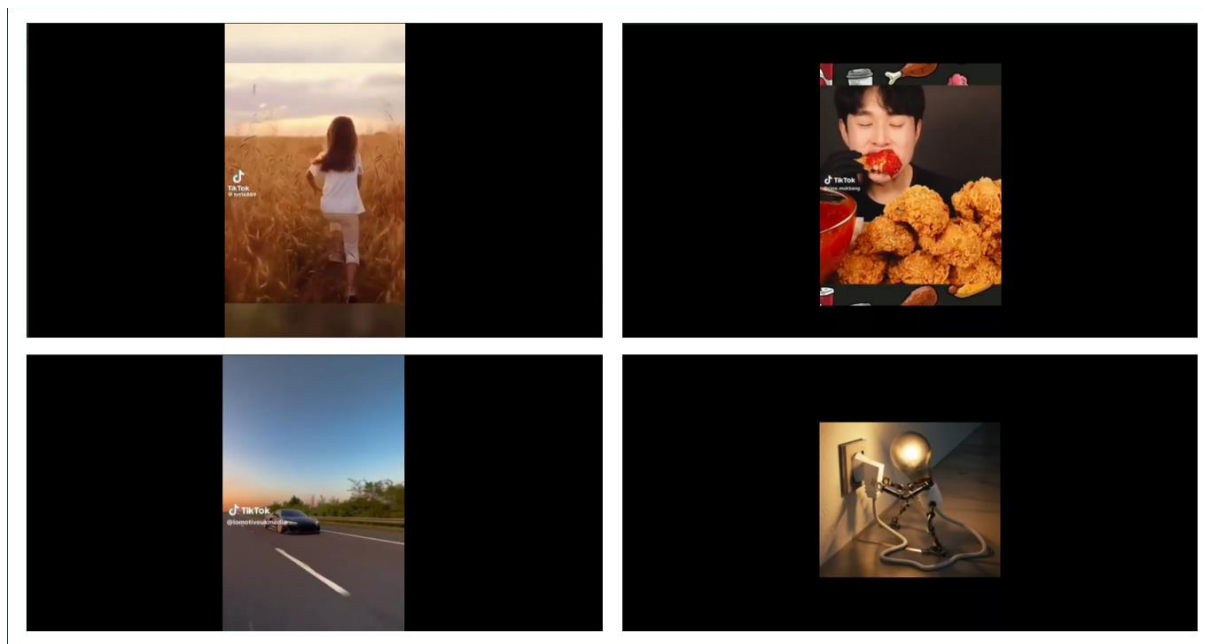
Um dos equívocos conceituais presentes no documentário é a afirmação de que “a energia causa mudanças”, o que indica uma concepção equivocada já identificada por Lino (2016). Frequentemente, estudantes veem a energia como um agente causal, quando, na realidade, ela é uma propriedade de sistemas físicos e não a causa direta dos fenômenos. Esse equívoco poderia ser tratado em sala de aula com a reformulação da explicação, destacando que a energia é transferida ou transformada dentro de um sistema, mas não é uma força ativa que “causa” mudanças.

Outro aspecto ausente no documentário é a degradação da energia, conceito fundamental da 2ª lei da termodinâmica. Embora o vídeo mencione a conservação da energia, ele não explica que, em processos naturais, parte da energia útil se converte em calor dissipado e se torna menos aproveitável. Essa omissão pode reforçar a ideia equivocada de que a energia pode ser inteiramente reaproveitada, sem perdas. Os pontos dessa análise foram levados em consideração para o planejamento dos módulos seguintes, para o aprendizado sobre energia, como a importância de trabalhar melhor os conceitos da Teoria da Conservação da Energia.

Com duração de 1 minuto e 3 segundos, o D2PI apresentou uma visão simplificada da energia, destacando seu papel no cotidiano e exemplificando diferentes formas de seu uso. A estrutura do vídeo intercala imagens estáticas e vídeos curtos sem música de fundo, o que confere um tom mais direto e objetivo à narrativa. A ausência de trilha sonora pode tornar a apresentação menos envolvente, mas, por outro lado, direciona toda a atenção do espectador para a narração e as imagens. A escolha dos vídeos e fotos, como uma menina correndo em um campo de trigo, lâmpadas acendendo, redes elétricas, turbinas eólicas, um homem se alimentando e um carro sendo abastecido reforçam visualmente os diferentes tipos de energia abordados, como pode ser observado em algumas capturas de tela desse documentário, representadas na Figura 9.

A análise multissemiótica do documentário revela que a relação entre linguagem verbal e não verbal desempenhou um papel essencial na construção de significado. As imagens ilustram bem os conceitos mencionados na narração, permitindo ao espectador relacionar os exemplos visuais ao conteúdo teórico, de acordo com Ferreira, Almeida e Dias (2019). A linearidade do vídeo, aliada à ausência de explicações mais aprofundadas, poderia ser aprimorada com a introdução de questionamentos que estimulassem a reflexão crítica do espectador sobre o tema.

Figura 9 - Capturas de tela do D2PI mostrando as imagens e vídeos escolhidos pelos estudantes para representar os conceitos de energia.



Fonte: Dos autores (2024).

Do ponto de vista conceitual, o documentário apresenta exemplos que refletem concepções iniciais entre os estudantes. A energia elétrica é corretamente associada a eletrodomésticos, iluminação e aparelhos eletrônicos, o que se alinha à zona funcional/utilitarista do perfil conceitual de energia de Souza (2022), onde a energia é vista pelo seu uso prático na sociedade. Entretanto, algumas definições carecem de precisão científica, como a afirmação de que “quanto mais quente um objeto, mais energia térmica há nele”, que pode levar à ideia equivocada de que apenas a temperatura define a quantidade de energia térmica, sem considerar fatores como a massa e a capacidade térmica do material.

Outro equívoco relevante é a descrição da energia do vento, que é associada apenas ao uso em pipas, sem mencionar sua aplicação na geração de eletricidade por turbinas eólicas, mesmo aparecendo nas imagens. A abordagem dos combustíveis também apresenta uma visão restrita, destacando apenas seu uso para abastecer carros, sem explicar que a energia química dos combustíveis pode ser convertida em diferentes formas, como calor e eletricidade. Lino (2016) aponta que essa visão fragmentada pode reforçar obstáculos epistemológicos, levando estudantes a interpretarem a energia apenas pelo seu uso direto, sem compreender os princípios de transformação e conservação da energia.

Diante dessa análise, os documentários iniciais se tornaram uma ferramenta diagnóstica para o planejamento dos próximos módulos de aprendizagem. A partir dessas conclusões, propus aos estudantes que reescrevessem as explicações do documentário, incorporando definições mais rigorosas e exemplos mais abrangentes de energia. Não só promovi um debate sobre os conceitos presentes no vídeo, incentivando-os a justificarem suas percepções com base em fundamentos físicos. Outro aprimoramento foi a inclusão de exemplos que relacionam os diferentes tipos de energia aos princípios científicos que os governam, como a conservação da energia e a conversão entre diferentes formas. Os documentários trouxeram diversos exemplos, porém não um conceito geral de energia, lacuna que foi trabalhada em sala de aula nas atividades dos módulos, condizente ao que relatamos no item seguinte.

5.3 Análise das rodas de conversa

Em continuidade à SD, foram desenvolvidos em sala de aula os módulos de aprendizagem, pensados a partir das análises das produções iniciais. Esses módulos foram organizados no formato de rodas de conversa realizadas ao longo de duas aulas, revelando um processo pedagógico voltado para a construção coletiva do conhecimento sobre energia, consoante aos princípios de Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004). Após a entrega da primeira versão dos documentários, os estudantes participaram de discussões para aprofundar e aprimorar a compreensão científica do tema, tendo a oportunidade de revisar e reformular seus roteiros e gravações com base nas reflexões desenvolvidas. Os estudantes foram identificados como letras.

A primeira etapa da atividade consistiu em um momento de escuta ativa, em que iniciei a aula perguntando sobre os objetivos dos documentários produzidos na primeira versão. Os estudantes compartilharam diferentes abordagens, evidenciando que, na fase inicial, recorreram a referências variadas e, muitas vezes, misturaram concepções espontâneas e trechos de fontes midiáticas. O estudante A relatou: *"A gente pegou o conceito de energia em geral, só não incluímos a questão religiosa, mas em termos de física a gente tentou trabalhar vários tipos de energia"*, essa fala mostra que esse estudante já consegue diferenciar o perfil não científico de energia como algo espiritual ou místico. O estudante B destacou uma abordagem reflexiva: *"nosso documentário foi feito para causar um momento de reflexão, mostrando os prós e contras de cada tipo de energia"*, nesse caso, dando luz a uma abordagem da

sustentabilidade. Esses relatos demonstraram que, antes de receberem a explicação conceitual formal, os estudantes buscaram estruturar o conteúdo com base em suas vivências e pesquisas independentes, mobilizando conhecimentos prévios de maneira ainda fragmentada, colocando em seus documentários as definições mais comuns ao se pesquisar o tema na internet (Souza, 2022).

A partir dessas discussões iniciais, conduzi a roda de conversa para a elaboração coletiva do conceito científico de energia, questionando: *"O que é energia exatamente? Como explicariam para alguém que não sabe nada sobre o assunto?"* As respostas dos estudantes evidenciaram concepções alternativas comuns, como *"energia é uma força da natureza."* e *"é magnetismo, ou tem a ver com a água."* Diante dessas respostas, utilizei uma estratégia de mediação, incentivando os estudantes a reconsiderarem suas definições por meio de exemplos concretos. Ao perguntar sobre uma hidrelétrica, conduzi o raciocínio: *"Vamos pensar em uma hidrelétrica. Onde está a energia ali?"* e o estudante C respondeu: *"Na queda da água."* A partir dessa resposta, expliquei que a energia da água armazenada em uma represa corresponde à energia potencial gravitacional e que, ao cair, essa energia se transforma em energia cinética, salientando a transformação da energia dentro de um sistema físico. Foi importante conversar sobre a diferença entre o conceito de energia e exemplos de usos da energia, que a energia é um conceito abstrato e de difícil definição, até mesmo entre os cientistas, mas que está relacionada a realização de movimentos, desde microscópicos a macroscópicos (Lino, 2016).

Ao longo da conversa, os estudantes foram sendo levados a reconhecer a conservação da energia como um princípio fundamental. Quando questionei: *"A energia elétrica foi realmente produzida na hidrelétrica ou foi transformada?"* e os estudantes responderam no geral: *"Ela foi transformada."* Essa resposta me permitiu consolidar a explicação: *"A energia não é criada nem destruída, apenas transformada. Esse é o princípio da conservação da energia, que é fundamental estar presente nos documentários de vocês."* Dessa forma, os estudantes não apenas reformularam suas compreensões iniciais, contudo passaram a entender que a energia passa por diferentes formas, sem ser destruída, apenas convertida (Lino, 2016).

A discussão se expandiu para outras formas de energia, e o estudante D questionou se o calor pode ser considerado energia, o que me levou a perguntar: *"O que está acontecendo no nível microscópico quando um corpo aquece?"* O estudante C respondeu corretamente: *"As moléculas começam a se mover mais rápido."* Então

expliquei: *"Isso mesmo! O calor é energia térmica, resultado da agitação das moléculas, que, no fundo, também é um tipo de energia cinética. E essa movimentação pode ser transformada em outras formas de energia, como quando usamos o calor da queima de combustível para movimentar um carro."* Essa explicação auxiliou os estudantes a relacionarem a energia térmica com processos físicos reais, aproximando o conceito científico da vida cotidiana (Souza, 2022).

Também orientei a turma sobre a corrente elétrica e sua relação com a energia cinética, perguntando: *"A eletricidade que usamos vem da movimentação de cargas. Alguém sabe o que chamamos de corrente elétrica?"* Diante da hesitação dos estudantes, expliquei: *"Corrente elétrica é o movimento dos elétrons dentro de um condutor. Quando ligamos um aparelho na tomada, estamos permitindo que os elétrons se movimentem a partir de uma diferença de potencial, convertendo energia elétrica em energia térmica, luminosa ou mecânica, dependendo do dispositivo."* Com essa explicação, os estudantes ampliaram sua compreensão sobre como a eletricidade está relacionada à movimentação de partículas subatômicas, aproximando o conceito que existe aos dois tipos fundamentais de energia, a cinética e a potencial, e que as outras formas são derivadas desses tipos, diferenciando seu uso social (Souza, 2022).

Após essa fase de construção conceitual, direcionei os estudantes para a revisão dos seus documentários, pedindo que complementassem suas produções com os conceitos discutidos: *"Quem já gravou pode complementar com explicações mais precisas. Podendo incluir a conservação da energia e os diferentes tipos de energia discutidos aqui."* Aliás, chamei a atenção para erros conceituais comuns identificados nas versões iniciais: *"Lembrem-se de que energia não é uma força, nem pode ser criada. Em seus documentários, vocês podem explorar exemplos concretos dessas transformações para tornar a explicação mais clara."* Essa etapa finalizou a atividade com uma proposta de reelaboração crítica, permitindo que os estudantes não apenas aprofundassem seus conhecimentos, todavia desenvolvessem um olhar reflexivo sobre como comunicar ciência (Nardi e Gatti, 2004).

A análise das transcrições das aulas evidenciou que essas rodas de conversa foram essenciais para transformar o conhecimento prévio dos estudantes, em uma compreensão mais estruturada e alinhada à Física. O uso de exemplos concretos e a interação dialógica foram fundamentais para que os estudantes, não apenas desenvolvessem novos conceitos, como também reconstruíssem ativamente suas

próprias explicações (Moreira, 2021). Baseada na produção de documentários, a sequência didática adotada permitiu que experimentassem o papel de produtores de conhecimento (Melo, 2013), tornando-se responsáveis por traduzir conceitos científicos de forma clara e acessível (Moreira, 2021). Por fim, recebemos e analisamos as produções finais, após a discussão dos conceitos científicos.

5.4 Análise das produções finais

Os documentários analisados representam a fase final da sequência didática, após as rodas de conversa que aprofundaram o conceito de energia e sua transformação. Foram analisadas as duas versões finais dos documentários selecionados nas produções iniciais, identificados produção final do grupo 1 (D1PF) e produção final do grupo 2 (D2PF). Em comparação com as versões iniciais, observou-se uma evolução na inclusão de explicações científicas, mais estruturadas e melhor fundamentadas, embora ainda persistam algumas concepções alternativas e lacunas conceituais.

O D1PF mantém grande parte da estrutura anterior, com as mesmas imagens, cores e narração, abordando a energia como “o poder que move o mundo” e definindo-a como “capacidade de realizar trabalho ou causar mudanças”. Essa definição, apesar de próxima à concepção científica, ainda pode reforçar a ideia equivocada de que a energia é uma entidade ativa que promove mudanças, em vez de ser uma propriedade de sistemas físicos. Sem embargo, o documentário melhora ao incluir um experimento sobre energia elétrica estática, demonstrando concreta a transferência de elétrons, de maneira mais. Esse acréscimo indica um avanço na construção do conhecimento dos estudantes, que passaram a valorizar evidências experimentais para fundamentar suas explicações (Lino 2016; Souza, 2022). Essa etapa do experimento foi adicionada ao final do documentário em formato de entrevista com uma das estudantes do grupo, condizente a transcrição a seguir, apenas com áudio e uma imagem de fundo de eletricidade:

Entrevistador: Boa tarde. Estamos aqui com uma entrevistada para falar sobre um experimento interessante que ela realizou com energia estática. Obrigado por se juntar a nós.

Entrevistada: Boa tarde. É um prazer estar aqui.

Entrevistador: Então, pode nos contar um pouco sobre o seu experimento de energia estática?

Entrevistada: Claro, decidi fazer um experimento simples para demonstrar como a energia estática funciona. Usei um balão, um suéter de lã e alguns pedaços de papel. Primeiro, enchi o balão, o esfreguei vigorosamente contra o suéter por 30 segundos. Isso transferiu elétrons do suéter para o balão, carregando-o eletricamente. Depois, coloquei os pedaços de papel em uma mesa e aproximei o balão deles. Os pedaços de papel foram atraídos pelo balão e grudaram nele. Isso acontece porque o balão, agora carregado negativamente, atrai as cargas positivas dos pedaços de papel, demonstrando a força de energia estática.

Entrevistador: Muito obrigado por compartilhar essa experiência conosco. Tenho certeza de que todos os nossos ouvintes acharam isso muito interessante. Agradeço a todos que tenham ouvido até aqui. Um grande abraço. Me despeço. Boa tarde!

A entrevista apresentada no D1PF demonstra uma explicação coerente sobre a eletrização por atrito, descrevendo corretamente a transferência de elétrons entre o balão e o suéter, o que resulta na atração dos pedaços de papel devido à interação eletrostática (Nussenzveig, 2002). Esse fenômeno ocorre porque, ao ficar carregado negativamente, o balão induz uma redistribuição de cargas nos papéis, criando uma força de atração entre eles. A explicação da entrevistada se aproxima da zona “Energia como agente causal das transformações” do perfil conceitual de energia de Souza (2022), pois sugere que a energia estática atua diretamente na atração dos papéis. Entretanto, essa interação pode ser mais precisamente explicada pelo

conceito de força elétrica, adequado ao descrito na Lei de Coulomb, enquanto a energia associada ao processo está relacionada à energia potencial elétrica (Lino, 2016). Assim, a abordagem adotada pela entrevistada reflete uma concepção mais formal do conceito físico envolvido.

Além do conteúdo conceitual, o formato adotado pelos estudantes para apresentar o experimento também revela aspectos interessantes do aprendizado e da comunicação científica. A escolha da abordagem experimental evidencia o interesse dos estudantes na aplicação prática dos conceitos, um fator essencial para a aprendizagem significativa no ensino de Física (Carvalho, 2010). O uso da entrevista dentro do documentário, por sua vez, está alinhado a uma das formas clássicas de enunciação no gênero, conferindo maior credibilidade ao que está sendo apresentado (Nichols, 2016). Do ponto de vista da semiótica, essa escolha narrativa se relaciona à intenção de validar a explicação por meio da fala de outra pessoa, uma estratégia discursiva que reforça a legitimidade do conhecimento exposto (Ferreira, Almeida e Dias, 2019).

O D1PF também manteve sua abordagem na sustentabilidade, assim como no avanço tecnológico em relação à energia, como na criação de baterias sustentáveis, fato que pode ser observado na Figura 10 e na Figura 11.

Figura 10 - Captura de tela do D2PF sobre a Revolução Energética.



Fonte: Dos autores (2024).

Na Figura 10, é possível perceber a escolha na abordagem da importância das fontes de energia renováveis para o futuro do planeta, mostrando uma imagem escolhida para representar o tempo futuro, porém com prédios associados a áreas verdes e um avião verde, escolhas semióticas para mostrar os benefícios da Revolução Energética sustentável para o público.

Figura 11 - Captura de tela do D2PF sobre as Inovações Tecnológicas.



Fonte: Dos autores (2024).

Ainda na abordagem da sustentabilidade, a Figura 11 mostra a captura de tela do momento em que são tratadas as inovações tecnológicas sustentáveis em relação à energia, como a produção de baterias mais eficientes. Essa é uma aproximação do conceito de eficiência energética e da impossibilidade em transformar a totalidade da energia em outra forma, adequado a 2ª Lei da Termodinâmica. Dessa forma, tanto o conteúdo científico quanto a estrutura do documentário refletem escolhas estratégicas que favorecem a compreensão dos conceitos pelos espectadores.

O documentário D2PF apresenta uma explicação estruturada e abrangente sobre os diferentes tipos de energia e suas conversões, alinhando-se predominantemente à zona "Energia como grandeza que se conserva" do perfil conceitual de Souza (2022). O narrador descreve corretamente a energia como uma propriedade dos sistemas físicos, enfatizando sua transformação entre diferentes

formas e a aplicação da Lei da Conservação da Energia, que garante que a energia total de um sistema isolado permanece constante. Isso fica evidente na afirmação: "A energia pode ser transformada de uma forma em outra, de acordo com a Lei da Conservação de Energia, que afirma: a energia total em um sistema isolado é constante, embora possa mudar de formas." Esse entendimento demonstra uma formulação mais precisa do conceito de energia. Para mais, a enumeração de exemplos específicos, como "Um objeto caindo transforma sua energia potencial gravitacional em energia cinética conforme ganha velocidade" e "A energia química é convertida em energia elétrica nas baterias", reforça a compreensão do princípio de conservação, permitindo uma visão mais sistemática das interações energéticas e suas aplicações no cotidiano.

Apesar do caráter bem fundamentado do discurso, alguns trechos do D2PF ainda refletem concepções que transitam entre diferentes perfis conceituais. Há momentos em que a energia é descrita de forma funcionalista, como na afirmação de que "Temos também a energia elétrica, associada ao movimento de cargas elétricas" e que "As fontes de energia renováveis e não renováveis utilizam estes princípios de conversão", remetendo à zona "Energia funcional/utilitarista" de Souza (2022). Esse perfil conceitual se caracteriza por uma visão pragmática da energia, enfatizando seu uso social sem necessariamente explorar os mecanismos físicos subjacentes. Essa perspectiva é comum no ensino médio e pode ser útil para contextualizar o tema, apesar de necessitar de aprofundamento conceitual.

A análise do D2PF a partir da perspectiva dos obstáculos epistemológicos de Lino (2016) revela que a abordagem apresentada minimiza concepções espontâneas problemáticas, o que indica um nível mais avançado de compreensão do conceito de energia. No entanto, ainda é possível identificar vestígios da visão substancialista da energia, onde ela é implicitamente tratada como algo que "se transforma" em diferentes formas de maneira quase material, sem destacar que a transformação energética decorre das interações entre sistemas e suas propriedades físicas. Isso pode ser percebido em trechos como "A energia nuclear é convertida em energia térmica, calor que gera vapor para movimentar turbinas e produzir energia elétrica", em que o processo de conversão energética poderia ser explicado em termos de transferência e conservação da energia. No geral, o documentário D2PF demonstra um avanço significativo na formulação científica do conceito de energia, embora ainda

apresente resquícios de interpretações funcionalistas e substancialistas, comuns no ensino de ciências.

Do ponto de vista multissemiótico, o D2PF seguiu a estrutura de narração com apresentação de imagens e vídeos exemplificadores, foram utilizadas imagens que representam movimento, como um trem de metrô e pessoas sentadas em um ônibus, o que remete a intenção de mostrar a relação de energia e movimento, como a Figura 12.

Figura 12 - Capturas de tela do D2PF ilustram um trem e um ônibus em movimento.



Fonte: Dos autores (2024).

De forma geral, os documentários finais mostram uma evolução no uso de termos científicos em relação às produções iniciais, refletindo o impacto das rodas de conversa na reformulação das concepções dos estudantes. Enquanto os primeiros documentários enfatizavam o uso social da energia e muitas vezes traziam definições vagas, as versões finais demonstraram melhor os conceitos científicos, especialmente na explicação das diferentes formas de energia e no princípio da conservação da

energia. Apesar disso, ainda existem alguns erros conceituais pontuais, como a concepção da energia como agente causal ou a falta de aprofundamento na explicação de processos físicos fundamentais e a utilização de terminologias científicas sem explicações concretas. Esse cenário reforça a importância de metodologias investigativas que permitam que os estudantes reconstruam progressivamente seus conhecimentos por meio de práticas reflexivas e revisão contínua de suas produções (Lino 2016; Souza, 2022).

A partir dos resultados desta pesquisa, será proposto um produto educacional, descrito na seção seguinte, voltado ao suporte de professores de Física e de outras disciplinas da área de Ciências da Natureza, visando à utilização de sequências didáticas, que integrem múltiplas linguagens no ensino. A produção de documentários e a utilização das múltiplas linguagens pelos estudantes se mostram ferramentas pedagógicas potentes, porque permitem não apenas a expressão criativa e a apropriação ativa dos conceitos científicos, sem embargo, possibilitam ao professor, identificar as concepções e conhecimentos dos estudantes por meio de sua enunciação.

6 PRODUTO EDUCACIONAL

Descritos por Rojo (2017), protótipos didáticos de ensino são modelos pedagógicos que utilizam tecnologias digitais e interativas, para promover experiências de aprendizagem dinâmicas e colaborativas, podendo ter formatos variados como o *e-book*. Estes modelos integram diferentes formas de letramento, como textos, imagens, vídeos e recursos interativos, permitindo que os estudantes explorem os conteúdos de forma ativa e participativa. Elementos como navegabilidade, interatividade e *redesign* são fundamentais na construção desses protótipos, tornando-os ferramentas dinâmicas para uma abordagem pedagógica que prioriza a participação de todos no processo de aprendizagem. Os resultados desta pesquisa colaboram para a produção de um protótipo didático para professores da área das Ciências da Natureza, em especial a Física, para auxiliar no desenvolvimento de sequências didáticas, com produção de documentários para o ensino de energia.

A perspectiva dos multiletramentos (Rojo, 2012) amplia as possibilidades de leitura e produção para além do texto escrito, incorporando diferentes modos de comunicação, como os visuais, auditivos e digitais. No ensino de Física, especialmente no estudo do conceito de energia, a utilização de múltiplas linguagens permite aos estudantes articularem diferentes representações para a construção do conhecimento, favorecendo uma abordagem mais conectada ao mundo contemporâneo. Como demonstrado na pesquisa, a produção audiovisual, por meio da construção de documentários científicos, mostrou-se uma estratégia diferenciada para explorar conhecimentos e estimular a reflexão dos estudantes sobre o tema.

Os resultados obtidos indicaram que metodologias que incorporam o audiovisual possibilitam que os estudantes identifiquem e reorganizem suas concepções sobre energia, ao longo do processo de ensino. A análise das produções revelou que, ao utilizarem a linguagem audiovisual, os jovens não apenas expressam suas ideias iniciais, mas também refletem e aprimoram seu entendimento ao longo das etapas de reelaboração. Essa abordagem favorece um ensino de Física mais participativo, contextualizado e alinhado às práticas culturais e tecnológicas dos estudantes.

Diante desse cenário, este trabalho propõe um Produto Educacional na forma de um protótipo didático multimodal, em formato de *e-book*, fundamentado na

abordagem dos multiletramentos (Rojo, 2012), para o ensino do conceito de energia no Ensino Médio. Esse protótipo fornecerá suporte para professores da área, apresentando orientações detalhadas para a construção de sequências didáticas (Dolz, Noverraz & Schneuwly, 2004) baseadas na produção de documentários científicos como ferramenta de diagnóstico e reflexão.

O modelo didático será estruturado a partir dos seguintes princípios:

1. Exploração ativa do conhecimento – Incentivar os estudantes a investigar e formular explicações sobre energia por meio de questionamentos e análise de fenômenos do cotidiano.
2. Construção de sequências didáticas flexíveis – Propor sequências adaptáveis, permitindo a adequação das atividades às necessidades dos estudantes e ao contexto escolar.
3. Uso de tecnologias e múltiplas linguagens – Incorporar vídeos, imagens, gráficos e animações na produção de documentários científicos, favorecendo diferentes formas de expressão e análise conceitual.
4. Aprofundamento da formação docente – Oferecer estratégias para que os professores ampliem seu conhecimento pedagógico e tecnológico do conteúdo (TPACK) (Mishra & Koehler, 2006), estimulando a formação continuada e o uso crítico das tecnologias na prática educativa.

A implementação desse protótipo didático multimodal poderá ocorrer em diferentes contextos escolares, promovendo a experimentação de novas abordagens pedagógicas para o ensino de energia. Ao incentivar a produção audiovisual como estratégia didática, essa proposta contribui para a construção de uma aprendizagem mais interativa e alinhada ao desenvolvimento de competências essenciais para a compreensão da ciência e da tecnologia.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo investigou os conhecimentos sobre energia reveladas por estudantes do ensino médio por meio da produção de documentários em aulas de Física, buscando compreender suas representações e interpretações acerca desse conceito fundamental. A análise revelou uma ampla diversidade de compreensões, algumas alinhadas ao conhecimento científico, enquanto outras se demonstraram mais díspares dos conceitos essenciais. Nas produções iniciais foi possível identificar uma visão utilitarista da energia, com foco em exemplos dos usos sociais. Esse fenômeno reflete desafios históricos no ensino de energia, como evidenciado por Araújo e Nonenmacher (2010), que apontam a fragmentação do tema nos livros didáticos das disciplinas de Ciências da Natureza, como nos livros de Biologia, Química e Física.

A utilização de abordagens baseadas nas múltiplas linguagens no ensino de Física proporciona uma aprendizagem mais significativa na identificação dos conhecimentos dos estudantes, permitindo que mobilizem diferentes formas de expressão na construção do conhecimento científico. Ao integrar linguagem verbal, visual, audiovisual e digital, essas metodologias favorecem a compreensão de conceitos abstratos, como os fenômenos energéticos, tornando-os mais concretos e próximos do cotidiano dos estudantes (Melo, 2013; Carvalho, 2010). Além disso, estratégias como a produção de documentários, estimulando as linguagens visual, verbal e sonora, propiciam o desenvolvimento da autonomia, do pensamento crítico e do engajamento dos estudantes, promovendo uma participação mais ativa no processo de ensino-aprendizagem (Rojo, 2012). O uso de múltiplas linguagens também possibilita a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos, permitindo que o professor planeje intervenções mais adequadas para superar dificuldades conceituais e promover uma reconstrução mais profunda dos saberes (Moreira, 2010). Dessa forma, ao ampliar as formas de comunicação e expressão no ensino de Física, as múltiplas linguagens contribuem para a inclusão, a contextualização e a consolidação do conhecimento científico de maneira interdisciplinar e colaborativa.

A abordagem audiovisual empregada na pesquisa demonstrou-se uma ferramenta importante para a expressão dos conhecimentos dos estudantes. A produção de documentários permitiu que os participantes externalizassem seus

conhecimentos e intuições de maneira mais espontânea, tornando visíveis os aspectos de sua compreensão sobre o tema. Esses achados estão em consonância com Silva *et al.* (2020), que destacam o potencial de atividades investigativas na melhoria das práticas pedagógicas. Nas produções finais, houve uma utilização de conceitos mais alinhados à Física, demonstrando uma transformação conceitual por parte dos estudantes, apesar de ainda apresentar alguns erros pontuais.

O modelo de sequência didática utilizado na pesquisa seguiu a perspectiva proposta por Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004), que enfatizam a importância de uma organização estruturada e progressiva das atividades de ensino. A adoção desse modelo permitiu que os estudantes desenvolvessem seus conhecimentos de maneira gradual, articulando diferentes linguagens e estratégias na construção de seus documentários. Esse processo favoreceu a mobilização de saberes prévios e a reelaboração conceitual, promovendo uma aprendizagem mais aprofundada.

Nada obstante, apesar dos benefícios proporcionados pela abordagem audiovisual e pelo uso da sequência didática estruturada, desafios significativos foram identificados ao longo da pesquisa. O tempo reduzido no cronograma escolar para trabalhar conteúdos obrigatórios representou um obstáculo à implementação de metodologias mais dinâmicas nas atividades dos módulos entre a produção inicial e a produção final, assim como o trabalho com metodologias diversificadas como a multiculturalidade, o *STEAM* e a História da Ciência, que serão explorados no Produto Educacional. A estrutura curricular limitada dificultou a execução de atividades que demandam maior tempo para discussões e elaboração dos materiais audiovisuais. Outra barreira relevante foi a não entrega das atividades por uma parcela dos estudantes, diminuindo a amplitude da análise dos dados. Esse fenômeno reflete um problema recorrente no ensino de Física na rede pública estadual, especialmente em abordagens que exigem um maior envolvimento dos estudantes.

A pesquisa também reforçou a necessidade de ampliar as abordagens procedimentais para o ensino de energia no ensino médio. A diversificação das metodologias pedagógicas para contemplar diferentes linguagens pode potencializar a compreensão do conceito pelos estudantes. A inserção de atividades que permitam maior exploração das relações entre as diferentes formas de energia pode contribuir para um aprendizado mais integrado (Lino, 2016).

Ademais, destaca-se a importância da formação continuada de professores, permitindo que conheçam e incorporem estratégias metodológicas inovadoras ao

ensino de energia, como realizamos no processo dessa pesquisa. A participação em comunidades de aprendizagem e grupos colaborativos pode fortalecer o desenvolvimento profissional docente, promovendo a troca de experiências e reflexões sobre as práticas pedagógicas (Fiorentini e Crecci, 2016). Segundo Silva *et al.* (2020), a formação docente em grupos de planejamento conjunto favorece a construção do conhecimento pedagógico do conteúdo (Shulman, 2015), auxiliando na elaboração de atividades mais dinâmicas e investigativas, além de estimular o uso de abordagens interdisciplinares e contextualizadas. Nesse sentido, a incorporação das tecnologias digitais e das múltiplas linguagens ao ensino de Física, como para a produção audiovisual, exige que os professores desenvolvam o conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo (TPACK), conforme proposto por Mishra e Koehler (2006). Esse modelo enfatiza a necessidade de articular os saberes disciplinares, pedagógicos e tecnológicos, permitindo que o docente selecione e utilize ferramentas digitais de maneira eficiente para potencializar a aprendizagem dos estudantes. Assim, investir na formação continuada, com foco no trabalho colaborativo e no uso crítico das tecnologias educacionais, contribui para um ensino mais engajador e significativo para os estudantes.

Do ponto de vista metodológico, a pesquisa contribui ao demonstrar as possibilidades do uso da produção audiovisual e do modelo de sequência didática no ensino de energia. Investigações futuras podem explorar diferentes formas de registro dos conhecimentos dos estudantes, bem como avaliar a longo prazo o impacto dessas metodologias na aprendizagem.

Os resultados deste trabalho reforçam a relevância das pesquisas voltadas ao ensino das diferentes disciplinas específicas, uma vez que cada área do conhecimento possui fundamentos teóricos, linguagens e metodologias próprias que exigem abordagens didáticas condizentes com suas particularidades. No caso do ensino de Física, essa necessidade torna-se ainda mais evidente diante da complexidade conceitual de temas como energia, que envolvem abstrações, representações matemáticas e articulações entre teoria e experimentação. A disciplina exige do estudante não apenas a compreensão de conceitos, mas também a habilidade de transitar entre diferentes modelos explicativos, linguagens simbólicas e formas de representação gráfica. Para que a aprendizagem se torne significativa, é essencial que o ensino de Física seja trabalhado de forma contextualizada e com metodologias interativas, que aproximem os conteúdos da realidade dos estudantes.

Nesse sentido, tanto a formação docente quanto as pesquisas na área precisam considerar essas especificidades, contribuindo para práticas pedagógicas mais coerentes com as demandas da disciplina e mais capazes de fomentar o raciocínio científico e o pensamento crítico.

Dessa forma, é fundamental que gestores, professores e pesquisadores considerem novas propostas didáticas que superem os desafios identificados. A construção de um ensino contextualizado e construído a partir dos próprios conhecimentos dos estudantes é essencial para garantir que eles compreendam não apenas os conceitos científicos, outrossim sua aplicação no mundo real, promovendo a formação de indivíduos mais críticos e preparados para atuar na sociedade.

REFERÊNCIAS

ANGELUCI, Alan César Belo. **Produção coletiva de vídeo**. Editora Senac São Paulo, 2020.

ANGOTTI, José André Peres. Conceitos unificadores e ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 15, n. 1, p. 191-198, 1993.

ARAÚJO, Maria Cristina Pansera de; NONENMACHER, Sandra. Energia: um conceito presente nos livros didáticos de Física, Biologia e Química do ensino médio. **Poiésis-Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação**, v. 2, n. 1, p. p. 1-13, 2010.

ARRUDA, Rodrigo Sinigaglia. **BNCC e ensino de física: a incógnita do ensino interdisciplinar**. 2022. 96 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado e licenciatura - Física) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2022.

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa, 2003.

BIELERT NETO, Carlos Alberto. **O Professor e os textos de divulgação científica: análise de uma sequência didática para o ensino da temática energia**. 2020. 162 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Educação) – Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2020.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Atualizada até a Lei nº 14.945, de 31 de julho de 2024. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 01 de agosto de 2024, p. 5.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação (CNE). **Resolução n. 3, de 26 de junho de 1998**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 5 ago. 1998.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio: Parte I Bases Legais**. Brasil: [s. n.], 1998a.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio: Parte III Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasil: [s. n.], 1998b.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCNs+ Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: Educação Infantil e Ensino Fundamental. Brasília, DF: MEC, 2017

BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular**: Ensino Médio. Brasília, DF: MEC. 2018.

BRASIL. **Lei n.º 15.100, de 13 de janeiro de 2025**. Dispõe sobre a utilização, por estudantes, de aparelhos eletrônicos portáteis pessoais nos estabelecimentos públicos e privados de ensino da educação básica. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, 14 jan. 2025. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2025/lei/l15100.htm. Acesso em: 25 jan. 2025.

BRONCKART, Jean-Paul. **Atividade de linguagem, textos e discursos**: por um interacionismo sociodiscursivo. Trad. Anna Rachel Machado e Péricles Cunha. 2. ed., 2. reimpr. São Paulo: EDUC, 2012.

BUCUSSI, Alessandro A. **Introdução ao conceito de energia**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. Textos de Apoio ao Professor de Física, v. 17, n. 3, 2006.

CAMPOS, José Galúcio; KALHIL, Josefina Barrera; BRITO, Licurgo Peixoto de. Avaliando o papel dos conhecimentos prévios para elaboração de hipóteses em questões abertas no ensino de Física. **Revista Prática Docente**, Instituto Federal de Mato Grosso - Campus Confresa, v. 2, n. 2, p. 304-318, jul./dez. 2017.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. As práticas experimentais no ensino de Física. In: CARVALHO, Ana Maria Pessoa de *et al.* **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

CAVALCANTE, Rogério da Silva. **Uma sequência didática como desenvolvimento do ensino de energia na educação básica**. 2022. 57 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

CENPEC - Centro de Estudos e Pesquisas em Educação, Cultura e Ação Comunitária; ITAÚ SOCIAL. **Olhar em movimento**: cenas de tantos lugares. Olimpíada de Língua Portuguesa. Caderno do Professor. Orientações para a produção do gênero documentário. 6. ed. 2019.

CLEBSCH, Angelisa Benetti. **Construção dos Saberes Docentes na formação do licenciando em Física**. 2018. 420 p. Tese (Doutora em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis- SC, 2018.

CRUZ, Andreus Bastos; FERNANDES, Geraldo Wellington Rocha. Limites e possibilidades sobre o uso do vídeo documentário científico no ensino de Física. In: PEREIRA, Waldir Fernandes (Org.). **Tecnologias Educacionais: Metodologias, Técnicas e Ambientes em Pesquisa** - Vol. 2. Guarujá-SP: Científica Digital, 2022.

DA ROSA, Cleci Werner; DA ROSA, Álvaro Becker. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. **Revista eletrônica de Enseñanza de las Ciências**, v. 4, n. 1, 2005.

DAMIANI, Magda Floriana *et al.* Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de educação**, n. 45, p. 57-67, 2013.

DOLZ, Joaquim; NOVERRAZ, Michèle; SCHNEUWLY, Bernard. Sequências Didáticas para o Oral e a Escrita: Apresentação de um Procedimento. In: SCHNEUWLY, Bernard; DOLZ, Joaquim. **Gêneros orais e escritos na escola**. Mercado de Letras, 2004.

DOS REIS, Marco Aurélio Machado; CALDAS, Renata Lacerda; MACHADO, Cassiana Barreto Hygino. MÉTODO STEAM: DESAFIOS E POSSIBILIDADES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS E FÍSICA. **Mostra de Extensão IFF-UENF-UFF-UFRRJ**, v. 12, 2020.

FERREIRA, Helena Maria; ALMEIDA, Patricia Vasconcelos; DIAS, Jaciluz. O processo de textualização em textos multissemióticos: análise do gênero esquete. **Domínios de Lingu@gem**, Uberlândia, v. 13, n. 3, p. 824-849, jul./set. 2019.

FIALHO, Wanessa Cristiane Gonçalves; MENDONÇA, Samuel. O PISA como indicador de aprendizagem de Ciências. **Roteiro**, v. 45, 2020.

FIORENTINI, Dario; CRECCI, Vanessa. Interloquções com Marilyn Cochran-Smith sobre aprendizagem e pesquisa do professor em comunidades investigativas. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 65, p. 505-524, abr. 2016.

GASPAR, Alberto. **Cinquenta anos de Ensino de Física**: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade do resgate do papel do professor. XV Encontro de Físicos do Norte e Nordeste. 2002. **EDUCAÇÃO**, Ano 13, n.21, p.71-91.

GOMES, Luciano Carvalhais. A história da evolução do conceito físico de energia como subsídio para o seu ensino e aprendizagem—parte I. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, p. 407-441, 2015a.

GOMES, Luciano Carvalhais. A história da evolução do conceito físico de energia como subsídio para o seu ensino e aprendizagem—parte II. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 738-768, 2015b.

GRUPO NOVA LONDRES. Uma Pedagogia dos Multiletramentos: Projetando Futuros Sociais. Tradução de Deise Nancy de Moraes, Gabriela Claudino Grande, Rafaela Saleme Bolsarin Biazotti, Roziane Keila Grandó. **Revista Linguagem em Foco**, v.13, n.2, 2021. p. 101-145.

HÜLSENDEGER, Margarete JVC. A História da Ciência no ensino da Termodinâmica: um outro olhar sobre o ensino de Física. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 9, p. 222-237, 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Nota técnica**: índice de desenvolvimento da educação básica-Ideb. Brasília, 2023.

LAMEU, Lucas de Paulo. **Abordagem do tema Energia por meio do Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade em uma escola do Programa de Ensino Integral do Estado de São Paulo**. 2020. 264 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2020.

LIMA, Marcos Roberto; GONZALEZ, Jeferson Anibal; LOMBARDI, José Claudinei. A gestão empresarial da rede estadual de educação de São Paulo: o papel da tríade ideológica eficiência, produtividade e neutralidade. **Revista HISTEDBR On-line**, v. 17, n. 3, p. 925-939, 2017.

LINO, Alex. **O Desenvolvimento Histórico do Conceito de Energia: seus obstáculos epistemológicos e suas influências para o ensino de física.** 2016. 360 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Educação Para O Ensino de Ciências e A Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016.

LUCENA, Luiz Carlos. **Como fazer documentários: conceito, linguagem e prática de produção.** Summus Editorial, 2012.

LUZ, Maurício RMP; DA POIAN, Andrea T. O ensino classificatório do metabolismo humano. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 4, p. 43-45, 2005.

MARTINS, Roberto de Andrade. Mayer e a conservação da energia. **Cadernos de História e Filosofia da ciência**, v. 6, p. 63-95, 1984.

MARTINS, Jader Benuzzi. **História da energia nuclear.** Comissão Nacional de Energia Nuclear, 2007.

MELO, Cristina T. V. de. Documentário no ensino médio. In: BUNZEN, Clecio; MENDONÇA, Márcia. **Múltiplas linguagens para o ensino médio.** São Paulo: Parábola Editorial, p. 226-227, 2013.

MELO, Italo Gonçalves. **As dificuldades em lecionar Física no ensino médio na visão dos docentes.** 2016. 48 f. Monografia (Licenciatura em Física) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. **Teachers college record**, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006.

MOREIRA, Marco Antônio. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos avançados**, v. 32, p. 73-80, 2018.

MOREIRA, Marco Antonio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20200451, 2021.

MOTA, Walter. Natureza meu ambiente. **Jornal da Cidade**, Bauru, 3 jul. 2005. JCCriança.

MOZENA, Erika Regina; OSTERMANN, Fernanda. Sobre a base nacional comum curricular (BNCC) e o Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, p. 327-332, 2016.

NARDI, Roberto; GATTI, Sandra Regina Teodoro. Uma revisão sobre as investigações construtivistas nas últimas décadas: concepções espontâneas, mudança conceitual e ensino de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 6, n. 2, p. 145-168, 2004.

NICHOLS, Bill. **Introdução ao documentário**. 6ª. Trad. Mônica S. Martins. Campinas: Papyrus, 2016.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de física básica**. V. 1, 2 e 3. São Paulo: Blucher, 2002.

OASISBR. **Portal brasileiro de acesso aberto a informação científica**. Disponível em: <<https://oasisbr.ibict.br/vufind/>>. Acesso em: 30 nov. 2024.

PEREIRA, Felipe Gonçalves. **Avaliação formativa sobre energia**: uma proposta de sequência didática utilizando o aplicativo *Plickers*. 2021. 259 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Juiz de Fora, 2021.

PUCCINI, Sérgio. Introdução ao roteiro de documentário. **Doc On-line**, n. 06, p. 173-190, ago. 2009.

PUCCINI, Sérgio. **Roteiro de documentário**: Da pré-produção à pós-produção. Papyrus Editora, 2022.

PIRES, Marcelo Antonio; VEIT, Eliane Angela. Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. **Revista Brasileira de ensino de Física**, v. 28, p. 241-248, 2006.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguél Angel G. **Aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRESTES, Maria Elice Brzezinski; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. A importância da história da ciência na educação científica. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, p. 1-16, 2009.

PRUDENTE, Thaise Cristiane. de A. Etnofísica: uma estratégia de ação pedagógica possível para o ensino de física em turmas de EJA. **Centro Científico Conhecer**, v. 06, n. 10, p. 01-13, 2010.

RAMOS, Fernão Pessoa. **Mas afinal... o que é mesmo documentário?** São Paulo: Senac – São Paulo, 2008.

RICARDO, Elio Carlos. **Competências, Interdisciplinaridade e Contextualização:** dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma compreensão para o ensino das ciências. 2005. 257 p. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

RICARDO, Elio Carlos. Problematização e contextualização no ensino de física. In: CARVALHO, Ana Maria Pessoa de *et al.* **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, p. 29-48, 2010.

ROJO, Roxane. Pedagogia dos Multiletramentos: Diversidade cultural e de linguagens na escola. In: ROJO, Roxane; ALMEIDA, Eduardo de Moura (Orgs.). **Multiletramentos na escola**. São Paulo: Parábola Editorial, 2012, 264 p.

ROJO, Roxane. Entre plataformas, odas e protótipos: novos multiletramentos em tempos de web2. **The ESPECIALIST: Descrição, Ensino e Aprendizagem**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 1-20, jan.-jul. 2017.

SANTOLIN, Ériton Luis. **Energia no cotidiano:** uma abordagem para o ensino médio envolvendo a termodinâmica. 2021. 132 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2021.

SÃO PAULO (Estado). **Lei n.º 18.058, de 5 de dezembro de 2024**. Altera os artigos 1º a 3º e inclui os artigos 4º a 6º na Lei n.º 12.730, de 11 de outubro de 2007, proibindo a utilização de celulares e outros dispositivos eletrônicos por estudantes nas unidades escolares da rede pública e privada de ensino, no âmbito do Estado de São Paulo. Diário Oficial do Estado de São Paulo: seção Atos Normativos, São Paulo, 6 dez. 2024. Disponível em: <https://www.doe.sp.gov.br/autenticidade>. Acesso em: 25 jan. 2025.

SHULMAN, Lee S. Conhecimento e ensino: fundamentos para a nova reforma. **Cadernos Cenpec** | Nova série, v. 4, n. 2, 2015.

SILVA, Cristina Evaristo. **Energia através de uma perspectiva interdisciplinar entre Física e Química**. 2020. 165 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Santa Catarina, Blumenau, 2020.

SILVA, João Ricardo Neves da; ALMEIDA, Marcus Vinicius de; SILVA, Agenor Pina da; NEVES, Janine Ameku. Base de conhecimentos para o ensino de professores de física em planejamento conjunto do tema energia e suas transformações. **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, v. 15, n. 2, p. 353–369, 2020.

SOUZA, Danilo Oliveira de. **Modos de pensar e formas de falar o conceito de energia a partir de uma sequência didática pautada na perspectiva CTS**. 2022. 172 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências - PPGEC) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2022.

TABORDA, Paulo Henrique. **Podcast como auxílio na formação continuada de professores de ciências das séries finais do ensino fundamental**. 2021. 151 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia - PPGECT) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2021.

TARDIF, Maurice. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários: Elementos para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas consequências em relação à formação para o magistério. **Revista Brasileira de Educação**, [s. l.], v. 13, ed. 5, p. 5-24, 2000.

THIESEN, Juarez da Silva. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, v. 13, p. 545-554, 2008.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005.

VERASZTO, Estéfano Vizconde; CARNEIRO, Felipe Guimarães. Integração da física e cultura no ensino: perspectivas e projeções na busca pela etnofísica. **Revista Estudos Aplicados em Educação**, v. 8, e20239142, 2023.

WARREN, John W. At What Stage Should Energy Be Taught? **Physics Education**, v. 21, n. 3, p. 154 - 155, May 1986.

ZAVATINI, Ricardo de Mendonça. **Estratégias didáticas para o ensino de física:** uma análise das tendências do MNPEF. Dissertação - Universidade Federal de São Carlos. 2021. 202f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) – Departamento de Física, Química e Matemática, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2021.