



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - POLO 43 UFC

RICARDO MARCULINO MARQUES DA SILVA

**UMA PROPOSTA DE ENSINO DE CIÊNCIAS COM A INCLUSÃO DE ESTUDANTES
COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA (TEA), ASSOCIADO OU NÃO A
DEFICIÊNCIA INTELECTUAL, EM UMA PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR**

FORTALEZA

2025

RICARDO MARCULINO MARQUES DA SILVA

UMA PROPOSTA DE ENSINO DE CIÊNCIAS COM A INCLUSÃO DE ESTUDANTES
COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA (TEA), ASSOCIADO OU NÃO A
DEFICIÊNCIA INTELECTUAL, EM UMA PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - Polo 43 UFC do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ensino de Física. Área de Concentração: Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S583p Silva, Ricardo Marculino Marques da.

Uma proposta de ensino de Ciências com a inclusão de estudantes com transtorno do espectro autista (TEA), associado ou não a deficiência intelectual, em uma perspectiva interdisciplinar / Ricardo Marculino Marques da Silva. – 2025.

173 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Fortaleza, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva.

1. Ensino de Ciências. 2. Educação Inclusiva. 3. Histórias em Quadrinhos. 4. Pedagogia Histórico-Crítica.
I. Título.

CDD 530.07

RICARDO MARCULINO MARQUES DA SILVA

UMA PROPOSTA DE ENSINO DE CIÊNCIAS COM A INCLUSÃO DE ESTUDANTES
COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA (TEA), ASSOCIADO OU NÃO A
DEFICIÊNCIA INTELECTUAL, EM UMA PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - Polo 43 UFC do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ensino de Física. Área de Concentração: Ensino de Física.

Aprovada em: 22/10/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Célio Rodrigues Muniz
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Prof. Dr. Nildo Loiola Dias
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À minha família, por sua capacidade de acreditar em mim e investir em mim. À minha mãe pelo apoio nos momentos difíceis. Minha amada esposa Juliana, seu cuidado e dedicação foi que deram, em alguns momentos, a esperança para seguir.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

A DEUS, porque sem Ele nada seria possível.

Ao Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva, pela excelente orientação.

Ao Prof. Dr. João Hermínio da Silva (*in memoriam*) pelo tempo dedicado a este trabalho.

Aos professores participantes da banca examinadora Célio Rodrigues Muniz e Nildo Loiola Dias pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Ensino de Física da UFC pelos ensinamentos.

À minha companheira de vida, minha amada esposa Juliana que sempre esteve ao meu lado.

Aos meus filhos, Filipe e Maria Júlia, que são a alegria da minha vida.

Aos colegas da turma de mestrado, pelas reflexões, críticas, sugestões recebidas e o apoio em momentos difíceis.

Aos estudantes da EEMTI Governador Adauto Bezerra de Iguatu pela participação nessa pesquisa.

Ao núcleo gestor e aos colegas da EEMTI Governador Adauto Bezerra pelo apoio.

Às minhas amigas Sara e Silmara que sempre me apoiaram e incentivaram.

A Eduardo e Ilana pelos excelentes serviços prestados.

A todos que contribuíram de alguma forma para realização deste trabalho.

“Os professores exercem papel imprescindível e insubstituível no processo de mudança social.”
(Antônio Joaquim Severino, Selma Garrido Pimenta)

RESUMO

Esta dissertação apresenta uma proposta metodológica para o ensino de Ciências para a inclusão de estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA), associado ou não à Deficiência Intelectual (DI), fundamentada na Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) e no uso de histórias em quadrinhos (HQ) como recurso didático interdisciplinar. A metodologia utilizada na pesquisa, que se assemelha a uma pesquisa de natureza qualitativa do tipo pesquisa-ação, envolveu a elaboração e aplicação de uma sequência didática sobre o tema “Energia e Sustentabilidade”, visando tornar os conteúdos mais acessíveis, atrativos e significativos. Os resultados apontam que as HQ favoreceram a participação ativa, o desenvolvimento do pensamento crítico e a alfabetização científica dos estudantes, além de contribuir para a inclusão escolar. Conclui-se que a integração entre PHC e HQ representa uma alternativa pedagógica promissora para promover práticas inclusivas e inovadoras no ensino de Ciências.

Palavras-chave: ensino de ciências; educação inclusiva; histórias em quadrinhos; pedagogia histórico-crítica.

ABSTRACT

This dissertation presents a methodological proposal for teaching Science to students with Autism Spectrum Disorder (ASD), with or without Intellectual Disability (ID), grounded in Historical-Critical Pedagogy (PHC) and in the use of comic books as an interdisciplinary didactic resource. The research methodology, akin to qualitative action research, involved the design and implementation of a didactic sequence on the theme “Energy and Sustainability,” aiming to make scientific content more accessible, attractive, and meaningful. The results indicate that the use of comic books fostered active participation, critical thinking, and scientific literacy, in addition to contributing to school inclusion. It is concluded that the integration of PHC and comic books represents a promising pedagogical alternative for promoting inclusive and innovative practices in Science education.

Keywords: science education; inclusive education; comic books; historical-critical pedagogy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura didática na pedagogia histórico-crítica.	35
Figura 2 – Primeiro desenho de humor que se conhece, segundo Saidenberg (2013).	41
Figura 3 – Rei Eduardo. O chefe inglês Haroldo e seus <i>milites</i> para Bosham.	41
Figura 4 – Cristo desce ao limbo (1510).	42
Figura 5 – “The Yellow Kid and his Phonograph”. Um momento histórico, introduzindo os balões de fala na série em 25 de outubro de 1896.	43
Figura 6 – A Campanha e o Cujo, caricatura, charge, Jornal do Commercio, Manoel de Araújo Porto Alegre, 1937.	43
Figura 7 – As aventuras de Zé Caipora, primeira História em quadrinhos (HQ) brasileira.	44
Figura 8 – O primeiro número de “O tico-tico, semanário das crianças” que circulou em 11 de outubro de 1905.	44
Figura 9 – Ciência em quadrinhos nº1.	51
Figura 10 – Saiba Mais com a Turma da Mônica: Ciências e energia.	52
Figura 11 – Série <i>Guia Mangá</i>	53
Figura 12 – Três posições de uma partícula, \vec{r}_1 , $\vec{r}_1 + d\vec{r}$ e \vec{r}_2 , em uma trajetória qualquer.	57
Figura 13 – Sistema massa-mola. Lei de Hooke.	60
Figura 14 – Gráfico da força elástica em função da deformação da mola.	61
Figura 15 – Um pêndulo, com massa concentrada em um peso na extremidade inferior, oscila em diferentes posições.	65
Figura 16 – Representação de moinhos que utilizavam a energia da água e do vento.	66
Figura 17 – Esquematização de uma usina termonuclear.	67
Figura 18 – HQ: De olho na conta de energia!.....	72
Figura 19 – História produzida pelos estudantes - grupo 1	82
Figura 20 – Roteiro da história produzida pelos estudantes - grupo 2.....	83
Figura 21 – História produzida pelos estudantes - grupo 2	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de matrículas da educação especial: 2018-2023.	30
Tabela 2 – Percentual de alunos de 4 a 17 anos da educação especial incluídos em classes comuns: 2018-2023.	30
Tabela 3 – Percentual de acerto do teste diagnóstico.....	85

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Distribuição das etapas da sequência didática.	76
Quadro 2 – Prática social final.	84

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNT	Ciências da Natureza e suas Tecnologias
DI	Deficiência Intelectual
EEMTI	Escola de Ensino Médio em Tempo Integral
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
EPEF	Encontro de Pesquisa em Ensino de Física
GRF	Grupo de Reelaboração do Ensino de Física
HQ	História em quadrinhos
IBC	Instituto Benjamin Constant
INES	Instituto Nacional de Educação de Surdo
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
LDB	Lei de diretrizes e bases da educação
MNPEF	Mestrado Nacional em Ensino de Física
NEE	Necessidades Educacionais Específicas
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
PHC	Pedagogia Histórico-Crítica
PNBE	Programa Nacional Biblioteca na Escola
SBF	Sociedade Brasileira de Física
SI	Sistema Internacional de Unidades
SNEF	Simpósio Nacional de Ensino de Física
TEA	Transtorno do Espectro Autista
UECE	Universidade Estadual do Ceará
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFPE	Universidade Federal do Pernambuco

LISTA DE SÍMBOLOS

Δ	Delta - variação de
∇	Nabla - gradiente da função
\int	Integral
$\frac{\partial}{\partial x}$	Derivada parcial em relação a posição x
$\frac{d}{dt}$	Derivada em relação ao tempo
%	porcentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	24
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	27
3.1	Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva	27
3.1.1	<i>Marcos Históricos da Educação Especial e os Caminhos para a Inclusão</i> .	27
3.1.2	<i>A Inclusão Escolar na Atualidade: Avanços e Desafios</i>	29
3.2	Fundamentos e Aplicações da Pedagogia Histórico-Crítica	32
3.2.1	<i>Fundamentos Teóricos e Práticos da Pedagogia Histórico-Crítica</i>	34
3.2.2	<i>Os Cinco Passos da Pedagogia Histórico-Crítica</i>	36
3.3	Histórias em Quadrinhos como Ferramenta Didática Interdisciplinar	40
3.3.1	<i>Origem e Evolução das Histórias em Quadrinhos</i>	40
3.3.2	<i>História em Quadrinhos na Educação</i>	46
3.3.3	<i>As Histórias em Quadrinhos e o Ensino de Ciências</i>	48
4	ENERGIA E SUAS TRANSFORMAÇÕES	55
4.1	Introdução à Energia e suas Formas	55
4.2	Energia cinética	56
4.3	Trabalho e aplicações	56
4.3.1	<i>Cálculo do trabalho</i>	57
4.3.2	<i>Trabalho realizado pela força gravitacional</i>	59
4.3.3	<i>Trabalho realizado pela força elástica</i>	59
4.3.4	<i>Trabalho realizado pela força de atrito</i>	61
4.3.5	<i>Trabalho realizado pela força magnética</i>	62
4.4	Energia potencial.....	62
4.4.1	<i>Energia potencial gravitacional</i>	63
4.4.2	<i>Energia potencial elástica</i>	64
4.5	Energia mecânica	64
4.6	Energia através do tempo	65
4.7	Fontes de Energia	67
5	METODOLOGIA E APLICAÇÃO.....	70
5.1	Desenvolvimento da sequência didática.....	70

5.2	Aplicação do produto educacional	76
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	85
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	90
	REFERÊNCIAS	92
	ANEXO A –ESQUEMA DO PROJETO DE TRABALHO DOCENTE- DISCENTE NA PERSPECTIVA DA PHC	99
	ANEXO B –GUIA MANGÁ DE FÍSICA[©] - ENERGIA	103
	ANEXO C –SAIBA MAIS! COM A TURMA DA MÔNICA[©] - ENERGIA	111
	APÊNDICE A –TESTE DIAGNÓSTICO	134
	APÊNDICE B –TESTE QUALITATIVO	137
	APÊNDICE C –PRODUTO EDUCACIONAL	139

1 INTRODUÇÃO

A dificuldade encontrada por estudantes e professores no processo de ensino e aprendizagem de Ciências, em especial de Física, está relacionada a diversos fatores, que vão desde as metodologias empregadas pelos professores até a relação entre eles e os estudantes. Quando se trata de estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA), a dificuldade torna-se ainda maior. O uso de metodologias inadequadas para atender às especificidades de cada um desses estudantes pode fazer com que eles sejam excluídos durante as aulas, dificultando o processo de ensino e aprendizagem.

Sabemos que a educação desempenha um papel fundamental na formação dos indivíduos e na construção de uma sociedade mais equitativa e consciente. No contexto atual, em que a inclusão escolar tem se tornado uma pauta essencial para a garantia de direitos de todas as crianças, adolescentes e adultos com deficiências, transtornos do neurodesenvolvimento e de aprendizagem, torna-se imprescindível buscar estratégias pedagógicas que atendam às necessidades de todos os estudantes, visando atender aqueles com Necessidades Educacionais Específicas (NEE).

Dentro desse contexto, torna-se imperativo realizar uma revisão no ensino de Ciências, que, por muito tempo se baseou na mera transmissão de informações, utilizando o livro didático como o principal instrumento em sala de aula (Lima; Cantanhede, 2020).

Diante desse cenário, surge o seguinte questionamento: *de que maneira podemos ajustar a nossa prática pedagógica para tornar o aprendizado em Ciências mais acessível, inclusivo, envolvente e significativo para a inclusão de estudantes com TEA?*

Lima *et al.* (2021), Moran e Bacich (2018) e Carvalho, Rosa e Moraes Filho (2022) defendem que o ensino de Ciências precisa estar em constante atualização, e a busca por novas metodologias é indispensável. Tal ensino exige uma abordagem que vá além da simples memorização de fórmulas e conteúdos, é necessário práticas pedagógicas que atendam a complexidade do processo de ensino e aprendizagem.

Corroborando com isso, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018a) enfatiza a importância de criar oportunidades para que os estudantes se envolvam nos processos de aprendizagem e desenvolvam posturas mais colaborativas, sendo capazes de sistematizar suas primeiras explicações sobre o mundo natural, tecnológico, o próprio corpo, saúde e bem-estar.

Portanto, é necessário que a prática docente esteja em constante reconstrução e atualização, buscando desenvolver novas estratégias, técnicas e abordagens pedagógicas práticas,

criativas e inovadoras em sala de aula, que permitam aos estudantes coletar, relacionar, organizar, manipular e discutir informações, visando uma melhor compreensão de sua realidade humana e social, com o objetivo de tornar os estudantes protagonistas do processo de ensino e aprendizagem, e não meros receptores de conhecimento, haja visto que as atuais práticas de ensino já não possuem tanta eficácia diante deste novo cenário (Umbelino; Zabini, 2014, P. 4).

Com isso, o “professor precisa estar disposto a criar atividades mais dinâmicas, mais práticas, que a princípio parece mesmo demandar um pouco mais de trabalho, porém o desenvolvimento dessas atividades é indispensável” (Barros; Patrício; Dantas Filho, 2018). Assim, torna-se ainda mais essencial reinventar práticas pedagógicas e desenvolver novos caminhos, utilizando recursos e materiais didáticos que despertem o interesse dos estudantes (Ceará, 2021).

De acordo com a BNCC, (Brasil, 2018a) a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT),

[...] trata a investigação como forma de engajamento dos estudantes na aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos, e promove o domínio de linguagens específicas, o que permite aos estudantes analisar fenômenos e processos, utilizando modelos e fazendo previsões. Dessa maneira, possibilita aos estudantes ampliar sua compreensão sobre a vida, o nosso planeta e o universo, bem como sua capacidade de refletir, argumentar, propor soluções e enfrentar desafios pessoais e coletivos, locais e globais (Brasil, 2018a, p. 472).

Além disso, o estudo da energia e de suas transformações configura-se como um dos temas centrais no ensino de Ciências, pois permite aos estudantes compreender fenômenos fundamentais da natureza e suas implicações no mundo contemporâneo. A energia está presente em praticamente todas as atividades humanas, desde os processos biológicos até os avanços tecnológicos, sendo essencial para a compreensão das relações entre o ser humano, a sociedade e o meio ambiente. Assim, abordar o conteúdo de energia de forma contextualizada, interdisciplinar e acessível a todos os estudantes, inclusive aqueles com TEA, contribui para a construção de um conhecimento mais significativo e crítico, promovendo a alfabetização científica e a conscientização sobre o uso responsável dos recursos naturais.

Dessa maneira, o ensino de Ciências não deve se limitar à apresentação de uma Ciência pronta e acabada, na qual os alunos não possam se manifestar nem correlacionar os conteúdos das aulas com seu cotidiano. Esse distanciamento impede que tomem decisões sobre as situações que os cercam, levando-os a enxergar a Ciência como algo alheio à sua realidade, acessível apenas aos cientistas, o que desfavorece o envolvimento e o interesse dos estudantes.

É fundamental que os estudantes compreendam que a Ciência faz parte de seu dia a dia e que todos são capazes de desenvolver pesquisas científicas e construir novos conhecimentos a partir de suas próprias descobertas, portanto, é necessário propor “reestruturações do currículo de Ciências para garantir os objetivos da sociedade atual do século XXI, assim uma das ideias centrais é desconstruir as visões estereotipadas da Ciência” (Sá-Silva; Valle; Soares, 2020).

Diante disso, é essencial adotar uma abordagem que possibilite ao estudante tornar-se sujeito ativo do processo, permitindo-lhe refletir, trocar experiências e observações e criar sínteses que lhe permitam desenvolver práticas experimentais, por meio das quais possam compreender o mundo e seus mecanismos de maneira mais profunda.

Dessa forma, ele se torna um sujeito potente, capaz de protagonizar os processos de busca que lhe permitem apropriar-se do real, tornando-se pesquisador de seus próprios interesses, produtor de cultura e coautor do trabalho realizado diariamente na escola. Tudo isso possibilita que o estudante descubra a estrutura significativa da realidade com a qual se defronta (Santos, 2012; Proença, 2016; Konder, 1998).

Portanto, é essencial adotar uma abordagem que possibilite ao estudante com NEE, tornar-se sujeito ativo no processo de ensino e aprendizagem, de modo que ele, possa compreender o mundo e seus mecanismos de maneira mais profunda. Assim, promover a inclusão escolar e a adaptação de currículos e estratégias para atender esses estudantes são fundamentais para garantir um ensino de qualidade (Camargo, 2016a).

Diante disso, este trabalho busca desenvolver e implementar um recurso educacional que torne o ensino de Ciências mais inclusivo e envolvente, promovendo a participação ativa dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem, com ênfase na inclusão de estudantes com TEA, associado ou não à Deficiência Intelectual (DI).

Para tanto, adota-se uma metodologia que se assemelha a abordagem de uma pesquisa de natureza qualitativa do tipo pesquisa-ação. Lodi (2023) destaca que “uma característica importante da pesquisa-ação é a intenção de mudar uma determinada realidade social, proporcionando benefício a todos os envolvidos no processo”, pois articula teoria e prática ao explorar a contextualização do ensino de Ciências, aos desafios da educação inclusiva.

Dessa forma, foi desenvolvido um produto educacional – conforme previsto pela CAPES para o mestrado profissional, de acordo com a Portaria Normativa Nº 7, de 22/06/2009, parágrafo 3º, Artigo 7, alínea IX (Brasil, 2009) –, destinado a estudantes com TEA, associado ou não a DI, utilizando como principal ferramenta metodológica o uso de HQ, em uma abor-

dagem interdisciplinar, pois acreditamos em seu potencial para tornar os conteúdos científicos mais acessíveis, atrativos e compreensíveis, estimulando, assim, a alfabetização científica e o desenvolvimento do pensamento crítico.

O objetivo geral deste produto educacional é:

- Desenvolver e implementar uma sequência didática, fundamentada na Pedagogia Histórico-Crítica (PHC), destinada a inclusão de estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA), associado ou não a DI, utilizando histórias em quadrinhos (HQ), em uma abordagem interdisciplinar.

Como objetivos específicos, temos:

- Contribuir para um ensino de Ciências mais inclusivo e envolvente.
- Tornar o aprendizado mais acessível e significativo.
- Promover a participação ativa dos estudantes, com ênfase na inclusão de estudantes com Necessidades Educacionais Específicas (NEE) no processo de ensino e aprendizagem.
- Estudar as principais formas de energia e os impactos do seu uso indevido na sociedade.

Com o intuito de atingir tais objetivos, fundamentamos a nossa proposta na abordagem da PHC, pois entendemos que ela está em consonância com o que está disposto na Lei de diretrizes e bases da educação (LDB) (Brasil, 1996), no artigo 1º, “A educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais” e no inciso XI, artigo 3º: “vinculação entre a educação escolar, o trabalho e as práticas sociais”, e na Resolução Nº 3, de 21 de novembro de 2018 - diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio - artigo 5º, que estabelece que o ensino médio deve ser orientado por princípios específicos, sendo um deles destacado no inciso VIII: “a indissociabilidade entre educação e prática social, levando em consideração a historicidade dos conhecimentos e dos agentes envolvidos no processo educativo” (Brasil, 2018b, p. 21).

Ainda, segundo a LDB, o currículo escolar deve contemplar “o estudo da língua portuguesa e da matemática, o conhecimento do mundo físico e natural e da realidade social e política, especialmente do Brasil”. Além disso, o Artigo 27 da LDB, que delineia as diretrizes para os conteúdos curriculares da educação básica, enfatiza a importância de tais conteúdos na promoção da difusão de valores essenciais para o interesse social, os direitos e deveres dos

cidadãos, o respeito ao bem comum e à ordem democrática (Getner, 2023, p. 23-25).

Com efeito, o processo educacional está intrinsecamente ligado à prática social do educando, alinhando-se com os princípios e fundamentos da PHC. Assim, através dela, podemos proporcionar aos estudantes uma compreensão mais profunda da Ciência e de suas implicações na sociedade, auxiliando na construção de conhecimentos, habilidades e valores essenciais para tomar decisões responsáveis sobre questões relacionadas à Ciência e Tecnologia na sociedade.

Isso os capacita não apenas a enfrentar e solucionar essas questões, mas também a estabelecer conexões significativas com situações concretas do mundo real. Além disso, a Ciência demonstra sua capacidade de transformar a realidade em que estão inseridos. Dessa maneira, o ensino de Ciências tem procurado adotar novas estratégias e abordagens para atender às suas necessidades.

Petermann¹ (1999 apud Barros, Patrício e Dantas Filho (2018, p. 20)), complementa:

O ensino de Ciências, na escola, poderia preocupar-se não só com ensinamentos teóricos, mas dedicar-se a temas que fazem parte do contexto social dos sujeitos envolvidos. A educação não pode ignorar os desafios e os problemas sociais e econômicos dos dias de hoje, necessitando desenvolver currículos e métodos que contribuam para a formação do cidadão crítico (Barros; Patrício; Dantas Filho, 2018).

Portanto, as aulas de Ciências possibilitam um discurso social e democrático que contribui para a melhoria da qualidade de vida das pessoas, ao promover o entendimento da Ciência como uma instituição humana criada para que os sujeitos usufruam das materialidades tecnológicas. Dessa forma, o estudante torna-se um sujeito de voz ativa no processo de assimilação dos conhecimentos científicos.

Na aplicação dessa sequência didática, utilizamos como principal ferramenta metodológica as HQ, pois entendemos, assim como Cruz (2018) e Rama e Vergueiro (2014), que elas apresentam diversos motivos que contribuem para o seu bom desempenho em sala de aula, o que permite resultados mais positivos do que aqueles que seriam obtidos sem a sua utilização.

Acerca disso, Rama e Vergueiro (2014) destacam que as HQ despertam maior interesse e curiosidade nos estudantes, estimulando seu senso crítico. Por abordarem diversos temas, podem ser aplicadas em qualquer área do conhecimento, servindo tanto como reforço pedagógico quanto como um exemplo prático dos conceitos teóricos ensinados em aula. Além disso, possuem linguagem acessível, utilizando expressões do cotidiano, o que as torna especialmente úteis

¹ PETERMANN, M. S. **As Atividades Práticas Experimentais em Aula de Ciências**. Brusque: Universidade Regional de Blumenau, 1999.

para exercícios de compreensão de leitura e para o desenvolvimento de habilidades de análise e síntese.

Os pontos mencionados acima são apenas alguns exemplos de como as HQ contribuem de forma positiva no processo de ensino e aprendizagem, ao passo que apresentam argumentos favoráveis à sua utilização em sala de aula.

Diante disso, a integração entre PHC e HQ apresenta-se como uma abordagem promissora para o ensino de Ciências em contextos inclusivos. Ela permite alinhar a transmissão de saberes científicos à prática social dos estudantes, respeitando suas singularidades e promovendo a participação ativa no processo educativo. A escassez de pesquisas nessa interseção ressalta a relevância e a originalidade da presente proposta.

Portanto, ao associarmos a PHC com a utilização de HQ, abordamos o ensino de Ciências em uma perspectiva interdisciplinar, que

pode ser traduzida em uma tentativa do homem conhecer as interações entre mundo natural e a sociedade, criação humana e natureza, e em formas e maneiras de captura da totalidade social, incluindo a relação indivíduo/sociedade e a relação entre indivíduos. Consiste, portanto, em processos de interação entre conhecimento racional e conhecimento sensível, e de integração entre saberes tão diferentes, e, ao mesmo tempo, indissociáveis na produção de sentido da vida (Pereira; Lima, 2008, p. 263).

Assim, a interdisciplinaridade pode ser encarada como um método de produção de conhecimento, que busca criar conceitos, através da combinação e intercâmbio de teorias e métodos, e possui a capacidade de provocar mudanças significativas no processo de ensino e aprendizagem, contribuindo na formação do senso crítico e de cidadãos mais conscientes. Isso visa abordar as complexidades fenomenológicas presentes nas diversas áreas do conhecimento, atribuindo a devida importância e relevância no que é ensinado no currículo escolar (Umbelino; Zabini, 2014, p. 4).

Essa abordagem fundamentada na PHC, fortalece a relação entre teoria e prática, garantindo que o conhecimento produzido não seja usado apenas para interpretar o mundo, mas contribua para sua transformação. Consequentemente, buscamos também promover a autonomia dos estudantes e incentivar a contextualização do conhecimento científico em situações do cotidiano.

Pantoja, Araújo e Nascimento (2022, p. 22172), destacam que a oferta de recursos didáticos e pedagógicos, aliada ao uso de estratégias de ensino diferenciadas, contribui para

o trabalho pedagógico, oferecendo suporte aos estudantes com NEE para que superem suas limitações e desenvolvam suas potencialidades.

Por fim, compartilhamos do entendimento de Barbosa *et al.* (2022, p. 210604-3), que, um ensino adaptado e interdisciplinar torna-se mais acessível para estudantes com TEA, pois, ao explorar suas áreas de interesse ou aquelas em que têm domínio, é possível estabelecer ligações entre a Física e os demais componentes curriculares por eles estudados.

Essa dissertação está estruturada de forma que, no segundo capítulo, realizamos uma breve análise da literatura recente, identificando os principais estudos e dissertações que abordam o ensino de Ciências para estudantes com NEE. A partir dessa revisão, são discutidas as práticas pedagógicas inovadoras e os desafios enfrentados no contexto da educação inclusiva, com destaque para o uso das histórias em quadrinhos como recurso didático.

O Capítulo 3 estabelece os fundamentos teóricos que sustentam a proposta da dissertação. Nele são abordadas as bases da PHC – incluindo os cinco passos propostos por (Saviani, 1994) –, além de discussões sobre a contextualização do ensino de Ciências, os princípios da educação especial e as contribuições das HQ para o processo de ensino e aprendizagem. Este capítulo articula teoria e prática, demonstrando como a integração desses elementos pode transformar o ambiente escolar.

O quarto capítulo é dedicado à abordagem dos conceitos fundamentais relacionados à energia e suas diversas formas, destacando a importância das transformações energéticas na vida cotidiana e nos processos naturais. Adicionalmente, realizamos uma análise do desenvolvimento histórico das teorias associadas à energia, buscando a interdisciplinaridade por meio da integração de conceitos.

No Capítulo 5, são detalhados os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento e a aplicação do produto educacional. São apresentados o delineamento da pesquisa, os instrumentos de coleta de dados, o perfil dos participantes e as estratégias utilizadas para a implementação da proposta. A abordagem metodológica, é cuidadosamente descrita para garantir a validade dos resultados.

O Capítulo 6 reúne a análise dos dados obtidos e a discussão dos resultados, evidenciando os impactos da utilização das HQ no ensino de Ciências. São discutidas as contribuições da proposta para a melhoria da aprendizagem dos estudantes com NEE, assim como os desafios e limitações identificados durante o estudo, oferecendo subsídios para futuras pesquisas na área. Por fim, no Capítulo 7 temos as considerações finais.

O referencial teórico deste trabalho fundamenta-se em uma série de estudos e publicações acadêmicas que discutem o ensino de Ciências, a utilização de HQ na educação, a PHC e a educação inclusiva.

Entre as principais obras utilizadas, destacam-se Ensino de Ciências: Abordagem Histórico-Crítica (Santos, 2012), Uma Didática para a Pedagogia Histórico-Crítica (Gasparin, 2011), Escola e Democracia (Saviani, 1994), Como Usar as Histórias em Quadrinhos na Sala de Aula (Rama; Vergueiro, 2014), Educação inclusiva no ensino de Ciências e biologia (Ângelo, 2021) e Ensino de Ciências e inclusão escolar: investigações sobre o ensino e aprendizagem de estudantes com deficiência visual e estudantes surdos (Camargo, 2016a).

Além dessas referências, foram consultados diversos outros autores de renome, como Newton Duarte, Paulo Ramos, Maria Teresa Eglér Mantoan, Éder Pires de Camargo, Waldomiro Vergueiro entre outros. O levantamento bibliográfico também incluiu documentos oficiais que orientam a educação básica brasileira, garantindo que a proposta aqui apresentada esteja alinhada com as diretrizes nacionais. Também foram consultados artigos publicados em periódicos da área, dissertações e teses defendidas nos últimos anos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Esta revisão de literatura tem como objetivo realizar um levantamento de pesquisas na área de ensino de Física e Ciências voltadas para estudantes com NEE, com foco especial em práticas pedagógicas inclusivas que utilizam HQ como recurso didático. Para isso, foram consultados repositórios de dissertações defendidas no Mestrado Nacional em Ensino de Física (MNPEF).

Ao realizar uma busca nos repositórios da Sociedade Brasileira de Física (SBF) por dissertações defendidas no MNPEF, encontramos um total de 1.082 dissertações na presente data. Aplicando filtros para títulos que contivessem pelo menos uma das expressões: *educação especial, inclusiva, inclusão, deficiência, deficiente, surdo, cegueira, deficiência visual e deficiência intelectual*, e após exclusão de duplicatas, foram encontrados 25 trabalhos. Além disso, utilizamos outros filtros com os termos *TEA, autismo, autista, superdotação e altas habilidades*, porém não houve nenhum retorno.

Após análise, e de acordo com classificação estabelecida pelas diretrizes estabelecidas pela legislação vigente — Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, (Lei nº 13.146/2015) (BRASIL, 2015), Decreto nº 3.298/1999, que regulamenta a Política Nacional para a Integração da Pessoa com Deficiência (Brasil, 1999), e a Lei nº 12.764/2012, que reconhece os direitos das pessoas com TEA (Brasil, 2012) —, verificamos que a maioria das dissertações analisadas trata da deficiência visual (18 trabalhos), seguida da deficiência auditiva (5 trabalhos) e da deficiência intelectual (1 trabalho). Um dos trabalhos aborda simultaneamente a deficiência visual e a deficiência auditiva. Esses dados evidenciam a importância de realizar pesquisas, com foco no ensino de Ciências para estudantes com TEA e outras necessidades pouco exploradas.

Dentro dos trabalhos analisados, destacamos o trabalho apresentado por Menezes (2024) no programa de pós-graduação em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Ceará (UFC), intitulado *Metodologias aplicadas ao ensino de óptica para alunos com ou sem deficiência visual*. O principal objetivo do estudo é possibilitar que estudantes com deficiência visual alcancem um aprendizado significativo e eficiente sobre óptica geométrica e, ao mesmo tempo, desenvolvam a autonomia e o pensamento crítico.

O trabalho foi embasado na teoria vygotskiana, que destaca a importância da interação social e da mediação no desenvolvimento cognitivo das crianças. Segundo a autora, quando aplicada ao ambiente escolar, “implica que estimular interações colaborativas e significativas entre alunos com e sem deficiência é essencial para concretizar a inclusão e ampliar as

oportunidades de aprendizagem e crescimento para todos os estudantes” (Menezes, 2024, p. 5).

Ao realizar a busca pelos termos *história em quadrinhos*, *comics*, *gibi*, *mangá* e *tiras/tirinhas*, foram encontradas apenas 14 dissertações que utilizaram esse recurso. No entanto, ao associar *história em quadrinhos* à *educação especial*, não encontramos nenhum trabalho que estabelecesse essa relação, o que reforça a relevância do presente estudo.

Entre os trabalhos pesquisados, destaca-se a dissertação de mestrado de Cruz (2018), apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Campus Araguaína da Universidade Federal do Tocantins (UFT), no curso do MNPEF. O estudo, intitulado *Desenvolvimento e Avaliação de uma História em Quadrinhos para o Ensino de Astronomia*, explora o uso de HQ como recurso didático no ensino de Física, que, segundo o autor, “se configura como uma estratégia diferenciada no desenvolvimento de conteúdos de forma significativa, porém, desde que seja cuidadosamente selecionada e planejada” (Cruz, 2018, p. 19).

Outro trabalho relevante que pode ser destacado é *Física com Quadrinhos*, de autoria de Andrade (2018), defendido em 2018 na Universidade Estadual do Ceará (UECE). O autor propôs o uso de HQ como recurso didático no ensino de física de partículas. Segundo ele, a utilização desse recurso tornou a aprendizagem dos estudantes mais motivadora, pois utiliza uma linguagem acessível — aspecto demonstrado pelos resultados satisfatórios obtidos após a aplicação do produto educacional.

Para o autor, a proposta do trabalho “não é a de abolir o uso da linguagem matemática no ensino de Física, e sim demonstrar como a linguagem iconográfica das Histórias em Quadrinhos (HQs) funciona como recurso válido na transmissão de conhecimentos científicos” (Andrade, 2018, p. 16). Ele concluiu que as HQs podem ser utilizadas de forma complementar aos métodos tradicionais, pois facilitam a compreensão dos conceitos e incentivam novas abordagens no ensino de Física.

No entanto, ao buscarmos a PHC no repositório de dissertações do MNPEF, não encontramos nenhum resultado, o que sugere que essa teoria ainda é pouco utilizada no contexto de ensino de Física.

Após o levantamento realizado no repositório de dissertações do MNPEF, foram consultados também os repositórios de programas de pós-graduação em Ensino de Física e Ensino de Ciências de diversas universidades, revistas de renome na área, além das plataformas Google Acadêmico e SciELO Brasil.

Dentre os estudos que investigam o ensino de Ciências para estudantes com TEA,

observa-se uma escassez significativa de produções acadêmicas. Essa constatação é reforçada pelo estudo de Savioli e Moura (2024), que realizaram um levantamento bibliográfico sobre trabalhos relacionados ao ensino de Física para estudantes com TEA.

Os autores consultaram os anais dos eventos nacionais de ensino de Ciências e de Física — Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) —, além das bases de dados da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e do Portal de Periódicos da CAPES, abrangendo o período de 2010 a 2023. O estudo constatou que a quantidade de trabalhos que abordam essas temáticas é muito baixa em comparação ao total de estudos disponíveis.

Para Loureiro (2020, p. 10), ainda existem poucos trabalhos que abordem metodologias para o ensino de Física a estudantes com TEA. Adicionalmente, Pantoja, Araújo e Nascimento (2022, p. 22172), destacam que a oferta de recursos didáticos e pedagógicos, aliada ao uso de estratégias de ensino diferenciadas, contribui para o trabalho pedagógico, oferecendo suporte aos estudantes para que superem suas limitações e desenvolvam suas potencialidades.

Diante do exposto, torna-se evidente a escassez de pesquisas voltadas ao uso de HQ no ensino de Ciências para estudantes com TEA, lacuna esta que esta dissertação pretende, ao menos parcialmente, preencher. A proposta aqui apresentada visa contribuir para o avanço do conhecimento nessa área, articulando teorias pedagógicas críticas com práticas inovadoras e inclusivas, comprometidas com a transformação da realidade escolar.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente capítulo tem como objetivo apresentar os fundamentos teóricos que sustentam a proposta de ensino desenvolvida nesta pesquisa. Para isso, são discutidas as principais concepções que norteiam a educação especial na perspectiva da educação inclusiva, os pressupostos da PHC como método pedagógico e, por fim, o uso das HQ como ferramenta didática interdisciplinar. Essa base teórica visa não apenas embasar as escolhas metodológicas desta pesquisa, mas também evidenciar a articulação entre teoria e prática na construção de um ensino mais democrático, acessível e significativo para todos os estudantes.

Na seção a seguir, abordaremos a educação especial sob a perspectiva da educação inclusiva.

3.1 Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva

A inclusão escolar constitui um dos maiores avanços na consolidação do direito à educação para todos. No contexto brasileiro, esse movimento é marcado por transformações históricas e legais que reconfiguram a percepção social acerca da diversidade humana e do papel da escola na promoção de uma educação equitativa.

Nesta seção, objetiva-se apresentar um panorama da trajetória da educação especial no Brasil, destacando seus marcos legais e pedagógicos, bem como discutir a forma como o processo de inclusão tem se concretizado nas salas de aula da educação básica. Compreender esse percurso é essencial para fundamentar práticas pedagógicas mais justas e eficazes, que reconheçam a diversidade como um potencial formativo, e não como um obstáculo ao processo educacional.

3.1.1 *Marcos Históricos da Educação Especial e os Caminhos para a Inclusão*

A educação especial no Brasil teve início no final do século XIX, a partir da criação das primeiras instituições voltadas para pessoas com deficiência, o Instituto de Meninos Cegos – atual Instituto Benjamin Constant (IBC), no Rio de Janeiro –, em 1854 e o Instituto dos Surdos-Mudos, atual Instituto Nacional de Educação de Surdo (INES) em 1857.

No entanto, foi somente na década de 1960, com o aumento das matrículas de alunos em escolas especiais, que teve início a implementação de cursos de formação de professores para o ensino de pessoas com deficiência.

Com a promulgação da Constituição Federal de 1988, foram assegurados diversos direitos sociais, incluindo a garantia de acesso à educação. A partir disso, no início da década de 1990, houve uma série de reformas no sistema educacional, com o objetivo de promover uma educação de qualidade que possibilitasse o desenvolvimento das potencialidades das pessoas com NEE (Secundino; Santos, 2023).

Ângelo (2021, p. 17 - 18) enfatiza que o ser humano se constitui em sociedade e, portanto, não é possível afirmar que alguém possa estar fora dela. Contudo, pode ocorrer o processo de marginalização, quando determinados grupos de indivíduos são excluídos da coletividade e ignorados por aqueles que ocupam posições centrais na hierarquia social devido à presença de preconceitos.

Para Pereira *et al.* (2025), Camargo (2016a) e Mantoan (2015), a educação inclusiva é fruto de transformações históricas socialmente construídas. Assim, para compreendermos o contexto da educação especial sob a perspectiva da educação inclusiva no ambiente escolar até os dias atuais, é necessário identificar seus períodos históricos, que podem ser divididos em quatro fases: exclusão, segregação, integração e, finalmente, o da inclusão.

Segundo Pereira *et al.* (2025, p. 4), entre as quatro fases mencionadas anteriormente, a fase da exclusão prevaleceu por mais tempo na história social das pessoas com deficiência. Nesse período, cogitava-se a morte ou o abandono dessas pessoas, pois se acreditava que, dessa forma, não haveria prejuízo a sociedade como um todo.

Com a disseminação do cristianismo, essa forma de pensar começou a mudar, “criando a ideia de que o deficiente é um indivíduo com alma e que precisa de assistência” (Id., *Ibid.*). A partir dessa nova visão, o processo de exclusão foi gradativamente substituído pela segregação.

Conforme ressalta Ângelo (2021, p. 18), a segregação pode ser entendida como o impedimento de uma pessoa ter interação dentro de um grupo, sendo excluída das interações, mesmo pertencendo a esse grupo. Na fase de segregação, as pessoas com deficiência tiveram acesso à educação, porém de forma separada. Elas estudavam em escolas especiais, geralmente localizadas em regiões distantes de suas comunidades e famílias (Pereira *et al.*, 2025, p. 4).

No século XIX, a escola especial desempenhou um papel muito importante para indivíduos com deficiência. Contudo, conforme ressalta Ângelo (2021, p. 18), embora essas escolas tenham contribuído para a formação escolar de estudantes com NEE, elas eram fundamentadas em um paradigma de segregação, uma vez que não possibilitavam a essas estudantes

um convívio com outras pessoas com as mais diversas diferenças, o que não contribuiu para uma futura inclusão social desses cidadãos.

De acordo com Sampaio e Sampaio (2023, p. 24), dois fatores contribuíram para impulsionar a luta contra a segregação das pessoas com NEE a partir da metade do século XX, o primeiro foi o desenvolvimento da educação especial, que forneceu meios para superar, ao menos em parte, suas desvantagens naturais. O segundo foi o crescimento de movimentos sociais formados por “minorias” e grupos marginalizados, que passaram a lutar pela conquista de espaço na sociedade.

Em 1969, nos países nórdicos, surgiram movimentos a favor da integração de crianças com deficiência, motivados por questionamentos sobre as práticas sociais e escolares de segregação. “Sua ideia fundamental é o princípio de normalização, que, não sendo específico da vida escolar, atinge o conjunto de manifestações e atividades humanas e todas as etapas da vida das pessoas, sejam elas afetadas ou não por uma incapacidade, dificuldade ou inadaptação” (Mantoan, 2015, p. 26). Ainda segundo a autora, o processo de integração escolar tem como objetivo inserir alunos que, em algum momento, foram excluídos.

O termo integração é mais utilizado para se referir à inserção de estudantes com deficiência em escolas comuns, mas pode designar a organização de alunos em escolas especiais para pessoas com deficiência (Id., Ibid.). O processo de integração, ocorre dentro de uma estrutura educacional, que possibilita ao aluno transitar pelo sistema escolar, da classe regular ao ensino especial.

Por outro lado, a inclusão escolar, “prevê a inserção escolar de forma radical, completa e sistêmica. Todos os alunos devem frequentar as salas de aula do ensino regular”. O objetivo da inclusão é não deixar ninguém de fora do ensino regular, desde o início da vida escolar. As escolas inclusivas, portanto, propõem um modelo de organização educacional que considera as necessidades de todos os alunos, estruturando-se com base nelas (Ibid., p. 27 - 28)

3.1.2 A Inclusão Escolar na Atualidade: Avanços e Desafios

Analisando os dados do Censo Escolar da Educação Básica de 2023 (Brasil, 2024, p. 9 e 21), constatamos que o número de estudantes matriculados na educação especial tem apresentado um crescimento constante. No período entre 2018 e 2023, observa-se um aumento de aproximadamente 50% no número de matrículas em 2023 em comparação a 2018.

Em termos absolutos, registra-se um total de 1.771.430 matrículas no ano de 2023,

enquanto que em 2018 foram 1.181.276 estudantes matriculados, conforme demonstrado na tabela 1.

Tabela 1 – Número de matrículas da educação especial: 2018-2023.

2018	2019	2020	2021	2022	2023
1.181.276	1.250.967	1.308.900	1.350.921	1.527.794	1.771.430

Fonte: adaptada de Censo da Educação Básica 2023: notas estatísticas, p. 21.

Quando consideramos apenas os estudantes com idades entre 4 e 17 anos, que corresponde à educação básica obrigatória e gratuita, artigo 4º, inciso I da LDB (Brasil, 1996), observa-se que 95,0% deles estão incluídos em salas de aula regulares. Isso representa também um aumento em comparação com anos anteriores, conforme indica a tabela 2.

Tabela 2 – Percentual de alunos de 4 a 17 anos da educação especial incluídos em classes comuns: 2018-2023.

2018	2019	2020	2021	2022	2023
92,0%	92,7%	93,2%	93,5%	94,2%	95,0%

Fonte: adaptada de Censo da Educação Básica 2023: notas estatísticas, p. 21.

Diante do aumento da matrícula de estudantes com deficiências, transtorno do neurodesenvolvimento e da aprendizagem, mostrados anteriormente, um novo desafio apresenta-se aos docentes da atualidade, a necessidade de atender a diversidade humana, respeitando suas necessidades educacionais e garantindo oportunidades de aprendizagens para todos.

E, uma vez que a Educação Especial, na perspectiva da educação inclusiva, vem cada vez mais ganhando espaço no ensino regular, e, mesmo que a maioria das escolas possuam professores especializados para contribuir com aprendizados desses estudantes, é necessário entender que precisamos fazer com que eles se sintam incluídos na sala de aula regular (Peixe; Leonel, 2020, p. 67).

Complementarmente, Ângelo (2021, p. 16), enfatiza que

a escola é um ambiente de socialização, onde aprendemos grande parte de nossa cultura e valores. Dessa maneira, uma escola que permite e valoriza as diferenças pode contribuir para a construção de uma sociedade também com essas características.

Lippe e Camargo (2016) complementam:

Uma sala de aula inclusiva deve ser embasada nos princípios segundo os quais todas as crianças são capazes de aprender e fazer parte da vida escolar e comunitária. Nessa concepção, a diversidade não somente é valorizada, mas também deve ser considerada como um potencializador da união entre os membros de um grupo que favoreça a aprendizagem conjunta de todos os alunos (Lippe; Camargo, 2016, p. 56).

Ainda segundo Ângelo (2021, p. 21), a inclusão é um processo complexo que deve ser respeitado e atendido, sem jamais ser minimizada. Assim, é necessário que tanto o sistema educacional quanto a sociedade se envolvam nesse processo, sendo o professor o principal agente da inclusão educacional. Camargo (2012) vai além, “na inclusão, meio social e pessoa com deficiência têm responsabilidades de adequação; entretanto, tal responsabilidade é muito maior para o meio social”.

Dessa forma, se faz necessário criar um ambiente escolar acolhedor, que favoreça a socialização desses estudantes, e que eles se sintam respeitados proporcionado um ambiente propício ao seu aprendizado. Além disso, de acordo com Silvano *et al.* (2019, p. 21), para que a educação especial, na perspectiva da educação inclusiva, se torne realidade,

é necessário adaptações do sistema educacional, seja pela adoção de recursos específicos, novos métodos, novas estratégias de ensino e o uso de materiais alternativos, seja pela adaptação dos currículos e dos docentes para a realidade dos alunos NEE, de forma a promover boa educação para todos os alunos (Silvano *et al.*, 2019, p. 21).

Segundo Camargo (2016b, p. 34) o contexto escolar precisa de mudanças tanto físicas quanto metodológicas. Além disso, é fundamental investir na formação inicial dos professores, tornando-os aptos para a docência em ambientes inclusivos.

Ainda segundo Camargo (2016b), é essencial que os docentes reflitam criticamente sobre a sua prática, a fim de superar o estigma de que a deficiência é algo limitante, e adotem novos procedimentos didáticos e recursos que atendam às necessidades específicas de cada indivíduo, visando à inclusão de todos os estudantes.

E, saber identificar as necessidades educacionais de um aluno como sendo especiais implica admitir que essas dificuldades sejam significativamente diferentes daquelas do restante dos seus colegas após inúmeros esforços da equipe escolar para auxiliar o aluno a superá-las, por meio de recursos e procedimentos comuns adotados pela escola (Brasil, 2006; Camargo, 2016).

Para Martins de Paula (2023, p. 24), a inclusão não pode ser apenas um discurso vazio sobre a valorização das diferenças; é fundamental compreender que ela deve ocorrer por meio de ações concretas e de uma abordagem que permita aos estudantes aplicarem, de forma

efetiva, o conhecimento sistematizado adquirido no ambiente escolar para a sociedade. Além disso, é essencial que todos os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem possam ser compreendidos e atendidos.

Para isso, a teoria histórico-cultural de Vygotsky e a PHC oferecem fundamentos e recursos adequados para o desenvolvimento cultural de estudantes com NEE, possibilitando uma prática pedagógica inclusiva e transformadora.

3.2 Fundamentos e Aplicações da Pedagogia Histórico-Crítica

Uma das maiores dificuldades enfrentadas por nós, professores, é encontrar sentido no que fazemos. De acordo Gasparin (2011, p. 1), a importância do professor no processo de ensino e aprendizagem tem sido questionada há muito tempo. Com a facilidade de acesso ao conhecimento e à informação fora do ambiente escolar, surgem questionamentos sobre o papel e a finalidade da escola, bem como sobre sua capacidade de atender às demandas sociais contemporâneas.

Para Duarte (2021, p. 1) a decisão sobre o que ensinamos na educação escolar está diretamente ligada ao presente, passado e ao futuro da sociedade e da vida humana. A relação entre o presente e o futuro deve fundamentar-se na perspectiva histórica. Dessa forma, se considerarmos somente as necessidades imediatas da sociedade, deixamos de ensinar aos jovens as consequências de nossas escolhas para o futuro da humanidade.

Sabemos que o processo de ensinar é complexo e necessita que assumamos um posicionamento teórico e um método de ação para que possamos alcançar nossos objetivos. Para isso, é fundamental adotar uma teoria que alinhe esse método de ação ao posicionamento teórico que orienta nossa prática pedagógica.

Conforme argumenta Santos (2012, p. 1), a PHC oferece essa fundamentação, ao situar o professor no processo de ensino, e, ao mesmo tempo, fornecer subsídios teóricos e estratégicos que orientam seu trabalho em sala de aula. Esses métodos devem seguir um princípio essencial: a capacidade de organizar os elementos disponíveis de forma coerente, em função de um objetivo a ser alcançado.

A PHC, uma teoria com um pouco mais de quarenta anos, foi construída de forma coletiva e tem como seu principal idealizador o filósofo brasileiro da educação, Demerval Saviani. Ela surgiu com o propósito de se contrapor aos métodos da Escola Tradicional, em que só o professor falava, e da Escola Nova, em que só o aluno tinha vez e voz. A seguir, dissertamos

sobre estes métodos.

O chamado método da escola Tradicional surgiu logo após a Revolução Industrial e foi implementado nos chamados sistemas nacionais de ensino por volta do século XIX, quando “consolidado o poder burguês, aciona-se a escola redentora da humanidade, universal, gratuita e obrigatória como um instrumento de consolidação da ordem democrática” (Saviani, 2018, p. 95).

Esse método, conhecido como método expositivo, ainda é amplamente utilizado pela maioria dos professores brasileiros, e, sua base teórica está nos cinco passos formais de Herbart (preparação, apresentação, comparação e assimilação, generalização e aplicação), que correspondem ao método indutivo formulado no movimento empirista, e possui três momentos fundamentais: observação, formulação e confirmação, de acordo com a concepção de Bacon.

Por outro lado, o movimento da Escola Nova, ao criticar o método tradicional como pré-científico, dogmático e medieval, proclamou-se como científico e se apresentou como um instrumento para a introdução da Ciência na educação.

O movimento escolanovista buscou alinhar o processo de ensino ao desenvolvimento da Ciência, ou seja, considerar o ensino como um processo de pesquisa, no qual os assuntos a serem ensinados eram problemas científicos e, portanto, desconhecidos tanto por professores quanto por alunos.

Dessa forma, o ensino seria desenvolvido como um projeto de pesquisa ou uma atividade organizada em cinco passos, assim descritos por Saviani (2018, p. 98)

[...] uma atividade (1º passo) que, suscitando determinado problema (2º passo), provocaria o levantamento dos dados (3º passo), a partir dos quais seriam formuladas as hipóteses (4º passo) explicativas do problema em questão, envolvendo alunos e professores, conjuntamente, a experimentação (5º passo), que permitiria confirmar ou rejeitar as hipóteses formuladas (Saviani, 2018, p. 98).

Assim, percebe-se que esse método segue uma estrutura bem definida, iniciando-se com uma atividade, uma vez que ela não pode ser concluída devido a algum problema ou obstáculo que venha a surgir, torna-se necessário resolvê-lo. Para tanto, professores e alunos realizam a coleta de dados, possibilitando o levantamento de hipóteses sobre o problema. Por fim, a experimentação é essencial para testar as hipóteses (Ibid., p. 98 - 99).

Portanto, a Escola Nova transformou o processo de ensino em uma pesquisa, dissolvendo a diferença entre ambos, ao passo que comprometia a pesquisa e empobrecia o ensino.

Saviani (2018), ao propor uma pedagogia que valorize a escola e que esteja alinhada aos interesses populares, e, ao mesmo tempo, mantivesse uma contínua ligação entre educação

e sociedade, argumenta que tal escola deve estar interessada em métodos de ensino que sejam eficientes, e, que

estimularão a atividade e iniciativa dos alunos sem abrir mão, porém, da iniciativa do professor; favorecerão o diálogo dos alunos entre si e com o professor, mas sem deixar de valorizar o diálogo com a cultura acumulada historicamente; levarão em conta os interesses dos alunos, os ritmos de aprendizagem e o desenvolvimento psicológico, mas sem perder de vista a sistematização lógica dos conhecimentos, sua ordenação e gradação para efeitos do processo de transmissão-assimilação dos conteúdos cognitivos (Saviani, 2018, p. 120).

Esses métodos devem superar os métodos da escola Tradicional e da Escola Nova, mas incorporando as contribuições que foram “solidamente testadas pela prática, indo além, pois se na pedagogia tradicional só o professor falava e contava, no outro extremo só o aluno tinha significado” (Santos, 2012, p. 8), na PHC estudantes e professores se tornam agentes sociais ativos e participantes das relações que se estendem para além dos muros da escola (Ibid., p. 10).

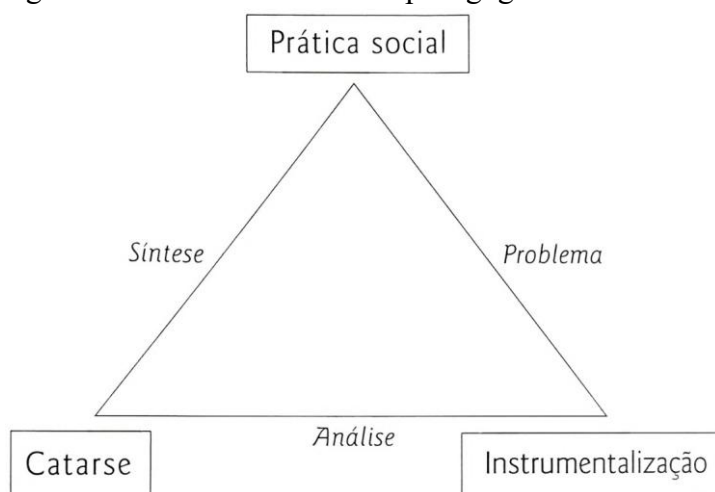
3.2.1 Fundamentos Teóricos e Práticos da Pedagogia Histórico-Crítica

Segundo Gasparin (2011, p. 3), hoje, há um novo indicador de aprendizagem escolar, que vai além da mera demonstração dos conhecimentos teóricos dos objetos de conhecimento e de seu uso em função das necessidades sociais às quais deve responder. Segundo o autor, a aprendizagem escolar exige do professor um posicionamento mais amplo, que integre teoria e prática. Tal exigência demanda, tanto de professores quanto de estudantes, uma nova atitude em relação ao conhecimento e à sociedade. Portanto, o conhecimento escolar passar a ser teórico-prático.

Corroborando com isso, a PHC combina princípios teóricos e didáticos. Nessa abordagem, a escola é um espaço de socialização e construção ativa do conhecimento, conectando conteúdos à realidade dos estudantes e promovendo aprendizagens significativas para sua prática social. Martins de Paula (2023), destaca que a PHC oferece fundamentos e recursos adequados para o desenvolvimento cultural de estudantes com NEE, possibilitando uma prática pedagógica inclusiva e transformadora.

Adicionalmente, para Saviani (1994), a abordagem da PHC estimula a iniciativa tanto de estudantes quanto de professores, respeita os ritmos de aprendizagem e assegura a sistematização dos conhecimentos necessários para o processo educativo. A Figura 1, representa a estrutura didática da PHC.

Figura 1 – Estrutura didática na pedagogia histórico-crítica.



Fonte: Santos (2012, p. 82).

Nessa abordagem, partimos do entendimento que os estudantes têm da sua realidade social, através do conhecimento espontâneo adquirido por eles, e, promovemos um aprendizado que tenha significado para sua vivência social. Portanto, é essencial garantir que os estudantes compreendam o sentido do que aprendem na escola, fazendo com que esses conteúdos tenham relevância para a sua prática social.

Na abordagem da PHC prioriza-se transmitir, às novas gerações, as formas e os conhecimentos científicos por meio da educação escolar. Essa educação escolar deve não apenas promover o desenvolvimento máximo de suas potencialidades, mas também proporcionar aos estudantes o conhecimento acerca do tipo de sociedade em que vivem, visando criar uma consciência de classe, com o objetivo de superar as contradições da sociedade.

Para Oliveira e Marinho (2022, p. 24 - 25), o trabalho educativo na PHC reflete uma visão profundamente histórica, mediada pela ação do professor, essencial para o desenvolvimento das capacidades psíquicas dos indivíduos.

Pereira (2020, p. 11), ao citar Saviani¹, enfatiza que a PHC

se fundamenta numa concepção radicalmente histórica, partindo da compreensão do homem como um ser que se constitui historicamente e o processo educativo como um processo pelo qual os indivíduos de cada geração e de cada sociedade incorporam a produção histórica humana desenvolvida ao longo dos tempos. É possível observar que uma concepção crítica de homem, de sociedade e de educação fundamentam esta Pedagogia (Pereira, 2020, p. 11).

Para Galvão, Lavoura e Martins (2019, p. 93 - 94) essa concepção histórica “nada mais é que o processo historicamente situado, no decorrer do qual os seres humanos produzem a

¹ SAVIANI, D. **Escola e democracia: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educação e política**. 32. ed. Campinas: Autores Associados, 1994.

sua existência por meio do trabalho, que é o ato de agir na natureza, transformando-a em busca da satisfação das necessidades próprias dos humanos”. Assim, é necessário que os indivíduos produzam a sua existência, e o fazem por meio do trabalho. Porém, para que isso aconteça, precisam formar-se.

Apesar de reconhecermos que a educação não se limita ao ambiente escolar, é na escola que recai a responsabilidade de impulsionar esse processo de humanização, ao transmitir os conhecimentos mais elaborados que a humanidade acumulou ao longo do tempo (Oliveira; Marinho, 2022, P. 31). Portanto, é fundamental reconhecer que o papel e a participação do professor são essenciais e não podem ser minimizados nesse processo.

3.2.2 Os Cinco Passos da Pedagogia Histórico-Crítica

Em seu livro *Escola e Democracia*, Demerval Saviani, propõe cinco passos que estruturam a proposta de trabalho da PHC. Ele supôs que poderia fazê-lo de modo semelhante as teorias apresentadas por Herbart e Dewey, porém tendo como ponto inicial do processo de ensino a prática social, o que difere da pedagogia tradicional e da pedagogia nova, que iniciam, respectivamente, em preparação e atividade. E, ao propor esses métodos de ensino, Saviani (2018, p. 122), enfatizou:

assim, se fosse possível traduzir os métodos de ensino que estou propondo na forma de passos à semelhança dos esquemas de Herbart e de Dewey, eu diria que o ponto de partida do ensino não é a preparação dos alunos, cuja iniciativa é do professor (pedagogia tradicional), nem a atividade, que é de iniciativa dos alunos (pedagogia nova) (Saviani, 2018, p. 122 grifo nosso).

Santos (2012, p. 10), enfatiza “que esses passos são fundamentos de um ensino de Ciências superior”. Lavoura e Martins (2017), complementam:

Tornou-se um tanto conhecido o método da pedagogia histórico-crítica, anunciado por Saviani como processo constituído por cinco passos, tendo em vista instrumentalizar uma didática que contraponha a didática da pedagogia histórico-crítica (partindo do materialismo histórico-dialético) à didática da pedagogia tradicional (com base no método expositivo formulado por Herbart, fundado no método científico indutivo de Bacon) e da Escola Nova (com base no método experimentalista ao qual se filia Dewey) (Lavoura; Martins, 2017, p. 2).

Ao estruturar o processo de ensino em cinco passos, a PHC visa assegurar que a aprendizagem seja contextualizada, crítica e interdisciplinar, atendendo tanto às necessidades sociais quanto ao desenvolvimento integral dos estudantes. Esses passos destacam a importância

de alinhar os conteúdos escolares com a vivência dos alunos, contribuindo para uma formação que os capacite a atuar de forma consciente e efetiva na transformação da sociedade.

Os cinco passos são: prática social inicial, problematização, instrumentalização, catarse e retorno à prática social. A seguir, cada etapa é detalhada.

O processo de ensino e aprendizagem tem início na prática social inicial, que, para Gasparin (2011, p. 13), “caracteriza-se por uma preparação, uma mobilização do aluno para a construção do conhecimento escolar. É a primeira leitura da realidade, um contato inicial com o tema a ser estudado”. É nessa etapa que o professor apresenta aos estudantes os objetos de conhecimento que serão abordados nas aulas seguintes.

A partir dessa exposição, o professor realiza um diálogo com os estudantes sobre os temas expostos, durante o diálogo os estudantes mostram ao professor o seu conhecimento, a partir da sua vivência cotidiana, o que sabem sobre o tema. É também nesse momento, que os estudantes manifestam suas expectativas e interesses sobre o que gostariam de aprender a respeito do tema.

Faz-se necessário, portanto, desafiar e sensibilizar os estudantes, levando-os a perceber a relação entre os conteúdos apresentados e sua vivência cotidiana. Para isso, o professor deve criar um ambiente favorável à aprendizagem. Vasconcellos (1993, p. 42)

o trabalho inicial do educador é tornar o objeto em questão, objeto de conhecimento para aquele sujeito, isto é, para o aluno. Para que isso ocorra, o educando deve ser desafiado, mobilizado, sensibilizado; deve perceber alguma relação entre o conteúdo e a sua vida cotidiana, suas necessidades, problemas e interesses. Torna-se necessário que o professor, enquanto mediador do processo ensino e aprendizagem, crie um clima de predisposição favorável à aprendizagem (Vasconcellos, 1993, p. 42).

Conhecer a prática social do educando, escutá-lo atentamente sobre seus conhecimentos prévios e suas experiências no contexto das relações sociais é fundamental. A partir dessa articulação entre saberes, torna-se possível “criar interesse por uma aprendizagem significativa do aluno e uma prática docente também significativa”.

Essa abordagem possibilita a articulação entre problemas concretos da realidade dos estudantes e o conhecimento científico, contextualizando o ensino com questões globais e locais que são relevantes para o cotidiano dos alunos, promovendo o desenvolvimento de competências e habilidades essenciais.

O segundo passo, a problematização, é essencial para a continuidade de todo o trabalho pedagógico, pois é nesse momento que ocorre a transição entre a prática social e o

conhecimento científico sistematizado. Para Pereira (2020, p. 26),

A problematização é fundamental na transição entre a prática e a teoria, entre o empírico, o cotidiano e a cultura elaborada. Representa o momento do processo em que a prática social é posta em questão, analisada, interrogada, levando em consideração o conteúdo a ser trabalhado e as exigências sociais de aplicação desse conhecimento (Pereira, 2020, p. 26).

Cabe ao professor, nesse estágio, iniciar a mediação com os conteúdos escolares, partindo da realidade vivida pelos estudantes. A problematização constitui um desafio intencionalmente criado, uma estratégia para despertar no educando a necessidade de buscar o conhecimento (Gasparin, 2011, p. 33). Como afirma Vasconcellos (1993, p. 70), “a problematização é um desafio, ou seja, é a criação de uma necessidade para que o educando, através de uma ação, busque o conhecimento”. Para o autor, “na origem do conhecimento está colocado um problema (oriundo de uma necessidade)”.

Dessa forma, o conhecimento não nasce de uma curiosidade abstrata e individual, mas de necessidades concretas da humanidade, relacionadas à superação dos limites impostos pelas condições materiais de existência. Saviani aprofunda essa compreensão ao afirmar que “o conhecimento não é produzido por indivíduos isolados, mas é fruto da atividade prática dos homens em sociedade” (Saviani, 2018).

Nesta etapa do processo educativo, identificam-se os principais problemas sociais relacionados à realidade dos estudantes, organizando-os em duas dimensões complementares: inicialmente, analisam-se as questões concretas e urgentes da sociedade local que demandam solução; em seguida, investigam-se os objetos de conhecimento — ou seja, os conceitos científicos necessários para compreender criticamente essas questões e buscar formas de enfrentamento.

No terceiro momento do processo educativo, os estudantes se apropriam dos conhecimentos teóricos e práticos mediados pela ação direta ou indireta do professor (Basso; Neto; Bezerra, 2016, p. 206). É nessa etapa que eles recebem os instrumentos teóricos e práticos necessários para a resolução dos problemas identificados. Aqui, podem ser usadas metodologias diversificadas, que tornam os conceitos científicos acessíveis e mostram sua aplicação em situações reais. Essa etapa reforça a integração entre teoria e prática, estabelecendo a relevância social do aprendizado.

Sobre o terceiro passo do método da PHC, Gasparin (2011, p. 49) afirma que,

realiza-se nos atos docentes e discentes necessários para a construção do conhecimento científico. Os educandos e o educador agem no sentido da efetiva elaboração interpessoal da aprendizagem, através da apresentação sistemática

do conteúdo por parte do professor e por meio da ação intencional dos alunos de se apropriarem desse conhecimento (Gasparin, 2011, p. 49).

Ou seja, é nesse momento que acontece a construção do conhecimento, através da ação conjunta e intencional de professores e estudantes: enquanto o professor apresenta os conteúdos, os estudantes se apropriam do conhecimento de forma ativa e intencional.

Para Saviani (1994) trata-se de ferramentas científicas, históricas, literárias, entre outras, das quais o professor pode lançar mão para possibilitar a apropriação do conhecimento pelos estudantes. Ainda segundo o autor, tal contribuição será tanto mais eficaz quanto maior for a capacidade do professor de compreender os vínculos da sua prática com a prática global.

Portanto, é por meio da mediação do professor que se estabelece o confronto entre o saber empírico e o saber científico. É importante ressaltar que a apresentação do conhecimento científico deve sempre ocorrer de forma contextualizada e interdisciplinar, integrando diferentes áreas do saber e promovendo uma compreensão mais ampla da realidade (Pereira, 2020, p. 30). A autora complementa, “Através da interdisciplinaridade os estudantes conseguirão apreender a realidade de maneira crítica e em suas diversas dimensões”.

O quarto momento é a catarse, etapa em que ocorre a síntese dos conteúdos trabalhados na fase de instrumentalização. Uma vez apropriado dos conhecimentos, o estudante é convidado a demonstrar, por meio de produções escritas, orais ou, no caso desta proposta, através da criação e apresentação de histórias em quadrinhos (HQs), os conhecimentos construídos e as possíveis soluções para os problemas levantados anteriormente sobre o tema abordado (GASPARIN, 2012, p. 123).

O autor complementa: “esta é a fase em que o educando sistematiza e manifesta o que assimilou, isto é, que assemelhou a si mesmo os conteúdos e métodos de trabalho usados na fase anterior” (Id., Ibid.).

Para Santos (2012, p. 76) é nesse momento que

ocorre aquele “Ah!!!”, mostrando que se entende a conexão das coisas, quando o saber acumulado não está estanque em compartimentos separados, quando o que se aprendeu permite acompanhar o desdobramento da realidade e suas conexões (Santos, 2012).

É nessa etapa que o estudante expressa o que aprendeu ao longo do processo, revelando uma nova compreensão da prática social, de forma mais consistente, estruturada e crítica. Os conhecimentos são discutidos e relacionados ao cotidiano, e o saber adquirido deixa de ser algo isolado para se tornar instrumento de leitura e transformação da realidade.

A catarse, portanto, representa o momento de compreensão crítica e síntese entre a prática social inicial e o saber científico, consolidando a aprendizagem. Trata-se da expressão do novo conhecimento apropriado e da reformulação da visão de mundo dos estudantes a partir dessa vivência pedagógica.

O ciclo finaliza com o retorno à prática social inicial, agora enriquecida pelos conhecimentos adquiridos. Esta fase corresponde à transposição dos objetivos da unidade de estudo do campo teórico para o prático, articulando as dimensões do conteúdo e os conceitos já adquiridos (Gasparin, 2011, p. 139).

Os estudantes aplicam o que aprenderam para propor soluções concretas aos problemas levantados, demonstrando uma nova compreensão do contexto social. Essa etapa promove a superação do senso comum e o desenvolvimento de uma visão crítica e transformadora.

Na seção a seguir, discutiremos as HQ, e o seu potencial como recurso didático no ensino de Ciências.

3.3 Histórias em Quadrinhos como Ferramenta Didática Interdisciplinar

Nesta seção, propomo-nos a adentrar no universo das histórias em quadrinhos, investigando a sua evolução histórica e o papel que vêm desempenhando tanto na difusão cultural quanto na prática pedagógica. Inicialmente, apresenta-se um panorama histórico que traça a trajetória das HQ. Em seguida, discute-se a trajetória das HQ no cenário educacional brasileiro. Por fim, analisamos a potencialidade das histórias em quadrinhos na instrução de Ciências, destacando seu papel na democratização do conhecimento científico e na promoção da alfabetização científica.

3.3.1 *Origem e Evolução das Histórias em Quadrinhos*

Desde os primórdios, as HQ vêm ao encontro dos anseios da humanidade: um meio de comunicação simples que transmitisse de maneira intuitiva uma mensagem. Ao observarmos o passado, percebemos que as pinturas realizadas nas cavernas pelos primeiros seres humanos refletem exatamente isso. Sequências de imagens representando animais ou rituais de caça conseguiam transmitir, de forma satisfatória, uma mensagem clara (Santos; Vergueiro, 2012, p. 82).

Saidenberg (2013), complementa

A imagem foi a primeira forma de comunicação a ser utilizada pelo ser humano, desde tempos imemoriáveis. Antigas pinturas nas cavernas pré-históricas já retratavam cenas de caçadas, homens e animais em luta, às vezes em sequência, narrando uma história. A imagem deu origem à escrita, pois as primeiras formas de escrita humana (na China e no Egito) eram esquematizações de figuras humanas, animais, casas, etc. Assim surgiram os hieróglifos egípcios, que Champolion decifrou, revelando toda a história de um povo (Saidenberg, 2013).

Ainda segundo o autor, o primeiro desenho de humor de que se tem conhecimento é egípcio e representa animais assumindo papéis humanos e se comportando como tais (Figura 2).

Figura 2 – Primeiro desenho de humor que se conhece, segundo Saidenberg (2013).



Fonte: Saidenberg (2013, p. 5).

No século XI, foi produzida uma grande peça de tecido, com quase 70 metros de comprimento, conhecida como **Tapeçaria de Bayeux** - Figura 3. Ela representa os eventos que levaram à Conquista Normanda da Inglaterra e é composta por 58 cenas bordadas que narram essa história.

Figura 3 – Rei Eduardo. O chefe inglês Haroldo e seus *milites* para Bosham.



Fonte: <https://www.ricardocosta.com/tapeçaria-de-bayeux-c-1070-1080>

Entretanto, foi somente por meio da xilogravura e da arte religiosa (Figura 4) na

Europa medieval que a arte da ilustração renasceu (Id., 2013).

Figura 4 – Cristo desce ao limbo (1510).



Fonte: Dürer (1496-1510).

No final do século XIX, o jornal NY World, publicou, em fevereiro de 1894, uma história em imagens, que apresentava um bêbado em um bar usando uma máscara de teatro chinês assustando as pessoas. No entanto, a primeira obra em quadrinhos oficialmente reconhecida como HQ foi publicada pelo mesmo jornal em fevereiro de 1896, *Yellow Kid*, de Richard Felton Outcault (Figura 5), que, apesar de não apresentar os mesmos padrões atuais é considerada como precursora dos quadrinhos modernos.

No ano seguinte, o jornal lançou a série em quadrinhos *Os Sobrinhos do Capitão*, que continua sendo publicada até hoje (Saidenberg, 2013, passim).

No Brasil, as HQ sofreram influência de diversas partes do mundo, o que contribuiu para um desenvolvimento singular. A primeira obra de caricatura no país foi *A Campanha e o*

Figura 5 – “The Yellow Kid and his Phonograph”. Um momento histórico, introduzindo os balões de fala na série em 25 de outubro de 1896.



Fonte: <https://www.lambiek.net/artists/o/outcault.htm>

Cujo, de Manoel de Araújo, com estampa litográfica feita por Victor Larée (Figura 6).

Figura 6 – A Campainha e o Cujo, caricatura, charge, Jornal do Commercio, Manoel de Araújo Porto Alegre, 1937.



Fonte: Disponível em: Acesso ao documento

Foi nesse contexto que surgiu a charge no Brasil. E, em meados do século XIX, o humor gráfico brasileiro ganhou destaque em diversos jornais, nos quais vários artistas se destacaram na charge e na caricatura, publicando suas primeiras obras (Vergueiro, 2017; Saidenberg, 2013).

Os autores complementam, em 1897 Angelo Agostini (1843-1910) publicou na revista *O Malho* uma série de imagens em linguagem gráfica que pode ser considerada a primeira

HQ brasileira: *As aventuras de Zé Caipora* (Figura 7), tornando-se assim o precursor do gênero.

Figura 7 – As aventuras de Zé Caipora, primeira HQ brasileira.



Fonte: Agostini (2013, p. 10)

Posteriormente, surgiu a primeira revista especializada. *O Tico-Tico*, Figura 8, cujo primeiro número foi lançado em 1905, representando um marco para o meio no Brasil.

Figura 8 – O primeiro número de “O tico-tico, semanário das crianças” que circulou em 11 de outubro de 1905.



Fonte: <https://digital.bbm.usp.br/handle/bbm/8148>

Para Moraes Cunha (2021) e Pessoa (2016), as HQ são consideradas produtos da

indústria cultural, não apenas devido ao seu impacto econômico, mas também pelos temas abordados em suas tramas, que refletem a evolução da sociedade ao longo dos anos. E, sendo um elemento da indústria cultural, representam um meio de comunicação de massa em todo o mundo, pois apresentam uma notável capacidade de consumo, possuem uma linguagem acessível e podem ser facilmente difundidas por diversos meios, popularizando-se, especialmente, entre o público jovem o que as torna uma opção mais acessível em comparação a outros produtos culturais, como cinema, teatro e livros, por exemplo. Para Vilela (2014) as HQ

Foram publicadas com fins comerciais, portanto. Mas isso não impede que uma história em quadrinhos seja uma obra de arte ou que tenha pretensões intelectuais. Além do mero entretenimento, uma história em quadrinhos pode ter caráter informativo; institucional; educativo; didático e, até, de propaganda (ideias políticas) (Vilela, 2014).

Para Chicórá e Camargo (2017, p. 3),

As histórias em quadrinhos (HQ) constituem uma forma narrativa onde se apresentam situações por meio de imagens e diálogos em vários quadrinhos, colocados em sequência na horizontal. O potencial criativo e a linguagem associados à combinação de desenhos, cores e figuras, potencializam a utilização desse gênero textual em diversos meios de comunicação, tais como jornais e revistas (Chicórá; Camargo, 2017, p. 3).

Moraes Cunha (2021, p. 8) afirma que as HQ não só podem servir como elementos lúdicos em ambientes escolares, mas também como fontes valiosas para pesquisas históricas e sociais. Pessoa (2016, p. 8) complementa: “o caráter lúdico desse gênero desperta o prazer de ler e encoraja o indivíduo a se tornar o coautor das histórias.”

Ainda segundo Pessoa (Ibid., p. 11), as HQ apresentam uma linguagem de difícil definição, uma vez que nelas se entrelaçam diversos elementos, conferindo-lhes uma natureza midiática de sintaxe e gêneros complexos. O autor destaca que, frente a essa complexidade, vários pesquisadores empenham-se na busca por uma conceituação precisa das HQ, resultando em opiniões que, por vezes, convergem e, em outras ocasiões, divergem. E, essa forma de arte, é caracterizada pela combinação de imagens e textos, que possuem uma estrutura sequencial com o intuito de narrar uma história ou expor uma ideia (Eisner, 1989).

Ramos (2022, p. 17) conclui, “Quadrinhos são quadrinhos”, ou seja, eles empregam linguagem própria e autônoma, além de mecanismos específicos para representar os elementos narrativos.

3.3.2 *História em Quadrinhos na Educação*

Ramos (2022, p. 14), ao introduzir o seu livro *A leitura dos quadrinhos*, recorda que “houve um tempo no Brasil em que levar histórias em quadrinhos para a sala de aula era algo inaceitável”. De fato, a relação entre HQ e educação sempre passou por momentos de grande hostilidade.

Por muitos anos, as HQ foram condenadas por pais e professores e excluídas do contexto escolar, devido à desconfiança em relação aos efeitos que poderiam ter sobre os leitores, bem como à crença de que pouco contribuíam para o desenvolvimento moral e ético dos jovens, desviando-os de leituras consideradas “mais profundas” (Rama; Vergueiro, 2014).

Moya (1987, p. 7) reforça que as HQ surgiram ao mesmo tempo que o cinema, contudo enquanto o cinema foi reverenciado e elevado à categoria de “sétima arte”, os quadrinhos foram ignorados e até responsabilizados pela criminalidade infantojuvenil. Acreditava-se que as HQ faziam com que as crianças perdessem o interesse pela leitura e pelos estudos.

No entanto, apesar dessa relação nem um pouco amigável, houve professores que ousaram utilizá-las ocasionalmente em sala de aula, de forma tímida e geralmente sem um propósito metodológico específico, movidos principalmente pela ousadia e entusiasmo (Santos; Vergueiro, 2012, p. 82).

Com o passar do tempo, os argumentos daqueles contrários aos quadrinhos foram perdendo força, à medida que uma nova abordagem metodológica de pesquisa cultural estruturou sua evolução crítica, problematizando-os a partir da relação entre a reprodutibilidade técnica e o consumo em massa, fatores que deram origem a novas posições estético-informacionais para a obra de arte (Cirne, 1970, p. 9).

Segundo Rama e Vergueiro (2014), a inserção das HQ nos materiais didáticos brasileiros começou de forma tímida, geralmente para destacar alguns aspectos importantes dos conteúdos que, anteriormente, eram explicados exclusivamente por meio de textos escritos. Os autores apontam que, nesse primeiro momento, “as HQs apareciam nos livros didáticos em quantidade bastante restrita, pois ainda temia-se que sua inclusão pudesse ser objeto de resistência ao uso do material por parte das escolas” (Id., Ibid.).

Mas, esse cenário começou a mudar a partir de meados da década de 1990, “quando muitos autores de livros didáticos passaram a diversificar a linguagem no que diz respeito aos textos informativos e às atividades apresentadas como complementares para os alunos, incorporando a linguagem dos quadrinhos em suas produções” (Rama; Vergueiro, 2014).

Em 1997, o governo brasileiro, ao reconhecer a potencialidade do uso das HQ em sala de aula, iniciou a distribuição de obras para o ensino fundamental, seguindo as diretrizes do Programa Nacional Biblioteca na Escola (PNBE), cujo intuito, entre outros, era incentivar a leitura e o acesso à cultura.

No entanto, as HQ só foram incluídas oficialmente como recurso didático a partir da LDB (1996) e dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (1998), e, somente em 2019, foram incluídas no ensino médio (Freitas, 2023, p. 29). Além disso, a inserção de quadrinhos em livros didáticos, provas de vestibulares e no ENEM fez com que a sua presença na escola e na prática pedagógica dos professores se tornasse obrigatória (Ramos, 2022, p. 13).

Nos últimos anos, essa relação tem se tornado cada vez mais harmoniosa, possivelmente devido ao crescente número de estudos que destacam o potencial educativo das HQ (Cruz, 2018, p. 16). Segundo Gomes *et al.* (2023, p. 1171) “os quadrinhos são vistos como uma forma de incentivar a leitura, sendo utilizados até como método para ministrar aulas em diversas disciplinas”. Para Kovalik (2021, p. 18),

os quadrinhos não reduzem a demanda de vocabulário dos leitores, mas fornecem suporte para imagens, enredos rápidos e atraentes e menos texto. Eles são tão desafiadores quanto os romances em prosa em termos de nível de leitura e habilidade (Kovalik, 2021, p. 18)

A autora complementa, os professores arquitetam diversas maneiras de inserir as HQ em sua prática pedagógica. Muitos as utilizam para ajudar os estudantes a desenvolverem as habilidades de leitura e compreensão, exatamente as mesmas que pais e professores de décadas passadas temiam que as HQ reprimissem (Ibid., p. 21-22).

Segundo Rama e Vergueiro (2014), as HQ abordam temas variados e são escritas em uma linguagem de fácil compreensão, utilizando expressões do cotidiano dos leitores e introduzindo novas palavras aos estudantes. Ainda para os autores, as HQ atendem “à necessidade dos estudantes de utilizar um repertório próprio de expressões e valores de comunicação, comuns ao grupo em que se encontram inseridos, sem agredir seu vocabulário habitual, como ocorre em algumas produções literárias”.

Para o professor da Universidade Federal do Pernambuco (UFPE) e idealizador do projeto EduQuadrinhos² Fábio Paiva,

² O grupo de pesquisa do EduQuadrinhos surgiu em 2021, envolvendo diversos pesquisadores de diferentes universidades do Brasil. Ligado à Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), mais informações em <https://www.eduquadrinhos.com/>

Os quadrinhos já estão muito próximos aos estudantes, pois estão presentes no cotidiano de todos nós, através dos próprios gibis ou pelo cinema e produtos em geral. Ao chegarem nas escolas e participarem dos processos de ensino-aprendizagem, certamente contribuem para o desenvolvimento educacional e permanecem como uma opção de acesso a conhecimento (CNPQ, 2022).

Andrade (2018, p. 16) argumenta que as HQ estão presentes na vida de muitos jovens desde a infância, seja como forma de entretenimento, seja como auxílio no processo de alfabetização. Ele acrescenta, ainda que o potencial didático das HQs ainda não seja amplamente reconhecido, “é inegável sua força atrativa entre crianças e jovens, visto a grande expansão desse mercado no Brasil, onde são publicados, atualmente, mais de cem títulos por mês” Ibid..

Nakamura, Voltolini e Bertoloto (2020), destacam que

a leitura de histórias em quadrinhos favorece uma aprendizagem prazerosa, colabora para a formação do leitor e do processo de ensino-aprendizagem da escrita. Entendemos que é possível, por meio da literatura de história em quadrinhos, que se caracteriza pela sequência dos quadros combinando imagem e texto, formar cidadãos leitores capazes de atuar no contexto social dialogando e produzindo novos textos (Nakamura; Voltolini; Bertoloto, 2020).

Em consonância com isso, Rama e Vergueiro (2014), afirmam que essas histórias são especialmente úteis para exercícios de compreensão de leitura, além de servirem como fontes inspiradoras para estimular os métodos de análise e síntese das mensagens, o que, no ensino de Ciências, proporciona uma alternativa inclusiva e atrativa para os estudantes, estimulando o seu interesse e promovendo a sua participação ativa no processo de ensino e aprendizagem. Com efeito, a competência geral 2 da BNCC (Brasil, 2018a, p. 9) afirma que, no ensino de Ciências, é preciso

exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das Ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (Brasil, 2018a, p. 9).

Diante do exposto, a inclusão das HQs como ferramenta metodológica não só torna o aprendizado de Ciências mais agradável e acessível, mas também desperta o interesse dos estudantes, proporcionando o desenvolvimento de habilidades essenciais para a análise, reflexão e criação de soluções para problemas das diversas áreas do conhecimento.

3.3.3 As Histórias em Quadrinhos e o Ensino de Ciências

De uma forma geral, não existem regras sobre como utilizar as HQ em sala de aula, elas podem ser utilizadas de diversas formas e em diversos momentos, como para introduzir um tema ou aprofundar um conceito já visto anteriormente, entre outras possibilidades.

Segundo Luyten (2011, p. 21) alguns professores utilizam as HQ por entendem que o ensino começa a partir da obtenção da atenção dos alunos. Para outros, porém, elas não atendem às suas propostas educacionais. No entanto, é comprovada a sua eficácia para o ensino e para as necessidades de aprendizagens dos estudantes. Entretanto, o seu sucesso do uso depende da criatividade do professor e da adequação às características e necessidades dos alunos (Rama; Vergueiro, 2014). Como destaca Vilela (2014), quando inseridas em um plano bem estruturado, as HQ são um recurso pedagógico poderoso.

Adicionalmente, Paiva (2022), em *Histórias em Quadrinhos – trajetória e importância a partir de pesquisas científicas* (CNPQ, 2022), afirma que

as HQs podem contemplar todos os temas possíveis e há material vasto para se usar como referência. Após pesquisa o professor certamente encontrará uma obra adequada ao conteúdo que quer trabalhar, desde a educação infantil ao ensino superior ou pós-graduação (CNPQ, 2022).

Cruz (2018, p. 16 - 17) complementa “é exatamente esse caráter multidisciplinar das Histórias em Quadrinhos que tem contribuído na sua inserção como instrumento metodológico nas diversas áreas do conhecimento e em todos os níveis de ensino”.

Além disso, as HQ apresentam diversos motivos que contribuem para seu bom desempenho nas escolas e, que nos permite obter resultados muito mais positivos do que aqueles que seriam obtidos sem a sua utilização. Dentre tais motivos, Rama e Vergueiro (2014) destacam, entre outros:

As histórias em quadrinhos aumentam a motivação dos estudantes para o conteúdo das aulas, aguçando sua curiosidade e desafiando seu senso crítico; [...] As revistas de histórias em quadrinhos versam sobre os mais diferentes temas, sendo facilmente aplicáveis em qualquer área; [...] Elas podem ser utilizadas tanto como reforço a pontos específicos do programa como para propiciar exemplos de aplicação dos conceitos teóricos desenvolvidos em aula; [...] As histórias em quadrinhos são escritas em linguagem de fácil entendimento, com muitas expressões que fazem parte do cotidiano dos leitores; [...] As histórias em quadrinhos são especialmente úteis para exercícios de compreensão de leitura e como fontes para estimular os métodos de análise e síntese das mensagens (Rama; Vergueiro, 2014).

Os pontos mencionados acima são apenas alguns exemplos de como as HQ contribuem de forma positiva no processo de ensino e aprendizagem, ao passo que apresentam argumentos favoráveis à sua utilização em sala de aula.

Diante disso, a incorporação de HQ no ensino de Ciências, sob uma abordagem interdisciplinar, pode se revelar uma ferramenta de grande relevância na abordagem adotada neste trabalho, pois abrange diversos componentes curriculares, como física, química, biologia e

geografia, possibilitando explorar de forma integrada diversos conceitos, proporcionando aos estudantes uma visão mais ampla e contextualizada da Ciência e, ao mesmo tempo, construir conhecimentos, habilidades e valores essenciais para tomar decisões responsáveis sobre questões relacionadas à Ciência e tecnologia na sociedade, bem como enfrentar e solucionar situações reais de seu cotidiano.

Contudo, a utilização de HQ não deve ser exageradamente valorizada e não pode ser vista meramente como uma maneira de tornar as aulas mais dinâmicas e atrativas para os estudantes. Seu uso requer, por parte do professor, um planejamento elaborado e com objetivos de ensino bem definidos, caso contrário o seu emprego acaba sendo pouco produtivo.

Com efeito, é importante ressaltar que as histórias em quadrinhos não devem ser encaradas como uma panaceia capaz de “remediar todos os males” da educação, atendendo aos mais diversos objetivos educacionais, como se fossem uma espécie de “fórmula mágica” capaz de transformar água em vinho (Rama; Vergueiro, 2014).

De acordo com Silva e Santos (2024), por possuírem caráter interdisciplinar, as HQ, possibilitam integrar diversos componentes curriculares promovendo uma compreensão mais ampla e contextualizada da Ciência, além de despertar o interesse e a participação ativa dos alunos, contribuem para o desenvolvimento de habilidades essenciais para lidar com problemas reais. Para Kovalik (2021, p. 21-22),

No ensino de Física não é diferente, visto que os tópicos da disciplina tendem a exigir diagramas e explicações visuais para acompanhar o texto. Não é exagero imaginar que a mudança de informações de um livro didático densamente ilustrado para um estilo de história em quadrinho passe a ser mais divertido (Kovalik, 2021, p. 21-22).

Freitas (2023, p. 56) e Andrade (2018, p. 44) apontam que o uso das HQ no ensino de Física apresenta diversas vantagens. Em muitos momentos, os objetos do conhecimento precisam ser fragmentados no espaço e no tempo, e as HQ permitem essa abordagem de maneira mais próxima à realidade dos estudantes. Dessa forma, tornam-se uma nova forma de aprender, afastando-se do formalismo dos livros didáticos e tornando o ensino de física mais eficiente, lúdico e prazeroso.

A relação entre a Ciência e as HQ no Brasil começou com a revista *Ciência Popular*, uma publicação mensal que circulou entre 1948 e 1960. A revista tinha como foco a educação e a divulgação científica, abordando, entre outros temas, as Ciências exatas e naturais (Silva, 2009, p. 10).

Na década de 1950, a Editora EBAL (Editora Brasil-América Ltda.), fundada por Adolfo Aizen (1904-1991) em 1945, lançou, em outubro de 1953, o primeiro número da revista *Ciência em Quadrinhos*, que tinha como tema principal o ar e a atmosfera conforme mostra a Figura 9.

Figura 9 – Ciência em quadrinhos nº1.



Fonte: <http://www.guiadosquadrinhos.com/edicao/ciencia-em-quadrinhos-n-1/ci001100/47924>

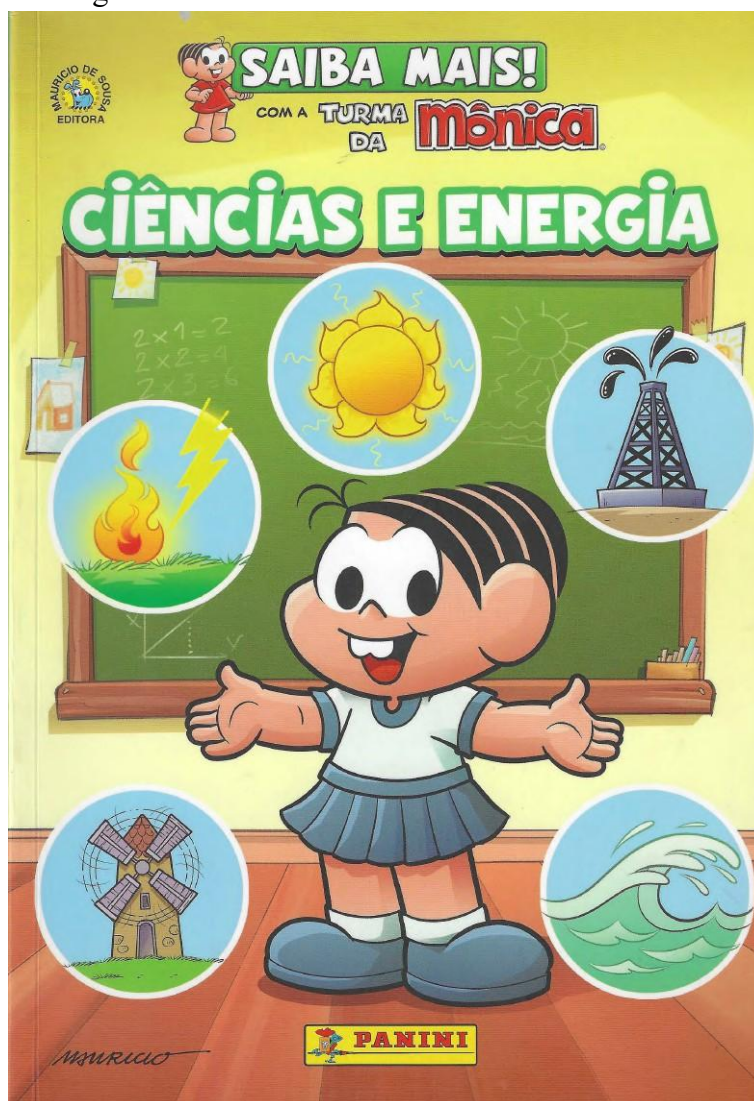
O periódico foi publicado entre outubro de 1953 e setembro de 1958, inicialmente com edições mensais e, a partir de janeiro de 1954, passou a ser bimestral.

Fioravanti, Andrade e Marques (2016, p. 1193) destacam que as HQ nacionais focadas na Ciência possuem um traço em comum, que é a preocupação: “fazer o leitor entender conceitos científicos ou conhecer personagens importantes da Ciência nacional”. Dentro desse contexto, podemos destacar a série *Saiba Mais com a Turma da Mônica*, de Mauricio de Sousa,

voltada para o público infantojuvenil.

Dentre os títulos, ressalta-se o título *Saiba Mais com a Turma da Mônica – Ciência e Energia* - Figura 10, que, segundo o autor, busca levar o aprendizado de forma lúdica e eficaz, com intuito de promover educação e cidadania por meio de leituras descontraídas, característica das HQ (Sousa, 2012, p. 7).

Figura 10 – Saiba Mais com a Turma da Mônica: Ciências e energia.



Fonte: Sousa (2012).

Ademais, encontramos diversas publicações voltadas para o ensino de Física e Ciências de modo geral. Entre as obras disponíveis no mercado, destaca-se a série japonesa *Guia Mangá*, publicada no Brasil pela Novatec Editora, que oferece uma forma fácil e divertida para o ensino de Ciências e Matemática. A série, que é um grande sucesso no Japão e nos Estados Unidos, é destinada a estudantes e professores de diferentes níveis de ensino (Figura 11).

Figura 11 – Série *Guia Mangá*.



Fonte: <https://novatec.com.br/manga.php>

Destacamos a *Coletânea Ciência em quadrinhos* (Oliveira; Malafaia, 2023), elaborada com o objetivo de contribuir para a popularização da Ciência e das HQ, compreendidas como “potencial ferramenta para trabalhar as descobertas científicas com um amplo público” (Oliveira; Malafaia, 2023).

As histórias presentes na coletânea foram desenvolvidas com base em artigos científicos publicados por pesquisadores brasileiros e estrangeiros em periódicos de reconhecida relevância internacional. Vale ressaltar que tais pesquisadores participaram ativamente da elaboração das histórias. Conforme afirmam os autores,

Acreditamos que nosso trabalho, se configura em uma iniciativa inovadora e alternativa de popularizar o conhecimento científico produzido e elaborado em diferentes instituições, a partir de uma abordagem que coloca os pesquisadores/cientistas como coparticipes do processo de popularização de seus estudos, partindo do pressuposto de que isso estreita as relações entre o desenvolvimento científico e tecnológico e a popularização do conhecimento gerado. Dentre suas aplicabilidades, destacamos os contextos de ensino da educação básica (Oliveira; Malafaia, 2023).

As histórias abordam temáticas de relevância social, como meio ambiente e saúde, e têm como público-alvo os estudantes da educação básica, visando promover o interesse e a apropriação do conhecimento científico desde os primeiros anos da formação escolar

Além disso, muitos livros didáticos incluem HQ em alguns exercícios ou como forma de exemplificar o conteúdo de maneira geral. Como exemplo, podemos citar o livro *Física Conceitual* (Hewitt, 2015), assim como a coleção de livros de Física (*Mecânica, Física Térmica,*

Óptica e Eletromagnetismo) elaborada pelo Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF) (2006), entre outros.

4 ENERGIA E SUAS TRANSFORMAÇÕES

Neste capítulo, abordamos os conceitos fundamentais relacionados à energia e suas diversas formas, destacando a importância das transformações energéticas na vida cotidiana e nos processos naturais. Adicionalmente, realizamos uma análise do desenvolvimento histórico das teorias associadas à energia, buscando a interdisciplinaridade por meio da integração de conceitos.

4.1 Introdução à Energia e suas Formas

O conceito de energia é vasto e não pode ser facilmente definido de maneira clara e objetiva. Ao analisarmos os principais livros-texto de física utilizados nos cursos de Física Básica, percebemos um consenso entre os autores quanto à dificuldade em encontrar uma definição precisa para o conceito de energia.

Halliday, Resnick e Walker (2013, 149) por exemplo, a definem como um escalar associado ao estado ou condição de um corpo ou conjunto de corpos, no entanto, ressaltam que essa definição ainda é bastante vaga. Segundo Tipler e Mosca (2009, p. 169), a energia é uma grandeza escalar associada a partículas e sistemas de partículas.

Para Hewitt (2015, p. 114), a energia é abstrata, e “não podemos ver, cheirar ou tocar a maioria das formas de energia. [...] Embora energia nos seja familiar, é difícil defini-la, pois ela não é apenas uma “coisa”, mas uma coisa e um processo juntos - como se fosse um substantivo e um verbo”. Ainda segundo o autor, pessoas, lugares e objetos possuem energia. No entanto, na maioria das vezes, só conseguimos observá-la quando está sendo transferida ou transformada.

A energia desempenha um papel essencial em nosso cotidiano. Podemos percebê-la de diferentes formas, desde a energia fornecida pelos alimentos que consumimos até a energia fornecida pelas usinas nucleares, por exemplo. A energia encontra-se nos mais diversos fenômenos, o que a torna um dos conceitos mais importantes da física.

Um aspecto crucial da energia é que a sua quantidade total no universo é constante, ou seja, a energia é conservada, podendo ser transformada de uma forma para outra, porém não pode aparecer do nada ou desaparecer sem deixar rastro (Urone; Hinrichs, 2012, p. 252). Young e Freedman (2016, p. 190) enfatizam: “A importância do conceito de energia reside no *princípio da conservação de energia*: a energia é uma grandeza que pode ser convertida de uma forma para outra, mas que não pode ser criada nem destruída” (grifo dos autores).

A compreensão mais eficaz da energia ocorre ao observarmos as diversas formas em que ela se manifesta e os variados processos de transformação pelos quais passa. Dentre essas formas de energia, destacam-se a energia mecânica (cinética, potencial, elástica), elétrica, térmica, química, entre outras. A seguir, abordaremos de forma mais específica algumas destas formas de energia.

4.2 Energia cinética

A energia cinética (K) é uma forma de energia que está associada ao estado de movimento de um corpo, assim quanto mais rápido um objeto se move, maior será a sua energia cinética. Se o objeto está em repouso, então a sua energia cinética será nula. Para um objeto de massa m movendo-se com uma velocidade de módulo v , a energia cinética será dada por:

$$K = \frac{1}{2}mv^2. \quad (4.1)$$

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de medida de energia cinética, ou qualquer outra forma de energia, é o joule (J). Assim, definimos o joule como:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}. \quad (4.2)$$

4.3 Trabalho e aplicações

Ao realizarmos atividades cotidianas, como caminhar, correr, subir ou descer escadas, puxar, empurrar ou erguer objetos, atividades que exigem esforço físico ou mental despendem certa quantidade de nossa energia, o que, cotidianamente, chamamos de trabalho. Fisicamente, podemos definir trabalho como sendo a quantidade de energia transferida de um objeto ou para um objeto, devido a ação de uma força aplicada sobre o mesmo, podendo ser positivo (quando a energia é transferida para o objeto), negativo (quando a energia é transferida pelo objeto) ou nulo.

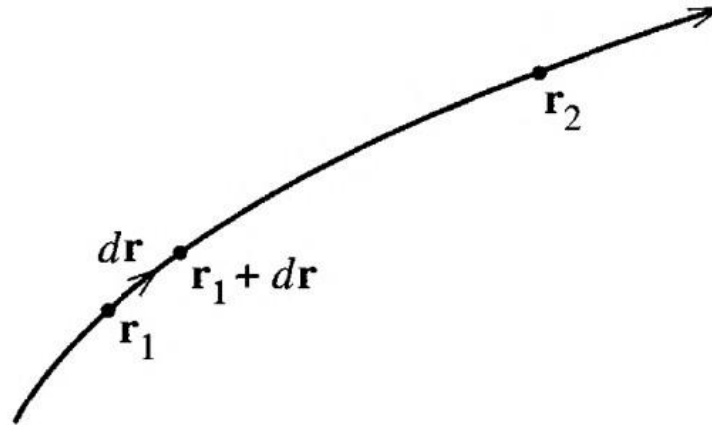
Para entender melhor como se dá a transferência de energia entre corpos, vamos observar o que foi escrito por Halliday, Resnick e Walker (2016):

O termo *transferência* pode ser enganador; não significa que um objeto material entre no objeto ou saia do objeto. A transferência não é como um fluxo de água; ela se parece mais com a transferência eletrônica de dinheiro entre duas contas bancárias: o valor de uma das contas aumenta, o valor da outra conta diminui, mas nenhum objeto material é transferido de uma conta para a outra (Halliday; Resnick; Walker, 2016).

4.3.1 Cálculo do trabalho

Vamos considerar uma partícula se deslocando entre dois pontos de uma trajetória qualquer, conforme ilustrado na figura 12.

Figura 12 – Três posições de uma partícula, \vec{r}_1 , $\vec{r}_1 + d\vec{r}$ e \vec{r}_2 , em uma trajetória qualquer.



Fonte: Taylor (2005, p. 112).

A energia cinética da partícula é expressa pela equação 4.1, e, de acordo com a Segunda Lei de Newton, a força resultante sobre ela é dada por:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}, \quad (4.3)$$

onde $\vec{p} = m\vec{v}$ é o momento linear da partícula. Assim, podemos reescrever a equação 4.3 da seguinte maneira:

$$\vec{F} = \frac{d}{dt}(m\vec{v}) \Rightarrow \vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt}. \quad (4.4)$$

Tomando $v^2 = \vec{v} \cdot \vec{v}$ e derivando a equação 4.1 em relação ao tempo, temos:

$$\frac{dK}{dt} = \frac{1}{2} m \frac{d}{dt}(\vec{v} \cdot \vec{v})$$

aplicando as regras de derivação, temos

$$\frac{dK}{dt} = \frac{1}{2} m \left(\frac{d\vec{v}}{dt} \cdot \vec{v} + \vec{v} \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} \right)$$

portanto,

$$\frac{dK}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} \cdot \vec{v}. \quad (4.5)$$

Substituindo a equação 4.3 na equação 4.5, temos

$$\frac{dK}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}, \quad (4.6)$$

multiplicando os dois lados da equação acima por dt e sabendo que o produto $\vec{v}dt$ corresponde ao deslocamento $d\vec{r}$ realizado pela partícula entre os pontos \vec{r} e $\vec{r} + d\vec{r}$, temos

$$dK = \vec{F} \cdot d\vec{r}. \quad (4.7)$$

O lado esquerdo da equação 4.7 corresponde a variação infinitesimal da energia cinética ao longo do deslocamento $d\vec{r}$, e o lado direito é o trabalho realizado pela força \vec{F} durante o mesmo deslocamento. O que está disposto na equação 4.7, corresponde ao **Teorema do trabalho-energia cinética**, que pode ser enunciado da seguinte maneira: “a variação da energia cinética de uma partícula entre dois pontos próximos ao longo da trajetória é igual ao trabalho realizado pela força resultante ao longo do deslocamento entre esses pontos” (Taylor, 2005, p. 106).

Os resultados mostrados na equação 4.7 correspondem a um deslocamento infinitesimal $d\vec{r}$. Para generalizar o resultado anterior, tomemos um deslocamento entre dois pontos \vec{r}_1 e \vec{r}_2 . Se somarmos o trabalho realizado pela força em cada deslocamento infinitesimal entre os pontos \vec{r}_1 e \vec{r}_2 , temos

$$\Delta K = \sum \vec{F}(\vec{r}) \cdot d\vec{r}, \quad (4.8)$$

onde $\Delta K = K_2 - K_1$ é a variação da energia cinética da partícula no deslocamento entre \vec{r}_1 e \vec{r}_2 . Assim, no limite em que todos os deslocamentos $d\vec{r}$ tendem a zero, o somatório da equação 4.8 torna-se uma integral, então

$$\Delta K = \int \vec{F}(\vec{r}) \cdot d\vec{r}. \quad (4.9)$$

A integral mostrada na equação 4.9 representa o trabalho realizado pela força \vec{F} no deslocamento de \vec{r}_1 para \vec{r}_2 , ou seja, podemos definir o trabalho realizado pela força como

$$W = \int \vec{F}(\vec{r}) \cdot d\vec{r}. \quad (4.10)$$

No caso específico de uma força constante sendo aplicada sobre partícula, a equação 4.10 se reduz a:

$$W = Fr \cos \theta, \quad (4.11)$$

onde, θ é o ângulo formado entre a direção de aplicação da força \vec{F} e a direção do deslocamento \vec{r} . O trabalho, assim com a energia, é uma grandeza escalar, e pode ser positivo, negativo ou nulo a depender da direção de aplicação da força e do deslocamento efetuado pela partícula, de acordo com o que se segue:

- i. Se a força aplicada sobre a partícula possui uma componente na mesma direção e sentido do deslocamento, então o trabalho será *positivo*.
- ii. Se a força aplicada sobre a partícula possui uma componente no sentido contrário ao deslocamento, então o trabalho será *negativo*, pois $F \cos \theta < 0$ para $90^\circ < \theta \leq 180^\circ$.
- iii. Se a direção de aplicação da força é perpendicular a direção do deslocamento, então o trabalho será *nulo*, ou seja, a força não realiza nenhum trabalho sobre a partícula.

4.3.2 Trabalho realizado pela força gravitacional

Seja o trabalho realizado por uma força dado pela equação 4.9. Vamos determinar o trabalho realizado sobre um objeto sob a ação exclusiva da força de atração gravitacional da Terra. Para tanto, vamos considerar a força gravitacional, também conhecida como força peso, como sendo

$$\vec{F}_g = -m\vec{g}, \quad (4.12)$$

onde \vec{g} é a aceleração da gravidade local. O sinal de negativo se deve ao fato da força ser de atração, cujo módulo é $F_g = mg$, com direção perpendicular à superfície da Terra e sentido para o centro da Terra. Sendo a força gravitacional constante, o trabalho realizado por ela é determinado pela equação 4.11, logo:

$$W = \pm mgh, \quad (4.13)$$

onde h é o desnível vertical entre as posições y_1 e y_2 medidas em relação ao solo.

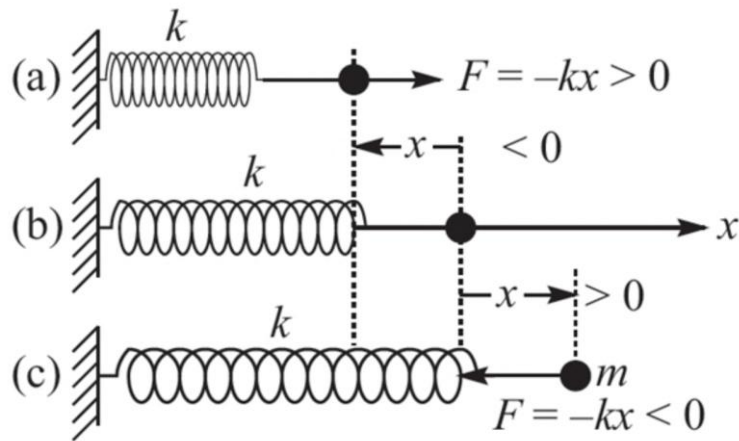
O trabalho realizado pela força gravitacional pode assumir valores positivos ou negativos a depender do sentido do movimento da partícula, se a partícula está em uma trajetória orientada para cima, o trabalho realizado pela força gravitacional será negativo. Quando a trajetória estiver orientada para baixo o trabalho será positivo.

4.3.3 Trabalho realizado pela força elástica

A Figura 13(b) representa um sistema mecânico simples e crucial, composto por uma partícula de massa m presa a extremidade de uma mola, cuja outra extremidade encontra-se

fixa. Para esticarmos a mola até uma posição x , além da sua condição natural de relaxamento, precisamos aplicar uma força de igual intensidade nas duas extremidades dela. Ao fazer isso, notamos que a força exercida pela mola varia linearmente com a “deformação” (deslocamento da posição de equilíbrio), seja ela distendida, como mostra a Figura 13(c), ou comprimida, Figura 13(a).

Figura 13 – Sistema massa-mola. Lei de Hooke.



Fonte: Nussenzveig (2002, p. 86)

É notório que a força exercida pela mola, apresentada no parágrafo anterior, busca retornar o sistema a sua condição de equilíbrio, como uma força restauradora proporcional à deformação \vec{x} . Para deformações suficientemente pequenas, a força mencionada anteriormente, pode ser expressa pela **Lei de Hooke**:

$$\vec{F}_{el} = -k\vec{x}, \quad (4.14)$$

onde k é uma constante positiva chamada de *constante elástica da mola*, e é medida, de acordo com SI, em $\frac{N}{m}$. Para calcular o trabalho realizado pela \vec{F}_{el} , vamos observar o gráfico da força elástica F em função da deformação x da mola, Figura 14,

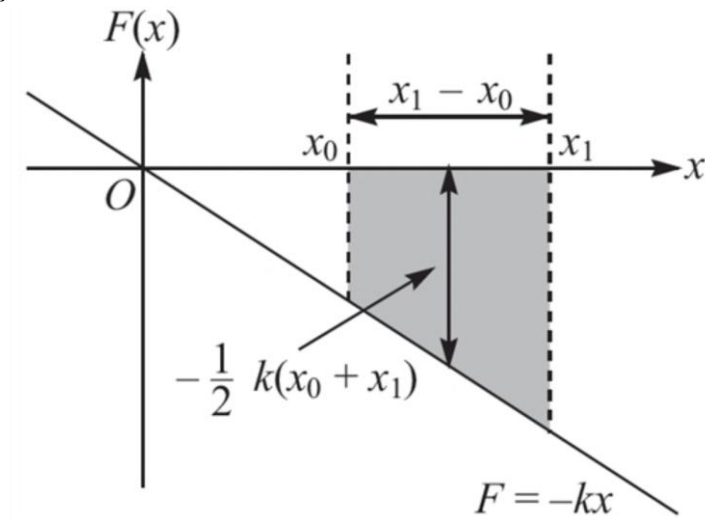
O trabalho realizado pela força elástica \vec{F}_{el} , será dado pela equação 4.9. Ao combinar as equações 4.9 e 4.14, temos:

$$W = -k \int_{x_0}^{x_1} x dx,$$

calculando a integral acima temos

$$W = -k \frac{x^2}{2} \Big|_{x_0}^{x_1},$$

Figura 14 – Gráfico da força elástica em função da deformação da mola.



Fonte: Nussenzveig (2002, p. 112)

aplicando os limites de integração, vem

$$W = -k \frac{x_1^2}{2} - \frac{x_0^2}{2} ,$$

assim o trabalho realizado pela força é

$$W = -\frac{1}{2} k(x_1^2 - x_0^2) ,$$

portanto,

$$W = \frac{1}{2} kx_0^2 - \frac{1}{2} kx_1^2 . \quad (4.15)$$

O trabalho realizado pela força elástica pode assumir um caráter positivo ou negativo, dependendo da direção da transferência total de energia, que pode ocorrer da partícula para a mola ou vice-versa. Portanto, de acordo com a equação 4.15, o trabalho será positivo se a posição x_1 está mais próxima da posição de equilíbrio e negativo, se x_1 estiver mais afastada da posição de equilíbrio.

4.3.4 Trabalho realizado pela força de atrito

Quando dois corpos interagem por contato direto entre suas superfícies, chamamos essa interação de força de contato. Uma dessas forças é a força de atrito (f_{at}). A força de atrito surge quando um objeto está deslizando, ou tentando deslizar, sobre uma superfície.

A força de atrito é paralela à superfície de contato e possui sentido oposto ao sentido do movimento do objeto. Portanto, o trabalho ($W_{f_{at}}$) realizado pela força de atrito é sempre **negativo**.

4.3.5 Trabalho realizado pela força magnética

Vamos considerar uma partícula com carga Q se movimentando em uma trajetória qualquer, devido a ação da força magnética

$$\vec{F}_{mag} = Q(\vec{v} \times \vec{B}) . \quad (4.16)$$

O trabalho dW_{mag} realizado pela força é dado por

$$dW_{mag} = \vec{F}_{mag} \cdot d\vec{l} , \quad (4.17)$$

se Q movimenta uma distância $d\vec{l} = \vec{v}dt$, o trabalho realizado é

$$\begin{aligned} dW &= Q(\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} \Rightarrow \\ dW &= Q(\vec{v} \times \vec{B}) \cdot \vec{v}dt , \end{aligned}$$

portanto,

$$dW = 0 , \quad (4.18)$$

pois $(\vec{v} \times \vec{B})$ é, por definição, perpendicular a \vec{v} , logo $(\vec{v} \times \vec{B}) \cdot \vec{v} = 0$.

Logo, **forças magnéticas não realizam trabalho.**

4.4 Energia potencial

Energia potencial (U) é uma forma de energia que está associada a configuração de um sistema de corpos que está sujeito a ação de uma força conservativa. De acordo com Taylor (2005, p. 111), uma força é dita **Conservativa**, se e somente se satisfaz as seguintes condições:

- i. A força \vec{F} depende apenas da posição \vec{r} da partícula, de modo que $\vec{F} = \vec{F}(\vec{r})$;
- ii. Para quais dois pontos 1 e 2 trabalho realizado pela força \vec{F} , é o mesmo para todos os caminhos entre 1 e 2.

Portanto, o trabalho realizado pela força independe da trajetória seguida pela partícula, dependendo apenas da posição final e inicial da mesma. E, se a partícula se desloca em uma trajetória fechada (em que a posição inicial coincide com a posição final), o trabalho é nulo.

Podemos também definir uma força conservativa da seguinte maneira: uma força é considerada conservativa se o trabalho W realizado por ela puder sempre ser expresso como a diferença de uma certa quantidade de energia, $U(\vec{r})$, entre os pontos inicial e final de sua

trajetória (Alonso; Finn, 2007, p. 201). Essa quantidade de energia, que é função da posição da partícula, é chamada de *energia potencial* e pode ser expressa da seguinte forma:

$$\Delta U = - \int_{r_1}^{r_2} \vec{F}(\vec{r}) \cdot d\vec{r}, \quad (4.19)$$

ou seja,

$$W = -\Delta U,$$

portanto,

$$W = U_1 - U_2, \quad (4.20)$$

onde, U_1 e U_2 são, respectivamente, a energia potencial da partícula nas posições inicial e final.

Os autores complementam: “energia potencial é uma função das coordenadas tal que a diferença entre seus valores na posição inicial e na posição final é igual ao trabalho realizado sobre a partícula para movê-la da posição inicial até a posição final” (*Id. Ibid*, p. 202).

De uma forma mais geral, podemos definir a energia potencial como

$$U = -\vec{\nabla} \vec{F}(\vec{r}), \quad (4.21)$$

onde $\vec{\nabla} \vec{F}$ é denominado *gradiente* de \vec{F} , sendo $\vec{\nabla}$ definido como

$$\vec{\nabla}(x,y,z) = \frac{\partial}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial}{\partial y} \hat{j} + \frac{\partial}{\partial z} \hat{k}. \quad (4.22)$$

4.4.1 Energia potencial gravitacional

A energia potencial associada a um sistema formado pela Terra e uma partícula próxima a sua superfície é chamada de energia potencial gravitacional. Se a partícula está se deslocando de uma altura y_1 para uma altura y_2 , a variação da energia potencial associada ao sistema Terra-partícula é dada pela equação 4.20, assim,

$$\Delta U = -mg(y_1 - y_2),$$

portanto

$$\Delta U = mgh, \quad (4.23)$$

onde, $h = y_2 - y_1$ é o desnível vertical entre os pontos y_2 e y_1 .

4.4.2 Energia potencial elástica

A energia potencial elástica é a energia associada ao estado de deformação de uma mola ou de um sistema elástico. Sendo a força elástica dada pela equação 4.14 para uma deformação \vec{x} do sistema, a energia potencial elástica é dada por

$$W = \frac{1}{2}kx^2, \quad (4.24)$$

onde k é a constante elástica da mola. Para a posição de equilíbrio, onde $x = 0$, a energia potencial do sistema é nula, logo, da equação 4.20 vem:

$$U = \frac{1}{2}kx^2, \quad (4.25)$$

que é a energia potencial elástica do sistema para uma deformação $x \neq 0$.

4.5 Energia mecânica

A Figura 15, mostra um pêndulo com massa presa em uma das suas extremidades. O pêndulo oscila em diversas posições, conforme indica a figura. A variação da energia cinética da partícula (massa presa à extremidade do pêndulo) ao deslocar-se da posição (a) para a posição (b) é dada pela equação 4.9.

Por outro lado, o trabalho realizado pela força pode ser definido pela equação 4.19, combinado as duas equações, temos:

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

ou seja,

$$K_b - K_a = U_a - U_b, \quad (4.26)$$

reorganizando os termos da equação acima, temos

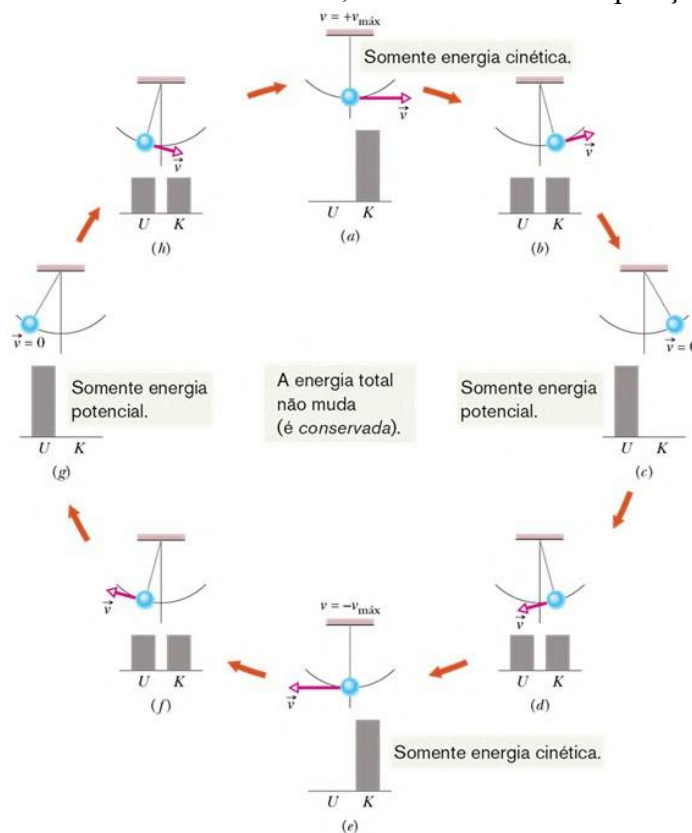
$$K_a + U_a = K_b + U_b. \quad (4.27)$$

Assim, definimos a energia mecânica E_M da partícula como sendo a soma das energias cinética e potencial. Matematicamente,

$$E_M = K + U. \quad (4.28)$$

Portanto, a equação 4.27 demonstra que a energia mecânica, para um sistema de forças conservativas, é conservada.

Figura 15 – Um pêndulo, com massa concentrada em um peso na extremidade inferior, oscila em diferentes posições.



Fonte: Halliday, Resnick e Walker (2016, p. 184)

4.6 Energia através do tempo

Desde os tempos mais antigos, a energia tem desempenhado papel fundamental na sobrevivência e no progresso da humanidade. O domínio do fogo, considerado a primeira forma de energia utilizada pela humanidade, constituiu um marco fundamental, ao possibilitar o preparo de alimentos, a iluminação de ambientes e a proteção contra ameaças externas.

A madeira era amplamente utilizada na construção de casas, edifícios e navios, além de servir como principal fonte de combustível. No entanto, esse recurso não era inesgotável, especialmente na Inglaterra. Diante da ameaça de escassez de madeira, os ingleses passaram a buscar alternativas mais acessíveis de combustível. Foi nesse contexto que o carvão mineral começou a ser utilizado de forma generalizada, substituindo progressivamente a madeira (Mazzoni, 2022).

Muito antes do advento das usinas hidrelétricas e das torres eólicas, a humanidade já utilizava a energia proveniente da água e dos ventos em atividades cotidianas. Tais fontes eram aplicadas, principalmente, em mecanismos como os moinhos (Figura 16), empregados para moer e triturar grãos, bem como para bombear água (Empresa de Pesquisa Energética, 2025).

Figura 16 – Representação de moinhos que utilizavam a energia da água e do vento.



Fonte: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/o-que-e-energia>

Com o passar do tempo, novas fontes de energia foram sendo descobertas, exploradas e aprimoradas, impulsionando transformações científicas, tecnológicas e sociais que moldaram o desenvolvimento das civilizações.

“A partir da época dos grandes descobrimentos, o carvão mineral foi substituindo a lenha, até então considerada como a principal fonte de energia utilizada pelo homem” (Universidade de São Paulo, 1999). O carvão mineral foi um dos principais responsáveis por impulsionar a Revolução Industrial, ao servir de fonte de energia para as máquinas a vapor. Por meio dessas máquinas, tornou-se possível produzir bens manufaturados em larga escala e reduzir significativamente o tempo de deslocamento entre as cidades, com o uso de trens e navios à vapor. Hoje, o principal uso da combustão direta do carvão é na produção de energia elétrica por meio de usinas termoeletricas. “Essa tecnologia está bem desenvolvida e é economicamente competitiva”.

“Carvão e vapor trabalharam juntos para criar um mundo recém-industrializado, mas ainda era um mundo que teríamos dificuldade em reconhecer hoje. Por um lado, o mundo industrial inicial estava preso na idade das trevas, a necessidade de iluminação artificial impulsionou a descoberta de petróleo e eletricidade” (Mazzoni, 2022).

Com o passar do tempo, a energia elétrica passou a substituir o carvão mineral nos processos industriais. Considerada uma forma de energia mais nobre, sua conversão em outras formas era significativamente mais eficiente.

No final do século XIX, o petróleo e seus derivados passaram a exercer grande influência nas transformações do mundo moderno. Já no século XX, teve início o uso do gás natural em usinas termoeletricas, consolidando-se como a fonte de energia com maior crescimento global.

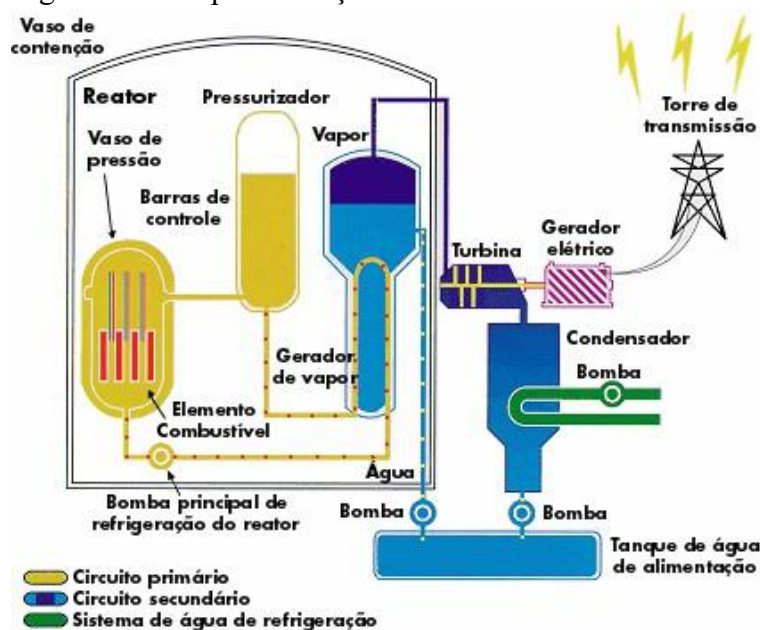
Outra importante forma de energia que surgiu no século XX foi a energia nuclear.

Inicialmente utilizada na construção de bombas atômicas, passou posteriormente a ser aproveitada em usinas termonucleares para a geração de eletricidade.

A energia nuclear é proveniente de reações que ocorrem no núcleo de certos átomos chamados de radioativos. Estas reações, em geral, dividem um átomo de um elemento químico em dois átomos diferentes liberando uma grande quantidade de energia. Quando isso acontece, dizemos que ocorreu a "fissão nuclear". Na natureza, o único elemento natural que encontramos para realizar a fissão nuclear é o Urânio. O urânio é um mineral encontrado na natureza com relativa abundância e antes de ser usado, passa por processos de purificação e concentração (chamados enriquecimento). (Empresa de Pesquisa Energética, 2025).

A energia liberada durante o processo de fissão nuclear aquece a água, gerando vapor em alta pressão. Esse vapor movimentava turbinas, que acionam os geradores responsáveis pela produção de energia elétrica, conforme ilustrado na Figura 17.

Figura 17 – Esquemática de uma usina termonuclear.



Fonte: <https://extra.globo.com/economia-e-financas/angra-3-veja-os-riscos-as-vantagens-da-energia-nuclear-bandeiras-tarifarias-poderiam-acabar-23814625.html>

4.7 Fontes de Energia

A energia pode ser obtida a partir da transformação de diversos recursos naturais, que possuem diferentes origens. As fontes de energia são classificadas em dois tipos: primárias e secundárias. As fontes primárias são aquelas encontradas diretamente na natureza, como o Sol,

a água e o vento. Já as fontes secundárias são resultantes da transformação das fontes primárias, como é o caso da eletricidade, da gasolina e de outros derivados do petróleo.

As fontes primárias de energia podem ser classificadas em renováveis e não renováveis. As fontes renováveis são aquelas que se renovam continuamente na natureza, mesmo com o uso constante, podendo, por isso, ser consideradas inesgotáveis.

Entre os principais exemplos estão: a energia hídrica (proveniente da água dos rios), a energia solar (captada a partir da luz do sol), a energia eólica (gerada pelos ventos), a biomassa (obtida de matéria orgânica), a energia geotérmica (oriunda do calor do interior da Terra) e a energia oceânica (proveniente das marés e das ondas) (Empresa de Pesquisa Energética, 2025).

Já as fontes não renováveis possuem um processo de formação extremamente lento em comparação ao ritmo de consumo humano, o que as torna esgotáveis. As fontes de energia não renováveis são finitas ou esgotáveis. Para a maioria delas, a reposição na natureza ocorre de forma extremamente lenta, resultado de processos que levam milhões de anos sob condições específicas de temperatura e pressão. Quanto mais essas fontes são utilizadas, menor se torna o estoque disponível. São exemplos de fontes não renováveis: petróleo, carvão mineral, gás natural e energia nuclear (Id., 2025).

As futuras necessidades energéticas devem ser supridas por fontes alternativas que sejam, ao mesmo tempo, confiáveis, acessíveis à população mundial e ambientalmente sustentáveis. Um exemplo é a energia eólica, que não polui nem contribui para a devastação do planeta.

A energia eólica é uma fonte potencial de energia renovável com raízes que remontam há muito tempo. A primeira turbina eólica para gerar eletricidade foi construída na Escócia em 1887! A energia eólica foi especialmente popular na primeira metade do século XX, especialmente nas áreas rurais. No entanto, não decolou completamente. A quantidade de energia que o vento é capaz de gerar é severamente limitada (Mazzoni, 2022).

A capacidade instalada de produção de energia eólica no Brasil já representa cerca de 13,5% da matriz energética do país, segundo dados do Ministério de Minas e Energia (2024).

Dentro desse contexto, além da energia eólica, destaca-se também a energia solar, outra fonte alternativa que se mostra promissora por ser limpa, renovável, acessível e com baixo impacto ambiental.

A energia solar é uma fonte inesgotável que pode ser aproveitada na forma de calor ou na forma de luz. Para aproveitamento do calor, os raios do sol atingem a superfície dos painéis coletores térmicos, que aquecem a água no seu interior. A água quente pode ser utilizada nas residências (chuveiros, piscinas, torneiras, máquina de lavar, etc.), em processos industriais ou na

geração de eletricidade. A eletricidade pode ser gerada diretamente a partir da luz (nos painéis fotovoltaicos) ou através do aproveitamento do calor (na usina heliotérmica) (Empresa de Pesquisa Energética, 2025).

Mazzoni (2022, Local do kindle 157) argumenta que “o principal obstáculo da energia eólica e solar é o fator de capacidade – ou seja, quanto tempo eles estão realmente gerando eletricidade. As turbinas eólicas fornecem energia apenas 34,7% do tempo, enquanto a energia solar fornece apenas 27,2% do tempo”.

No capítulo a seguir, abordaremos a metodologia empregada neste estudo, assim como os instrumentos metodológicos utilizados para sua execução e o desenvolvimento do processo de aplicação do produto educacional.

5 METODOLOGIA E APLICAÇÃO

Para a realização deste projeto, optamos por uma abordagem de pesquisa que se assemelha a uma pesquisa de natureza qualitativa, do tipo pesquisa-ação, por entender que a mesma proporciona ao pesquisador uma compreensão mais profunda do objeto de estudo, tornando-o parte integrante do mesmo.

Rausch, Sopelsa e Tomelin (2022, p. 55), enfatizam que a pesquisa-ação é uma abordagem que se expande para diversas áreas do conhecimento, indo além do contexto educacional, uma vez que oferece inúmeras possibilidades investigativas em uma ampla gama de cenários.

Para Tripp (2005, p. 445), “a pesquisa-ação educacional é principalmente uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos.”

Lodi (2023) vai além,

A Pesquisa-ação assume a função de diagnosticar uma situação, iniciar a ação, fazer o devido acompanhamento, desencadeando novas ações. Uma característica importante da Pesquisa-ação é a intenção mudar uma determinada realidade social, proporcionando benefício a todos os envolvidos no processo (Lodi, 2023, p. 1591).

A pesquisa-ação só fará sentido quando respaldada por uma intensa mobilização coletiva, na qual todos os envolvidos, sejam pesquisadores ou membros da população objeto de estudo, estejam alinhados com valores de cooperação.

Nesse contexto, a interação e o comprometimento de todos os participantes se tornam essenciais no decorrer do processo, cujo propósito é encontrar soluções para um problema concreto (Rausch; Sopelsa; Tomelin, 2022, p. 57). Isso se alinha ao contexto da PHC, fortalecendo a relação entre teoria e prática e garantindo que o conhecimento produzido contribua para a transformação da sociedade.

5.1 Desenvolvimento da sequência didática

A sequência didática apresentada foi elaborada com base na proposta de transposição didática formulada por Gasparin (2011, p. 188-190), de acordo com os métodos da PHC, propostos por Saviani (2018, p. 122). Essa proposta organiza-se em cinco passos que orientam o trabalho pedagógico da PHC, conduzindo da prática social inicial a uma nova prática social, por meio da mediação da teoria.

Os cinco passos que compõem a sequência didática são: *prática social inicial, problematização, instrumentalização, catarse e retorno à prática social*. A seguir, descreve-se o processo de desenvolvimento desta sequência.

Inicialmente, foi delimitado o tema **Energia e Sustentabilidade**. A partir dessa definição, estabeleceu-se o objetivo geral: *compreender as fontes de energia e seus impactos no meio ambiente e na sociedade, refletindo sobre a sustentabilidade*. Com base nesse objetivo, foram definidos os objetivos específicos e as habilidades da BNCC que pretendemos desenvolver com esta sequência didática organizados conforme os tópicos de conteúdo:

- **Tópico 1 – Energia e suas diferentes formas**

Objetivo específico: compreender o conceito de energia, suas formas de obtenção e transformação, analisando suas características e implicações ambientais.

Habilidades:

EM13CNT101: Analisar e utilizar conhecimentos sobre matéria, energia, transformações e interações para interpretar fenômenos naturais, processos tecnológicos e questões ambientais.

EM13CNT202: Discutir o papel da energia nos processos produtivos e nos modos de vida contemporâneos, com base em princípios científicos e tecnológicos.

- **Tópico 2 – Fontes de energia renováveis e não renováveis**

Objetivo específico: diferenciar as fontes de energia renováveis e não renováveis, compreendendo suas aplicações, limitações e os impactos ambientais decorrentes de seu uso.

Habilidades:

EM13CNT201: Analisar diferentes formas de energia, suas transformações e transferências em sistemas físicos, reconhecendo implicações sociais, econômicas e ambientais.

EM13CNT104: Avaliar implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas do uso de tecnologias associadas às Ciências da Natureza em diferentes contextos.

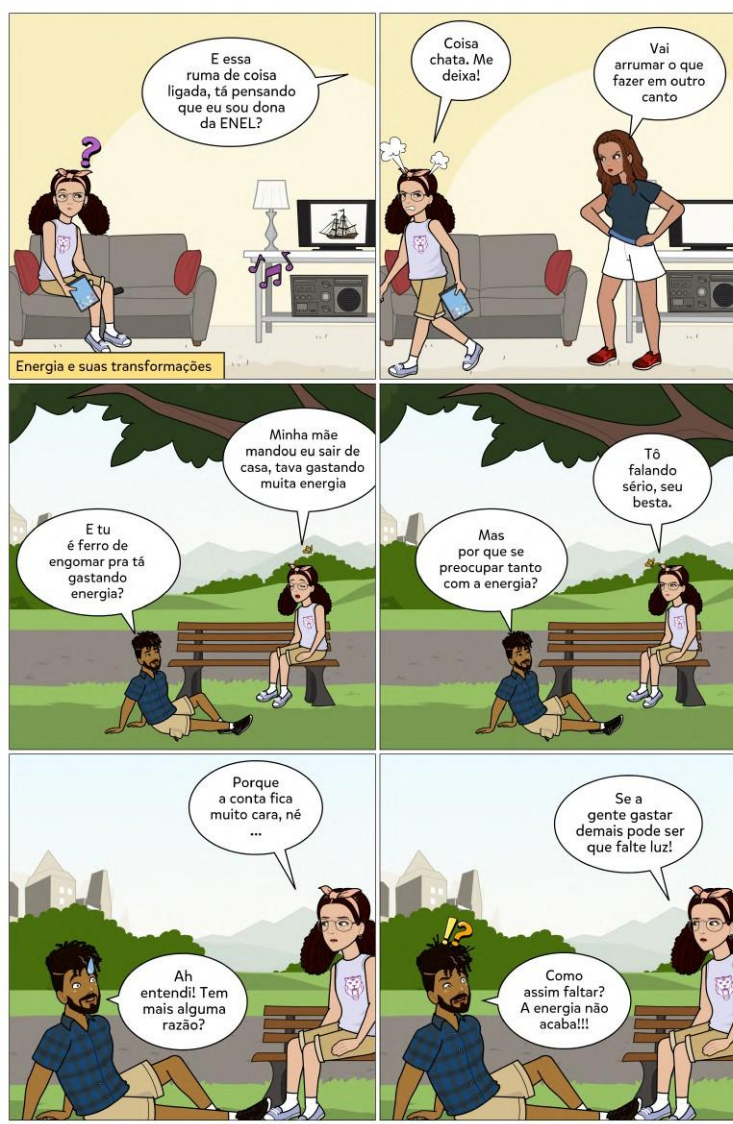
Primeira etapa: Prática Social Inicial

Na primeira etapa da sequência didática, é apresentada aos estudantes uma história em quadrinhos¹ que retrata uma situação cotidiana: uma adolescente utilizando simultaneamente

¹ HQ confeccionada através da plataforma *pixton.com*.

diversos aparelhos elétricos, Figura 18.

Figura 18 – HQ: De olho na conta de energia!



Fonte: Autoria própria.

A leitura é realizada pelos estudantes; no caso daqueles que apresentam dificuldade de leitura, a mediação é feita pelo(a) professor(a), que realiza a leitura coletiva.

Essa atividade tem como objetivo introduzir o tema de forma contextualizada, promovendo a identificação dos estudantes com a situação apresentada. Em seguida, o(a) professor(a) realiza uma escuta ativa a partir de dois direcionamentos:

- a) **Levantamento de saberes prévios:** o(a) professor(a), em seu planejamento, se coloca no lugar dos estudantes e antecipa possíveis conhecimentos prévios que possam ser mobilizados sobre o tema;

De acordo com o tema abordado nesta sequência didática, podemos citar:

O funcionamento básico de uma hidrelétrica; a transformação da energia mecânica em energia elétrica; a conversão da energia elétrica em energia térmica, como no uso do ferro de passar roupa; entendimento inicial sobre o uso sustentável da energia, fontes renováveis, energia solar, e preservação ambiental.

- b) **Levantamento de interesses:** o(a) professor(a) registra os questionamentos, curiosidades e expectativas expressas pelos estudantes em relação ao conteúdo a ser desenvolvido. Segue como exemplo:

Como podemos definir energia de forma clara e compreensível? Quais são as principais fontes de energia e como podemos classificá-las? De que maneira a energia pode se transformar de uma forma para outra? Quais são as diferenças entre energia cinética e energia potencial, e quais são suas principais características?

Ao final dessa etapa, o(a) professor(a) conduz uma discussão coletiva sobre as respostas fornecidas pelos estudantes, promovendo o diálogo e a escuta ativa. Para concluir, realiza-se um levantamento das concepções dos estudantes a respeito dos efeitos do uso indiscriminado de energia.

É fundamental que o(a) professor(a) registre as respostas e os principais pontos levantados durante a discussão, de modo a subsidiar as etapas subsequentes da sequência didática.

Segunda etapa: Problematização

Na etapa de problematização, busca-se identificar os principais problemas sociais relacionados ao uso da energia e suscitar nos estudantes a necessidade de compreender os fundamentos científicos, históricos, econômicos e ambientais que envolvem a temática. Essa etapa é dividida em dois momentos complementares:

1. Discussão orientada

O(a) professor(a) propõe aos estudantes um conjunto de questões para estimular a reflexão crítica sobre a temática. Os questionamentos podem ser realizados oralmente, em formato de roda de conversa, ou de forma escrita, conforme as especificidades da turma:

- O que vocês entendem por energia?
- O que pode acontecer se utilizarmos vários aparelhos elétricos ao mesmo tempo?
- Quais tipos de energia vocês conhecem?

- O que sabem sobre as fontes de energia?
- Quais as fontes de energia vocês utilizam em casa?
- Existe a possibilidade de ficarmos sem energia? Por quê?
- O que vocês gostariam de aprender sobre energia e sustentabilidade?
- Por que precisamos de energia no nosso dia a dia?

2. *Análise das dimensões do conteúdo*

Em seguida, analisam-se quais conceitos científicos são necessários para compreender e abordar essas questões. O(a) professor(a) seleciona as dimensões mais relevantes ao tema e levanta questionamentos em relação a cada uma delas. No presente caso, as dimensões são:

- **Científica:** Qual a diferença entre fontes renováveis e não renováveis de energia?
- **Histórica:** Como se deu a evolução das fontes de energia ao longo do tempo?
- **Econômica:** De que maneira é possível reduzir os custos com energia nas residências?
- **Social e Ambiental:** Quais os impactos do uso da energia sobre as comunidades locais e o meio ambiente global?

Essas dimensões subsidiam a organização dos conteúdos que serão abordados na próxima etapa da sequência didática, a *instrumentalização*, momento em que os estudantes terão contato direto com os conhecimentos científicos sistematizados.

Terceira etapa: Instrumentalização

Nesta etapa, o(a) professor(a) fornece aos estudantes os instrumentos teóricos e práticos necessários para compreender e enfrentar o problema identificado nas etapas anteriores. É o momento da sistematização dos conhecimentos científicos, em consonância com as dimensões selecionadas na problematização.

Ações didático-pedagógicas

O(a) professor(a) deve selecionar e aplicar técnicas de ensino, dinâmicas, atividades e recursos que possibilitem a apropriação dos conteúdos científicos. Neste trabalho, utilizam-se histórias em quadrinhos como recurso metodológico para tornar os conceitos mais acessíveis aos estudantes da rede pública.

Os estudantes realizam a leitura e análise das HQ didáticas da série *Saiba Mais! com a Turma da Mônica – Energia* (Sousa, 2012). As histórias abordam conceitos como fontes renováveis e não renováveis, transformações e conservação de energia. Após a leitura, o(a) professor(a) conduz discussões orientadas e atividades de fixação para consolidar os conhecimentos construídos.

Recursos utilizados

Histórias em quadrinhos educativas — série *Saiba Mais! com a Turma da Mônica – Energia* (Sousa, 2012) (anexo C) e *Guia Mangá de Física - Mecânica Clássica* (Nitta; Takatsu, 2010), anexo B.

Quarta etapa: Catarse

Na etapa da catarse, busca-se promover a síntese dos conhecimentos apropriados pelos estudantes, transformando a compreensão do objeto de estudo e gerando uma nova postura frente à realidade.

Síntese

O(a) professor(a) assume o papel de mediador, auxiliando os estudantes na elaboração de uma síntese crítica sobre os conteúdos estudados. Os alunos, individualmente ou em grupos, expressam o que aprenderam, relacionando os conceitos às suas vivências e ao contexto social.

Avaliação

A avaliação pode ocorrer de forma diversificada: por meio de questões discursivas, debates, apresentações orais ou produções escritas. No presente trabalho, propõe-se que os estudantes elaborem coletivamente uma HQ, na qual cada aluno contribui com um quadro ilustrado, representando um conceito ou aplicação prática relacionado à energia.

Quinta etapa: Retorno à Prática Social

Na etapa final, os estudantes são convidados a aplicar os conhecimentos adquiridos em situações concretas de seu cotidiano, promovendo uma nova forma de relação com a realidade

— transformada pela mediação do saber científico.

Atividade proposta

O(a) professor(a) propõe que os estudantes elaborem propostas para o uso consciente e sustentável da energia, tanto no ambiente escolar quanto em suas residências, com foco na redução do consumo e no aproveitamento de fontes renováveis.

Reflexão final

Em grupo, os estudantes discutem a importância da sustentabilidade energética e refletem sobre como pequenas ações individuais e coletivas podem gerar impactos positivos na sociedade e no meio ambiente.

Essa sequência didática favorece uma abordagem interdisciplinar, conectando conceitos de Ciência, Sociedade e Sustentabilidade, e envolve os estudantes ativamente na construção e aplicação do conhecimento, conforme propõe o método prática-teoria-prática da PHC.

5.2 Aplicação do produto educacional

A aplicação do produto educacional, apresentado na seção 5.1, ocorreu no período de 14 de abril a 26 de maio de 2025, na Escola de Ensino Médio em Tempo Integral (EEMTI) Governador Adauto Bezerra, localizada em Iguatu, Ceará, durante a disciplina eletiva de “*História em Quadrinhos na Ciência*”, com a participação de 37 estudantes, dos quais 35 são neuro típicos (sendo que 5 possuem alguma NEE) e 2 com TEA (sendo um associado à DI), da 2ª série do ensino médio, e, seguiu o cronograma de aulas a seguir:

Quadro 1 – Distribuição das etapas da sequência didática.

Data	Etapas	Nome da Etapa	Duração
14/04	1	Prática Social Inicial	2 aulas (100 min)
24/04	1	Prática Social Inicial	1 aula (50 min)
28/04	2	Problematização	2 aulas (100 min)
05/05	3	Instrumentalização	2 aulas (100 min)
12/05	3	Instrumentalização	2 aulas (100 min)
19/05	4	Catarse	2 aulas (100 min)
26/05	5	Retorno à Prática Social	2 aulas (100 min)

Fonte: Elaborado pelo autor.

1º Momento: Prática Social Inicial

O primeiro momento de aplicação do produto educacional ocorreu nos dias 14 (duas aulas de 50 minutos) e 24 (uma aula de 50 minutos) de abril de 2025. Inicialmente, foi apresentado aos estudantes o tema das aulas que seriam desenvolvidas nas semanas seguintes. Logo depois, foram apresentados os objetivos que queríamos alcançar e as habilidades que se pretendia desenvolver.

Na sequência, explicou-se aos estudantes que o conteúdo seria abordado por meio de um processo teórico-metodológico fundamentado em uma determinada orientação político-pedagógica, cuja finalidade é a transformação social. Em seguida, foram apresentadas aos estudantes algumas tirinhas que abordavam o tema em questão e logo após foi realizada a leitura pelo professor para melhor compreensão de todos.

Após a leitura, foi aplicado um teste diagnóstico com os estudantes para determinar os seus saberes prévios. Simultaneamente, foi realizada a arguição oral com os estudantes que apresentam dificuldades na leitura.

Diante dos resultados do teste diagnóstico e da arguição oral, foi possível identificar os principais conhecimentos prévios dos estudantes, entre os quais se destacam: *O funcionamento básico de uma hidrelétrica; a transformação da energia mecânica em energia elétrica; a conversão da energia elétrica em energia térmica, como no uso do ferro de passar roupa; entendimento inicial sobre o uso sustentável da energia, fontes renováveis, energia solar, e preservação ambiental.*

Na sequência, realizou-se o levantamento dos interesses, curiosidades e expectativas dos estudantes sobre o tema abordado, que incluíram as seguintes questões:

Como podemos definir energia de forma clara e compreensível? Quais são as principais fontes de energia e como podemos classificá-las? De que maneira a energia pode se transformar de uma forma para outra? Quais são as diferenças entre energia cinética e energia potencial, e quais são suas principais características?

Por fim, foi realizada uma discussão sobre as respostas fornecidas pelos estudantes na arguição oral e no teste aplicado.

2º Momento: Problematização

No início do segundo momento, foi explicado aos estudantes que o objetivo daquelas aulas era identificar os principais problemas sociais relacionados ao uso da energia, além de despertar nos estudantes a necessidade de compreender os fundamentos científicos, históricos, econômicos e sociais que envolvem a energia e seus usos.

Esse momento foi dividido em duas aulas, de 50 minutos de duração cada, com duas etapas que se complementam. Inicialmente, foi realizada uma discussão orientada, na qual foi proposto aos estudantes um conjunto de questionamentos com intuito de estimular a reflexão crítica sobre a temática. Essa atividade aconteceu no estilo roda de conversa visando a melhor participação de todos. Seguem os questionamentos levantados:

- O que vocês entendem por energia?
- O que pode acontecer se utilizarmos vários aparelhos elétricos ao mesmo tempo?
- Quais tipos de energia vocês conhecem?
- O que sabem sobre as fontes de energia?
- Quais as fontes de energia vocês utilizam em casa?
- Existe a possibilidade de ficarmos sem energia? Por quê?
- O que vocês gostariam de aprender sobre energia e sustentabilidade?
- Por que precisamos de energia no nosso dia a dia?

Ao final desta etapa, deu-se início à análise das dimensões do conteúdo (objetos do conhecimento), com o objetivo de identificar quais conceitos científicos são necessários para compreender as questões levantadas anteriormente. Foram discutidas as principais dimensões referentes ao tema, e, a partir delas foram feitos os seguintes questionamentos:

Dimensões:

- **Científica:** Qual a diferença entre fontes renováveis e não renováveis de energia?
- **Histórica:** Como se deu a evolução das fontes de energia ao longo do tempo?
- **Econômica:** De que maneira é possível reduzir os custos com energia nas residências?
- **Social e Ambiental:** Quais os impactos do uso da energia sobre as comunidades locais e o meio ambiente global?

Com base nessas dimensões, o professor organizou os objetos do conhecimento que foram trabalhados na etapa seguinte da sequência didática.

3º Momento: Instrumentalização

No terceiro momento da sequência didática, o professor esclareceu aos estudantes que eles teriam contato direto com o conhecimento sistematizado, ou seja, o conhecimento desenvolvido pela ciência de uma maneira lógica, estruturada e organizada.

Nesta etapa, foram fornecidos os instrumentos teóricos e práticos necessários à compreensão e ao enfrentamento dos problemas identificados anteriormente. Esse é o momento de **sistematização dos conhecimentos**, em consonância com as dimensões selecionadas na etapa anterior.

Para tanto, foi utilizado como principal ferramenta metodológica, duas histórias em quadrinhos, a primeira, retirada do livro “Guia Mangá de Física – Mecânica Clássica” (Nitta; Takatsu, 2010, p. 151-179) e a segunda, da série “Saiba Mais! com a Turma da Mônica – Energia” (Sousa, 2012, p. 50-72).

Esse terceiro momento foi realizado entre os dias 05 e 12 de maio, com duração de duas aulas cada um. Nas primeiras aulas foram introduzidos os conceitos gerais de energia, energia cinética, energia potencial e conservação da energia. Os alunos foram divididos em grupos de seis a oito participantes cada um. Inicialmente, foi disponibilizado o tempo de 25 minutos para que os estudantes fizessem a leitura em grupo da primeira HQ. Após a leitura, foi dado início da explicação dos conteúdos, sempre fazendo referência ao que foi apresentado nos quadrinhos.

Foi realizada uma aula expositiva dialogada, iniciando com o conceito de energia. Perguntou-se aos alunos:

“De acordo com a leitura dos quadrinhos, como podemos definir o que é energia?”

As respostas estavam sempre associadas a exemplos de tipos de energia como:

“tem a energia elétrica”, “eu sei o que é, mas não consigo explicar, mas tem a energia nuclear, a energia do movimento”, “energia solar, energia eólica”, “energia cinética e potencial”, etc.

Outras respostas ouvidas foram:

“é o que produz movimento”, “a capacidade de produzir trabalho”, “é aquilo que gera movimento”.

Diante das respostas, o professor esclarece aos estudantes que de fato a energia é algo difícil de definir e que a melhor forma de compreendê-la é observar os seus diferentes tipos e transformações.

Partindo das respostas dos estudantes sobre o que é energia, foram introduzidos dois conceitos importantes de energia, a **energia cinética** e a **energia potencial**.

*“Quando perguntei o que é energia, alguns falaram que existiam vários tipos de energia, como a energia cinética, outros falaram que existia a energia do movimento, pois bem! Vamos falar agora da energia que está associada ao movimento, a **energia cinética**!”* Em seguida, foi explicado o conceito de energia cinética, suas aplicações no cotidiano e sua expressão matemática. Aproveitou-se o momento para definir a unidade de medida de energia, o **joule (J)**.

Na aula seguinte, seguiu-se o mesmo roteiro: foram reservados 25 minutos para a leitura da segunda parte do mangá, que abordava os conceitos de **energia potencial** e **energia mecânica**. Na sequência, iniciou-se a explicação do conceito de energia potencial, destacando a existência de dois tipos de energia potencial: a **energia potencial gravitacional** e a **energia potencial elástica**, suas aplicações no cotidiano e as diferenças entre elas.

Durante a explicação, destacou-se:

“Enquanto a energia potencial gravitacional provém da interação de um objeto (ou conjunto de objetos) com a Terra sempre que este é erguido da sua superfície, a energia potencial elástica surge a partir da deformação de um objeto elástico, como uma mola – igual a baladeira! enfatizou um estudante – por exemplo. As duas dependem da posição do objeto em relação ao ponto de referência. A primeira depende da altura em relação à superfície da Terra e a segunda, depende da deformação em relação a posição de equilíbrio da mola ou elástico (no caso da baladeira)”.

Por fim, definiu-se a **energia mecânica** como sendo composta pela soma das energias cinética e potencial e demonstrou-se um dos princípios fundamentais da natureza, o **princípio da conservação da energia**.

Assim, conclui-se a primeira etapa do momento de instrumentalização. A seguir é relatado como se deu a segunda etapa, utilizando quadrinhos da série *“Saiba Mais! com a Turma da Mônica”* como recurso didático metodológico.

Na segunda etapa da instrumentalização, realizada em duas aulas, os estudantes foram convidados a ler a HQ *“Saiba Mais com a Turma da Mônica – Energia”*. Como a história se desenvolve em duas partes, o tempo de leitura agora foi de 50 minutos

Após a leitura, foi realizada uma roda de conversa sobre as formas e fontes de energia abordadas nos quadrinhos, bem como sobre a evolução do uso de energia através do tempo. Além

disso, foram discutidos os conceitos de energias renováveis e não renováveis, identificando-se as suas principais características, formas e fontes.

Por fim, foi discutido os impactos ambientais, econômicos e sociais decorrentes do uso indiscriminado da energia, como o aumento no valor da conta de luz, poluição do meio ambiente, racionamento de energia, entre outros.

4º Momento: Catarse

Neste momento, os estudantes, organizados em grupos, elaboraram uma síntese do conhecimento adquirido na etapa anterior. Ou seja, expressaram o que aprenderam, relacionando os conteúdos às suas vivências e ao contexto social em que estão inseridos. Trata-se da expressão do novo conhecimento apropriado e da reformulação da visão de mundo dos estudantes a partir dessa vivência pedagógica.

É também nesse momento que se realiza a avaliação da aprendizagem. Para isso, foi proposto que os grupos construíssem, de forma colaborativa, uma HQ, na qual cada integrante contribuísse com, ao menos, um quadro que apresentasse um conceito ou uma aplicação prática relacionada à energia, de modo que todos participassem de forma ativa do processo criativo contribuindo para a aprendizagem coletiva.

Além disso, foi sugerida a possibilidade de apresentação oral da síntese construída, como forma alternativa de expressão dos conhecimentos.

Na etapa seguinte, ocorreram as apresentações das produções elaboradas pelos estudantes.

5º Momento: Prática Social Final

Por fim, no quinto momento, retornamos à prática social — agora ressignificada pelo saber científico construído ao longo do percurso. Nesse estágio, os estudantes foram convidados a aplicar os conhecimentos adquiridos em situações concretas do cotidiano, promovendo uma nova forma de se relacionar com a realidade.

Esse momento teve duração de duas aulas de 50 minutos cada. Nele, foram realizadas as apresentações das HQs produzidas e, por parte de alguns grupos, também a apresentação oral da síntese. As produções e ideias levantadas pelos alunos estão dispostas a seguir:

Na Figura 19 temos uma HQ produzida por um grupo de estudantes com NEE, nela não há balões de fala ou diálogos porém foi feita a apresentação oral por parte dos estudantes e,

nessa apresentação, foi explicado o que estava disposto nas imagens.

Figura 19 – História produzida pelos estudantes - grupo 1



Fonte: Elaborado pelos estudantes

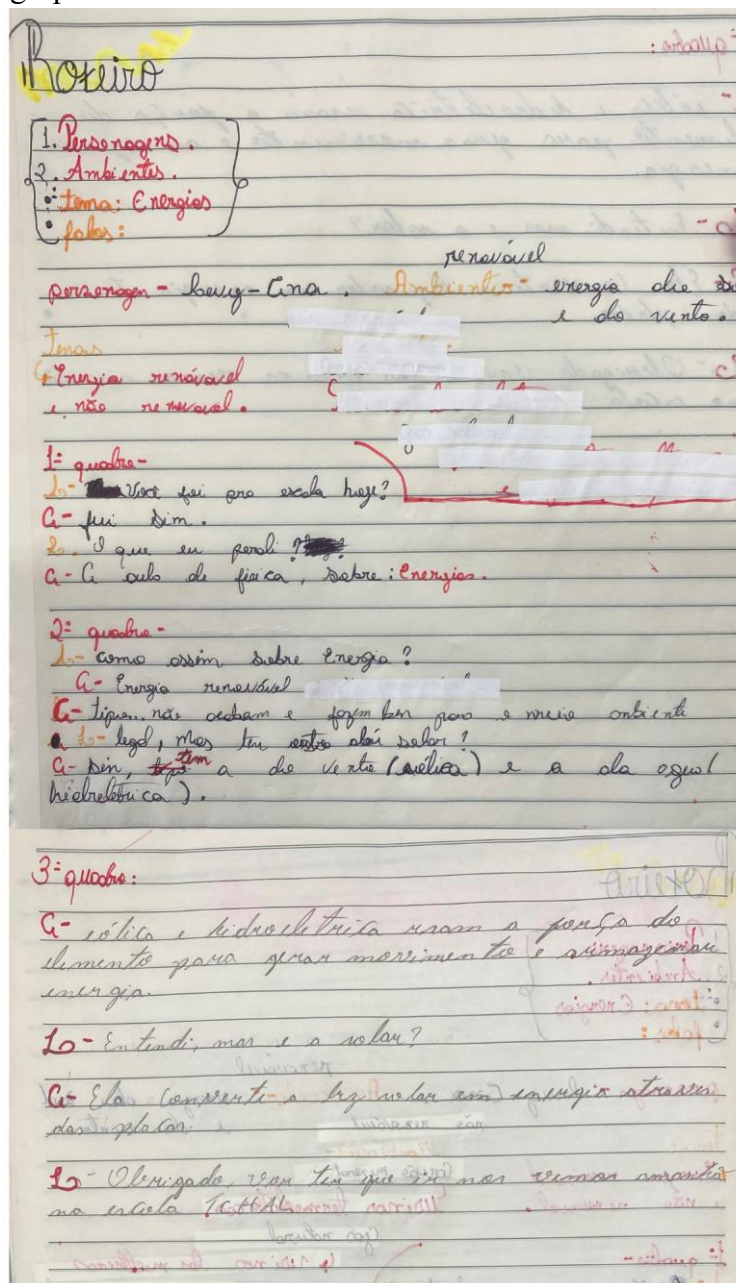
“Na imagem temos um adolescente que estava em casa com vários aparelhos ligados na energia (elétrica) e de repente ele pensou que esse uso poderia trazer algum prejuízo para a sua casa e para o meio ambiente e resolveu sair de casa e conversar com um amigo e este amigo lhe contou tudo sobre energia e de que forma deveria usar a energia para proteger o meio ambiente”.

Um outro grupo, que também contava com estudantes com NEE, produziu sua HQ de acordo com o roteiro apresentado na Figura 20, que apresenta a conversa de dois estudantes sobre energias renováveis e não renováveis, que foi o assunto da aula do dia.

Após o roteiro produzido, o grupo de estudantes (com o auxílio do professor) utilizou a plataforma *pixton.com* para produzir a sua HQ, em formato digital para distribuir entre os

colegas de turma através de aplicativos de mensagens. A HQ produzida pode ser observada Figura 21.

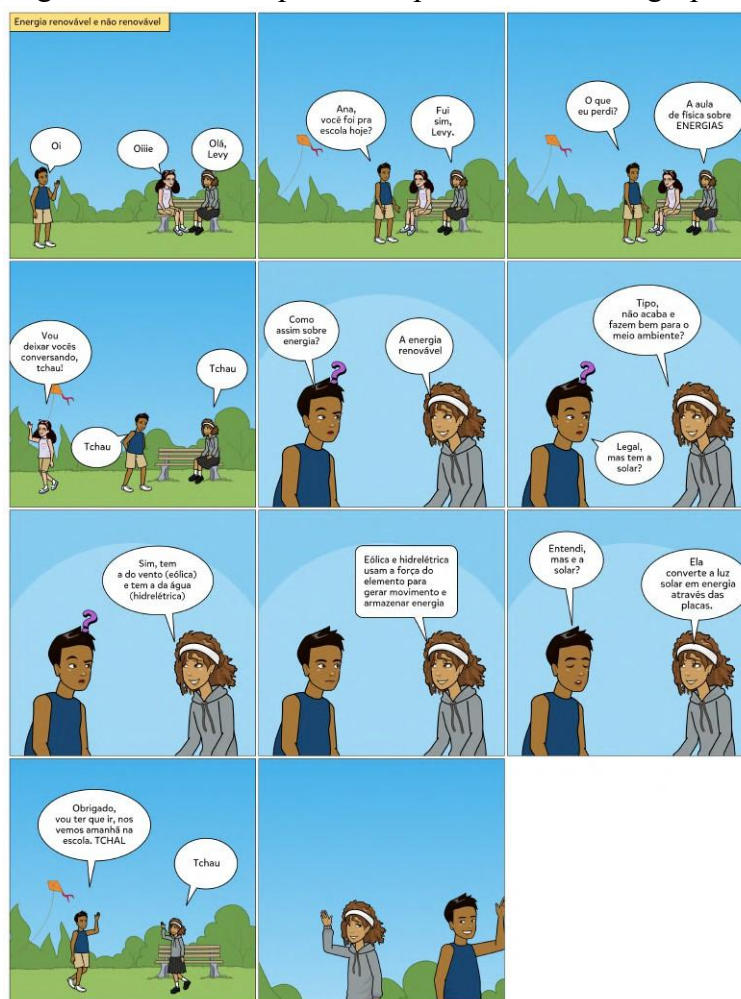
Figura 20 – Roteiro da história produzida pelos estudantes - grupo 2



Fonte: Elaborado pelos estudantes

A HQ conta a história do estudante Levy que não compareceu a aula de física e contou com a ajuda da colega Ana para lhe explicar o que foi trabalhado pelo professor naquele dia. As cenas ocorrem em um parque onde Ana estava conversando com uma amiga, que logo saiu após a chegada de Levy. Ana explica para Levy conceitos relacionados a energias renováveis, como energia eólica, solar e hidrelétrica.

Figura 21 – História produzida pelos estudantes - grupo 2



Fonte: Elaborado pelos estudantes

Além disso, foram realizadas apresentações orais das sínteses construídas por alguns alunos, destacando a prática social final dos estudantes, conforme observamos no quadro 2:

Quadro 2 – Prática social final.

INTENÇÕES DO ALUNO	AÇÕES DO ALUNO
Reduzir o consumo de energia elétrica	Trocar as lâmpadas de casa por lâmpadas de LED
Diminuir a poluição causada pela produção de energia	Usar fonte de energia limpa, como a energia solar
Aumentar o uso de energia solar	Reduzir os custos de obtenção

Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, concluímos a aplicação da sequência didática. Em seguida, foi realizado um novo teste, com o objetivo de identificar os avanços na aprendizagem dos estudantes.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise dos dados do Teste Diagnóstico, observou-se, o percentual de acerto em torno de 40%. Esse resultado, já era esperado, uma vez que os objetos do conhecimento abordados não foram apresentados sistematicamente em sala de aula, visto que nesse momento da sequência didática estamos realizando uma análise diagnóstica, onde esperava-se identificar apenas os conhecimentos oriundos das séries anteriores e das vivências dos estudantes.

Na tabela 3, apresentamos o percentual de acerto de cada um dos itens do teste, visando melhor compreensão dos dados obtidos e maior amplitude de observação na análise dos resultados.

Tabela 3 – Percentual de acerto do teste diagnóstico.

Questão	% de acerto	Questão	% de acerto	Questão	% de acerto
1	33	6	23	11	13
2	20	7	27	12	54
3	58	8	35	13	46
4	30	9	24	14	35
5	21	10	32	15	50

Fonte: Elaborado pelo autor.

Entre os aspectos positivos identificados na análise de dados, destacam-se os itens 3 (58%), 12 (54%), 13 (46%) e 15 (50%), que apresentaram percentuais de acerto superiores à média geral da turma. Esses resultados indicam que, mesmo diante de conteúdos novos, os estudantes demonstraram algum grau de familiaridade ou habilidade prévia relacionada aos conhecimentos abordados nesses itens, conforme detalhado a seguir:

Questão 3. *A energia pode ser transformada de uma forma para outra. Qual das transformações abaixo ocorre em uma hidrelétrica?*

- a) *Elétrica para mecânica.*
- b) *Química para térmica.*
- c) *Mecânica para elétrica.*
- d) *Nuclear para térmica.*

O percentual de acerto de 58%, demonstra que os estudantes possuem uma compreensão considerável sobre a transformação de energia em uma hidrelétrica, ou seja, a conversão de energia mecânica em energia elétrica, fato esse que será considerado na apresentação de novos conceitos, não deixando de contemplar os 42% de estudantes que ainda não consolidaram esse conhecimento.

Questão 12. *Em qual situação ocorre a conversão de energia elétrica em energia térmica?*

- a) *Quando ligamos um ferro de passar roupa.*
- b) *Quando ligamos um ventilador.*
- c) *Quando carregamos um celular.*
- d) *Quando pedalamos uma bicicleta.*

Com índice de 54% de acertos, este item indica que os estudantes apresentam familiaridade com a conversão de energia elétrica em energia térmica, exemplificada no uso do ferro de passar roupa. É importante salientar que essa aprendizagem possui grande relevância para a contextualização de situações cotidianas na construção de conceitos científicos. Tal resultado evidencia que a aprendizagem se torna mais significativa quando apoiada em exemplos concretos, vivenciados ou presenciados pelos discentes.

Questão 13. *Qual das alternativas abaixo apresenta um exemplo de fonte de energia renovável?*

- a) *Carvão mineral.*
- b) *Energia solar.*
- c) *Gás natural.*
- d) *Petróleo.*

Ao abordar o tema das fontes de energia renováveis, este item revela que 46% dos estudantes já compreendem a diferença conceitual entre fontes renováveis e não renováveis. Cabe ao docente, portanto, destacar a relevância de contextualizar esse conhecimento, evidenciando a importância da ampliação do uso de fontes de energia que provoquem menores impactos ao meio ambiente.

Questão 15. *Qual das seguintes opções mostra o uso sustentável de energia?*

- a) *Deixar as luzes acesas mesmo sem ninguém no cômodo.*
- b) *Utilizar lâmpadas LED para economizar energia.*
- c) *Manter o chuveiro elétrico ligado por muito tempo no banho.*
- d) *Usar aparelhos eletrônicos conectados à tomada o tempo todo.*

Os estudantes apresentam um entendimento razoável sobre o uso sustentável da energia e a identificação de fontes renováveis, reconhecendo que existem diferentes tipos de lâmpadas com diferentes níveis de consumo elétrico e que algumas mostram-se mais adequadas ao consumo consciente. Diante do percentual de acerto de 50%, consideramos que é importante abordar a existência do selo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), responsável por classificar o consumo de energia elétrica, bem com destacar a importância

e o impacto econômico que o uso de eletrônicos mais eficientes pode trazer para o meio ambiente e para a economia doméstica.

Dentre as principais dificuldades que puderam ser observadas no teste diagnóstico, destaca-se o baixo índice de acerto da questão de número 11, apenas 13%, o que alerta para a necessidade de abordar esses conhecimentos de forma interdisciplinar, contextualizando com as alterações de temperatura e mudanças climáticas vivenciadas.

Questão 11: *O efeito estufa é causado pelo acúmulo de qual forma de energia na atmosfera terrestre?*

- a) *Energia solar.*
- b) *Energia nuclear.*
- c) *Energia química.*
- d) *Energia térmica.*

Esse resultado sugere dificuldades significativas na compreensão do efeito estufa e do acúmulo de energia térmica na atmosfera. O que alerta para a necessidade de abordar esses conhecimentos de forma interdisciplinar, contextualizando com as alterações de temperatura e mudanças climáticas vivenciadas.

Além disso, a análise dos demais itens evidenciou a presença de lacunas em conceitos básicos de energia, como definição, fontes energéticas, transformações características da energia cinética e potencial. Esses dados apontam para a importância de um trabalho sistemático e gradual, que permita aos estudantes construir tais conceitos de forma significativa e articulada com situações do cotidiano.

Destaca-se que a análise dos resultados do teste diagnóstico foi fundamental para a condução da sequência didática proposta. Os dados obtidos permitiram identificar as características de aprendizagem da turma analisada, o que possibilitou direcionar maior ênfase à apresentação dos conteúdos e às suas devidas contextualizações, favorecendo uma aprendizagem mais significativa e voltada para a melhoria da vida dos estudantes.

Após aplicação da sequência didática, foi aplicado um questionário, conforme apêndice B. Diante dos novos resultados encontrados evidenciou-se uma melhor compreensão dos temas relacionados a energia e sustentabilidade, temas centrais abordados nesta proposta. Para estudantes com NEE, que ainda não desenvolveram a habilidade de leitura, o questionário foi aplicado de maneira oral, garantindo a acessibilidade do processo avaliativo.

Como exemplo da evolução de aprendizagem decorrente do desenvolvimento da

sequência didática podemos citar a compreensão do conceito de energia. Evidenciou-se a compreensão dos alunos em comparação ao teste diagnóstico, quando, ao serem perguntados sobre qual a definição de energia, segundo sua concepção, a grande maioria respondeu “*é a capacidade de realizar trabalho*” ou “*alguma coisa que produz trabalho*”. Enfatizando a resposta dos estudantes com TEA: “*aquilo que produz uma força sobre as coisas*” e o outro, “*uma coisa que faz com que as coisas se movimentem ... como é que diz? trabalho. Energia é uma coisa que faz trabalho*”.

Diante das respostas dos estudantes com TEA sobre o conceito de energia, observa-se uma evolução em relação a antes das aulas. Segundo um dos estudantes com NEE, antes das aulas sobre energia sua concepção sobre o assunto era de que energia era somente “*aquilo que faz as coisas funcionarem, como acender a luz, ligar a televisão, essas coisas*” e agora compreende que a energia está em todas as partes e que se manifesta de várias maneiras, desde os alimentos que ingerimos até a energia gerada por uma usina nuclear.

Em relação aos conceitos de energia cinética e potencial observou-se também uma melhoria na compreensão dos estudantes quanto ao conceito de energia cinética, que é a energia associada ao movimento, conforme enfatizam alguns dos estudantes, e, em relação à energia potencial, houve um avanço mais significativo, uma vez que os estudantes a relacionaram com situações concretas do seu cotidiano, como erguer algo ou esticar um objeto elástico.

Quanto ao ponto de maior dificuldade identificado no teste diagnóstico — a compreensão do efeito estufa e do acúmulo de energia na atmosfera — observou-se uma leve melhora nos indicadores de aprendizagem. Essa evolução, entretanto, não foi significativa, o que evidencia a necessidade de retomar e aprofundar o tema em aulas posteriores.

Em relação aos conceitos relacionados às fontes de energia e às transformações energéticas de energia cinética e potencial, as análises demonstraram um aumento significativo na aprendizagem. Destaca-se uma melhor compreensão sobre as diversas fontes de energia existentes.

Ao que tange a energia mecânica e a transformação de energia cinética e potencial, evidenciou-se um avanço significativo, como podemos observar em uma das respostas: “*numa baladeira, a energia se transforma. Quando a gente estica a baladeira a pedra fica com energia potencial do elástico e quanto mais estica mais longe a pedra vai. Quando a gente solta a pedra, a energia do elástico passa para a pedra e a pedra ganha energia do movimento, energia cinética. E quando a pedra tá caindo a energia potencial diminui ...*”

Por fim, analisamos o aprendizado dos estudantes em relação aos conceitos de sustentabilidade e uso consciente de energia. Ao serem questionados sobre como poderiam utilizar a energia de maneira sustentável e consciente, os estudantes, em sua maioria, responderam que é necessário utilizar outras formas de energia, formas que fossem renováveis e que gerassem pouco impacto ao meio ambiente como energia solar e a energia eólica.

Ainda sobre essa perspectiva percebemos uma evolução muito significativa, pois alguns estudantes tiveram a iniciativa de questionar os motivos pelo quais a energia solar é ainda de alto custo econômico e outros questionaram sobre os impactos das usinas eólicas, dando como exemplo a influência da instalação de usinas eólicas para as dunas no Ceará. Fatos que fazem parte da importância econômica e ambiental que devem ser sempre postos em pauta.

Diante da análise dos resultados, notamos que nossa proposta apresentou um potencial significativo para melhoria dos indicadores de aprendizagem em relação aos conceitos de energia e suas diferentes formas por parte dos estudantes que participaram do estudo.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo contou com a participação de 37 estudantes, dos quais 35 são neuro típicos (sendo que 5 possuem alguma NEE) e 2 neuro divergentes (sendo um associado à DI e um autista sem DI), da 2ª série do ensino médio no componente curricular eletivo História em Quadrinhos na Ciência.

Após a aplicação do teste diagnóstico para entender quais os conhecimentos os estudantes já possuíam sobre os assuntos que seriam abordados, podemos evidenciar diversas lacunas na compreensão de conceitos relacionados à energia e suas transformações, principalmente sobre o efeito estufa e o acúmulo de energia térmica na atmosfera, tanto por estudantes neuro típicos quanto por estudantes com TEA.

A utilização das HQ como ferramenta didático-metodológica mostrou-se bastante válida pois tornaram a leitura dos conteúdos mais simples e agradáveis, relacionando os conceitos científicos as situações cotidianas dos estudantes, além de serem um ponto de bastante interesse dos estudantes com TEA. Além disso, as HQ mostraram-se bastante eficazes para exemplificar situações práticas e experimentos que ilustram transformações energéticas e o funcionamento das mais diversas fontes de energia, favorecendo especialmente a aprendizagem de estudantes com NEE. Ademais, as HQ desempenharam papel relevante para fomentar as discussões sobre o uso sustentável de energia e a importância das fontes renováveis.

Diante disso, podemos afirmar que a sequência didática embasada na PHC e com a utilização de HQ, foi bem aceita pelos estudantes, pois os tornou sujeitos ativos do processo de ensino e aprendizagem, além de conectar os conceitos científicos a situações concretas do seu contexto social, uma vez que através dela buscava-se soluções para problemas reais da sua vivência social.

A integração entre PHC e HQ apresenta-se como uma abordagem promissora para o ensino de Ciências em contextos inclusivos. Ela permite alinhar a transmissão de saberes científicos à prática social dos estudantes, respeitando suas singularidades e promovendo a participação ativa no processo educativo. A escassez de pesquisas nessa interseção ressalta a relevância e a originalidade da presente proposta.

Nosso objetivo com esta proposta era tornar o aprendizado em Ciências mais acessível, inclusivo, envolvente e significativo para inclusão de estudantes com TEA, associado ou não a DI, possibilitando que todos os estudantes que compunham essa pesquisa aprendessem a partir de suas vivências, possibilidades e interesses.

A inclusão na escola não se faz com diversidade entre os estudantes, se faz a partir da participação de todos os diversos humanos/estudantes interagindo para a consolidação das aprendizagens e dos direitos a vida com liberdade e respeito.

Considerando a evolução na aprendizagem acadêmica, o respeito, a participação nas atividades e o engajamento de todos estudantes, consideramos que alcançamos os objetivos propostos.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINI, A. **As Aventuras de Nhô-Quim & Zé Caipora: os primeiros quadrinhos brasileiros 1869-1883**. Brasília: Senado Federal, Conselho Editorial, 2013. 202 p. Pesquisa, organização e introdução por Athos Eichler Cardoso. Disponível em: <http://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/521244>.
- ALONSO, M.; FINN, E. J. **Física um curso universitário: volume I - mecânica**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2007.
- ANDRADE, R. C. de. **Física com Histórias em Quadrinhos**. Dissertação (Dissertação de Mestrado) – Universidade Estadual do Ceará, Quixadá, Ceará, 2018.
- ÂNGELO, E. A. **Educação Inclusiva no Ensino de Ciências e Biologia: Estratégias Possíveis** (Portuguese Edition). Curitiba: Appris, 2021. Edição do Kindle.
- BARBOSA, M. P.; SILVA, J. G. M. d.; PRADO, R. R.; SILVA JÚNIOR, C. A. B. d. Ensino de física: metodologia ativa e recursos adaptados para alunos autistas. **A Física na Escola**, v. 20, n. 1, p. 210604–1–210604–8, 2022.
- BARROS, A. P. M.; PATRÍCIO, M. A. M.; Dantas Filho, F. F. A percepção de alunos do 9º ano sobre inclusão visual: ampliando uma reflexão para uma educação inclusiva. In: **Anais III CINTEDI...** Campina Grande: Realize Editora, 2018. Acesso em: 23/10/2023 20:43. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/44320>.
- BASSO, J. D.; NETO, J. L. dos S.; BEZERRA, M. C. dos S. (Ed.). **Pedagogia histórico-crítica e educação no campo: história, desafios e perspectivas atuais**. São Carlos: Pedro & João Editores; Navegando, 2016. 305 p. ISBN 978-85-92592-08-0.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília: Senado Federal, 1996. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm. Acesso em: 24 outubro. 2023.
- BRASIL. **Decreto nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999**. 1999. Acesso em: 28 mar. 2025. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3298.htm.
- BRASIL. **Portaria Normativa nº 7, de 22 de junho de 2009**. 2009. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 jun. 2009. Seção 1, p. 31. Disponível em https://www.capes.gov.br/images/stories/download/legislacao/Revogada-PortariaNormativa-n_7-22-de-junho-2009-Mestrado-Profissional.pdf.
- BRASIL. **Lei nº 12.764, de 27 de dezembro de 2012**. 2012. Acesso em: 28 mar. 2025. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12764.htm.
- BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. 2015. Acesso em: 28 mar. 2025. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil e Ensino Fundamental**. Brasília, 2018. http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 7 julho. 2023.

BRASIL. **Resolução Nº 3, de 21 de novembro de 2018. Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.** Brasília: Conselho Nacional de Educação - Câmara da Educação Básica, 2018. Diário Oficial da União, Brasília, 22 de novembro de 2018, Seção 1, pp. 21-24. Acesso em 1 setembro. 2023.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Censo da Educação Básica 2023:** notas estatísticas. Brasília: Inep, 2024. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/notas_estatisticas_censo_da_educacao_basica_2023.pdf. Acesso em: 15 abril. 2024.

BRASIL. Secretaria de Educação Especial. **Saberes e Práticas da Inclusão:** Avaliação para Identificação das Necessidades Educacionais Especiais. 2. ed. Brasília: MEC, Secretaria de Educação Especial, 2006. 92 p. (Série: Saberes e Práticas da Inclusão). Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/avaliacao.pdf>. Acesso em: 24 outubro. 2023.

CAMARGO, E. P. de. **Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física.** Edição do kindle. São Paulo: SciELO - Editora UNESP, 2012.

CAMARGO, E. P. de. **Ensino de ciências e inclusão escolar:** investigações sobre o ensino e a aprendizagem de estudantes com deficiência visual e estudantes surdos. Curitiba: CRV, 2016.

CAMARGO, E. P. de. Uma disciplina de formação de professores de física sob as bases teóricas da multissensorialidade: possibilidades para a inclusão de alunos com deficiência visual. In: CAMARGO, E. P. de (Ed.). **Ensino de ciências e inclusão escolar:** investigações sobre o ensino e a aprendizagem de estudantes com deficiência visual e estudantes surdos. Curitiba: CRV, 2016.

CARVALHO, P. R.; ROSA, V. S.; MORAES FILHO, A. V. de. Metodologias ativas: Aprendizagem baseada em projetos na área de ciências da natureza. **Revista Acadêmica Educação e Cultura em Debate**, v. 5, n. 1, p. 303–321, jan./dez. 2022. Disponível em: <https://revistas.unifan.edu.br/index.php/RevistaISE/article/view/837>. Acesso em: 20 setembro. 2023.

CEARÁ. **Matriz de conhecimentos básicos - MCB.** Fortaleza: SEDUC, 2021. Disponível em: https://www.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/37/2021/07/MCB-2021-Versao-0208_2021.pdf. Acesso em: 20 maio. 2023.

CHICÓRA, T.; CAMARGO, S. As histórias em quadrinhos no ensino de física: uma análise das produções acadêmicas. In: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (XI ENPEC).** Florianópolis, SC, Brasil, 2017. Disponível em: <https://www.abrapec.com/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0592-1.pdf>.

CIRNE, M. **Bum! A explosão criativa dos quadrinhos.** 2. ed. Petrópolis: Vozes Ltda, 1970.

CNPQ, C. **Histórias em Quadrinhos – trajetória e importância a partir de pesquisas científicas.** 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/cnpq/pt-br/assuntos/noticias/pesquisa-do-dia/historias-em-quadrinhos-2013-trajetoria-e-importancia-a-partir-de-pesquisas-cientificas>.

CRUZ, J. de Araújo da. **Desenvolvimento e avaliação de uma história em quadrinhos para o ensino de astronomia.** 135 p. Dissertação (Dissertação (Mestrado Profissional)) – Universidade

Federal do Tocantins, Araguaína, TO, Brasil, 2018. Curso de Pós-Graduação (Mestrado) Profissional Nacional em Ensino de Física.

DUARTE, N. **O conteúdos escolares e a ressurreição dos mortos:** contribuição à teoria histórico-crítica do currículo. 2. ed. Campinas: Autores Associados, 2021.

DÜRER, A. **The Large Passion:** 1. Title Page. 1496–1510. Woodcut, 39 x 28 cm, Graphische Sammlung Albertina, Vienna. Public Domain (PD-Art). Disponível em: <https://www.wga.hu>.

EISNER, W. **Quadrinhos e Arte Sequencial.** São Paulo: Martins Fontes, 1989.

Empresa de Pesquisa Energética. **ABC da Energia.** 2025. <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia>. Acesso em: 12 jun. 2025. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia>.

FIORAVANTI, C. H.; ANDRADE, R. de O.; MARQUES, I. da C. Os cientistas em quadrinhos: humanizando as ciências. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, Fiocruz, Rio de Janeiro, v. 23, n. 4, p. 1191–1208, out.-dez. 2016.

FREITAS, R. V. **O desenvolvimento das histórias em quadrinhos como facilitador do ensino e aprendizagem dos conceitos de física.** Dissertação (Dissertação (Mestrado)) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023. Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva.

GALVÃO, A. C.; LAVOURA, T. N.; MARTINS, L. M. **Fundamentos da didática histórico-crítica.** Campinas: Autores Associados, 2019. E-book.

GASPARIN, J. L. **Uma didática para a pedagogia histórico-crítica.** 5. ed. Campinas: Autores Associados, 2011.

GETNER, R. **LDB Atualizada 2023:** Lei Nº 9.394, LDB, LDBEN, Lei Darcy Ribeiro. Kindle edition. [S. l.: s. n.], 2023.

GOMES, Y. D. de S.; MEDEIROS, R.; SILVA, C. A. da; RODRIGUES, C. G. Histórias em quadrinhos: Um recurso didático no ensino de física. **Educere - Revista da Educação da UNIPAR**, UNIPAR, Umuarama, v. 23, n. 3, p. 1167–1186, 2023. ISSN 1982-1123.

GREF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Coleção GREF:** Mecânica, Física Térmica e Óptica, Eletromagnetismo. EDUSP - Editora da Universidade de São Paulo, 2006. v. 1-3. Disponível em: <https://www.if.usp.br/gref>. Disponível em: <https://www.if.usp.br/gref>.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentals of physics extended.** 10. ed. Nashville, TN, USA: John Wiley & Sons, 2013.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física, volume 1 : mecânica.** 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

HEWITT, P. **Física conceitual.** 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

KONDER, L. **O que é dialética.** 28. ed. São Paulo: Brasiliense, 1998.

KOVALIK, C. G. **A Utilização de Histórias em Quadrinhos para Ensinar Máquinas Térmicas, com Base nos Três Momentos Pedagógicos.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campo Mourão, 2021. Dissertação de Mestrado.

LAVOURA, T. N.; MARTINS, L. A dialética do ensino e da aprendizagem na atividade pedagógica histórico-crítica. **Interfaces**, v. 21, 04 2017.

LIMA, F. S.; CANTANHEDE, A. M. A utilização do jogo no ensino de ciências e a alfabetização científica. In: SÁ-SILVA, J. R.; VALLE, M. G. d.; SOARES, K. J. C. B. (Ed.). **A Alfabetização Científica na Formação Cidadã: Perspectivas e Desafios no Ensino de Ciências**. Curitiba: Editora Appris, 2020. Edição Kindle.

LIMA, S. F.; REIS, J. D. E.; NUNES, E. da C.; SILVA, A. S. da; SOUZA, R. F. de. Formação continuada de professores de ciências da natureza por meio de oficina pedagógica. **Revista Comunicação Universitária**, v. 1, n. 1, 2021. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/comun/article/view/3680>. Acesso em: 15 junho. 2023.

LIPPE, E. M. O.; CAMARGO, E. P. de. Ensino de ciências e deficiência visual: discursos práticas inclusivas para a formação de professores. In: CAMARGO, E. P. de (Ed.). **Ensino de ciências e inclusão escolar: investigações sobre o ensino e a aprendizagem de estudantes com deficiência visual e estudantes surdos**. Curitiba: CRV, 2016.

LODI, M. D. d. F. Pesquisa-ação: uma alternativa metodológica nos estudos de consumo e marketing. **Revista de Gestão e Secretariado (Management and Administrative Professional Review)**, v. 14, n. 2, p. 1587–1603, Feb. 2023. Disponível em: <https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/1639>.

LOUREIRO, P. V. P. **Tecnologias Educacionais e Autismo: Variáveis que interferem no processo de ensino e aprendizagem**. Maringá: Booknando, 2020. Edição do Kindle.

LUYTEN, S. M. B. Quadrinhos na sala de aula. In: MENDONÇA, R. H.; LUYTEN, S. M. B. (Ed.). **História em Quadrinhos: um recurso de aprendizagem**. [S. l.]: TV Escola: O canal da educação, 2011. p. 21–26. Publicado no Ano XXI Boletim, veiculado no programa Salto para o Futuro/TV Escola.

MANTOAN, M. T. E. **Inclusão escolar: O que é? Por quê? Como Fazer?** São Paulo: Summus, 2015. 5ª reimpressão, 2022.

MARTINS DE PAULA, C. S. **A perspectiva de ensino aos estudantes com necessidades educacionais específicas presente na formação de professores de Química**. Dissertação (Dissertação de Mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Jataí, 2023.

MAZZONI, M. **A Origem da Energia: Descubra a Força que Move o Universo**. [S. l.]: Alpz Brasil, 2022. (Magic History). Edição do Kindle, formato digital.

MENEZES, Y. R. **Metodologias aplicadas ao ensino de óptica para alunos com ou sem deficiência visual**. 102 p. Dissertação (Dissertação (Mestrado)) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Orientação: Prof. Dr. Nildo Loiola Dias.

Ministério de Minas e Energia. **Energia Eólica no Brasil alcança recordes de geração em novembro**. 2024. Acesso em: 18 jul. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/energia-eolica-no-brasil-alcanca-recordes-de-geracao-em-novembro-1>.

MORAES CUNHA, R. **Histórias em quadrinhos: muito além do entretenimento**. [S. l.]: Independente, 2021. v. 1. Edição do Kindle.

MORAN, J.; BACICH, L. **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: Uma Abordagem Teórico-Prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

MOYA, A. de. **História da história em quadrinhos**. São Paulo: L&pm, 1987.

NAKAMURA, L. O. d. O.; VOLTOLINI, A. G. M. F. d. F.; BERTOLOTO, J. S. O uso de histórias em quadrinhos no ensino: teoria, prática e BNCC. **Revista Educação Pública**, v. 20, n. 29, 2020. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/29/o-uso-de-historias-em-quadrinhos-no-ensino-teoria-pratica-e-bncc>. Acesso em: 07 junho. 2023.

NITTA, H.; TAKATSU, K. **Guia mangá: física**. São Paulo and Tokyo: Novatec Editora and Ohmsha, 2010. (The Manga Guide). Título original: *The Manga Guide to Physics*. ISBN 978-85-7522-196-9.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica: Mecânica**. 4. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 2002. v. 1.

OLIVEIRA, A. C. de; MARINHO, B. R. **BNCC Sob o Olhar da Pedagogia Histórico-Crítica: Impactos e Possibilidades de Superação das Limitações para o Ensino na Educação Básica**. Curitiba: Appris, 2022.

OLIVEIRA, E. L. de; MALAFAIA, G. **Ciência em quadrinhos**. 1. ed. Goiânia, GO: Instituto Federal Goiano, 2023. 94 p. Ilustrações coloridas. e-book. ISBN 978-65-87469-51-5.

PANTOJA, B. de F. F. J.; ARAÚJO, M. M. de; NASCIMENTO, J. C. O uso da tecnologia assistiva no processo de ensino e aprendizagem de alunos com tea no componente curricular de ciências na educação básica. **Brazilian Journal of Development**, Instituto Brasileiro de Estudos e Pesquisas Sociais, v. 8, n. 3, p. 22163–22179, mar. 2022. Acesso em: 12 abr. 2025. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/44096>.

PEIXE, A.; LEONEL, A. A. Ensino de física e educação especial: análise da interação entre professores de física e professores da educação especial. **Revista Insignare Scientia**, v. 3, n. 2, p. 64 – 84, Mai./Ago. 2020.

PEREIRA, I. B.; LIMA, J. C. F. **Dicionário da Educação Profissional em Saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV, 2008. Disponível em: <http://www.sites.epsjv.fiocruz.br/dicionario/Dicionario2.pdf>. Acesso em: 12 agosto. 2023.

PEREIRA, J. J. de O.; GRAF, L.; CARVALHO, G. R.; LôBO Ítalo M.; PEREIRA, L. dos S. Caminhos da educação inclusiva no brasil. **Revista Acadêmica Online**, v. 11, n. 55, 2025. Acesso em:

PEREIRA, S. M. G. d. S. **Proposta didática à luz da Pedagogia Histórico-Crítica: da prática social inicial à prática social final**. Dissertação (Produto Educacional) – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus São Luís, São Luís, 2020. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Educação Profissional e Tecnológica. Disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/586485>.

PESSOA, A. R. **A linguagem das histórias em quadrinhos: definições, elementos e gêneros**. João Pessoa: Editora UFPB, 2016.

PETERMANN, M. S. **As Atividades Práticas Experimentais em Aula de Ciências**. Brusque: Universidade Regional de Blumenau, 1999.

PROENÇA, M. A. **Prática docente: abordagem Reggio Emilia e o trabalho com projetos, portfólios e redes formativas**. São Paulo: Panda Educação, 2016.

RAMA, A.; VERGUEIRO, W. **Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula**. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2014. Edição do Kindle.

RAMOS, P. **A leitura dos quadrinhos**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2022.

RAUSCH, R. B.; SOPELSA, C. dos S. P.; TOMELIN, N. B. Percursos históricos e metodológicos da pesquisa-ação na formação docente da educação básica. **Revista Intersaberes**, v. 17, n. 40, p. 54–75, 2022. Disponível em: <https://www.revistasuninter.com/intersaberes/index.php/revista/article/view/2271/414669>. Acesso em: 24 outubro. 2023.

SÁ-SILVA, J. R.; VALLE, M. G. do; SOARES, K. J. C. **A alfabetização científica na formação cidadã: perspectivas e desafios no ensino de ciências**. Curitiba: Appris Editora, 2020.

SAIDENBERG, I. **A história dos quadrinhos no Brasil**. Nova Iguaçu: Marsupial Editora, 2013. Edição do Kindle.

SAMPAIO, C. T.; SAMPAIO, S. M. R. **Educação inclusiva: o professor mediando para a vida**. Portuguese edition. [S. l.]: SciELO - EDUFBA, 2023. 24 p. Edição do Kindle.

SANTOS, C. S. dos. **Ensino de Ciências: Abordagem Histórico-Crítica**. 2. ed. Campinas: Armazém do Ipê, 2012.

SANTOS, R. E. d.; VERGUEIRO, W. D. C. S. Histórias em quadrinhos no processo de aprendizado: da teoria à prática. **EccoS–Revista Científica**, n. 27, p. 81–95, 2012.

SAVIANI, D. **Escola e democracia: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educação e política**. 32. ed. Campinas: Autores Associados, 1994.

SAVIANI, D. **Escola e democracia**. 43. ed. Campinas: Autores Associados, 2018.

SAVIOLI, I. F. R.; MOURA, J. H. C. de. O ensino de física e o autismo: um levantamento bibliográfico entre 2010 a 2023. In: **Anais do XX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Brasil: [S. n.], 2024.

SECUNDINO, F. K. M.; SANTOS, J. O. L. d. Educação especial no brasil: um recorte histórico-bibliográfico. **SciELO Preprints**, fev. 2023. Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/5582>.

SILVA, C. C. **O mundo científico ao alcance de todos: a revista *Ciência Popular* e a divulgação científica no Brasil (1948-1960)**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas da UFMG, Belo Horizonte, 2009.

SILVA, R. M. M. da; SANTOS, J. N. dos. História em quadrinhos na ciência: uma proposta de ensino de ciências para estudantes com necessidades educacionais especiais em uma perspectiva multidisciplinar. In: CLEBSCH, A. B.; GOMES, E. A.; RODRIGUES-MOURA, S.; HIGA, I. (Ed.). **Anais do XXV Simpósio Nacional de Ensino de Física: Laços e Nós no Ensino de Física**. São Paulo, SP, Brasil: Sociedade Brasileira de Física, 2024. ISBN 978-85-89064-40-8. Acessado em: 17 out. 2024. Disponível em: <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxv/sys/resumos/T0060-1.pdf>.

SILVANO, F. C.; PAULA, W. B. de; FILHO, M. B. M.; PEREIRA, A. R. O mundo sem luz: ensinando física a alunos com deficiência visual. **Revista do Professor de Física**, Universidade de Brasília, v. 3, n. especial, 2019. ISSN 2594-4746. Anais do I Encontro Regional do MNPEF Centro-Oeste/Norte, Brasília, DF, 11 a 12 de julho de 2019.

SOUSA, M. de. **Saiba mais com a Turma da Mônica: ciências e energia**. Barueri: Panini Brasil, 2012.

TAYLOR, J. R. **Classical Mechanics**. Sausalito, CA: University Science Books, 2005.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros. Vol. 1: mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. v. 1.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443–466, Sep 2005. ISSN 1517-9702. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1517-97022005000300009>.

UMBELINO, M.; ZABINI, F. O. A importância da interdisciplinaridade na formação do docente. In: UNISO (Ed.). **Anais Eletrônicos do Seminário Internacional de Educação Superior: formação e conhecimento [...]**. Sorocaba: [S. n.], 2014. Disponível em: <http://www.uniso.br/assets/docs/publicacoes/publicacoes-eventos/anais-do-sies/edicoes/edu-formacao-professores/44.pdf>.

Universidade de São Paulo. **Carvão mineral**. São Paulo: [S. n.], 1999. <http://cepa.if.usp.br/energia/energia1999/Grupo1A/carvao.html>. Acesso em: 8 jul. 2025.

URONE, P. P.; HINRICHS, R. **College Physics**. Houston, Texas: XanEdu Publishing Inc, 2012. Edição do Kindle.

VASCONCELLOS, C. dos S. **Planejamento: projeto de ensino-aprendizagem e projeto político-pedagógico**. São Paulo: Libertad, 1993.

VERGUEIRO, W. **Panorama da histórias em quadrinhos no Brasil**. São Paulo: Peirópolis, 2017.

VILELA, T. Os quadrinhos na aula de história. In: RAMA, A.; VERGUEIRO, W. (Ed.). **Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula**. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2014. Edição do Kindle.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física I, Sears e Zemansky : mecânica**. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

ANEXO A – ESQUEMA DO PROJETO DE TRABALHO DOCENTE-DISCENTE NA PERSPECTIVA DA PHC

Esquema do projeto de trabalho docente-discente na perspectiva da pedagogia histórico-crítica

João Luiz Gasparin

1. PRÁTICA SOCIAL INICIAL DO CONTEÚDO

1.1 - Título da Unidade de Conteúdo:

Objetivo geral:

Tópicos do conteúdo e objetivos

• Tópico 1:

Objetivo específico:

• Tópico 2:

• Tópico 3:

Objetivo específico:

• Tópico 4:

Objetivo específico:

1.2 - Vivência do conteúdo

O que os alunos já sabem sobre o conteúdo a ser ministrado?

Listar tudo o que eles poderiam dizer (*colocar-se no lugar deles*).

O que gostariam de saber a mais sobre o conteúdo?

Listar, no planejamento, todas as suas possíveis curiosidades.

2. PROBLEMATIZAÇÃO

2.1 - Discussão (*elaborar algumas perguntas sobre o tema da aula para debate*)

2.2 - Dimensões do conteúdo a serem trabalhadas na Instrumentalização (*selecionar as mais adequadas conforme o tema*) (*fazer em forma de perguntas*):

- Conceitual/científica:

- Histórica:

- Econômica:

- Social:

- Legal:

- Religiosa:

- Cultural:

- Afetiva:

- Psicológica:

- Política:

- Estética:

- Filosófica:

- Doutrinária:

- Ideológica:

- Operacional:

- Outras dimensões:

3. INSTRUMENTALIZAÇÃO

3.1- Listar as técnicas de ensino, dinâmicas, processos, atividades, procedimentos que serão utilizados para apresentar o conteúdo científico nas dimensões indicadas anteriormente:

3.2 - Listar os recursos humanos e materiais necessários para a aula:

4 - CATARSE

4.1 - Síntese mental do aluno (*no planejamento, colocar-se no lugar do aluno e fazer a síntese em seu lugar*):

4.2 - Avaliação (*tanto por perguntas quanto dissertação, considerar as dimensões vistas*):

- Conceitual:

- Histórica:

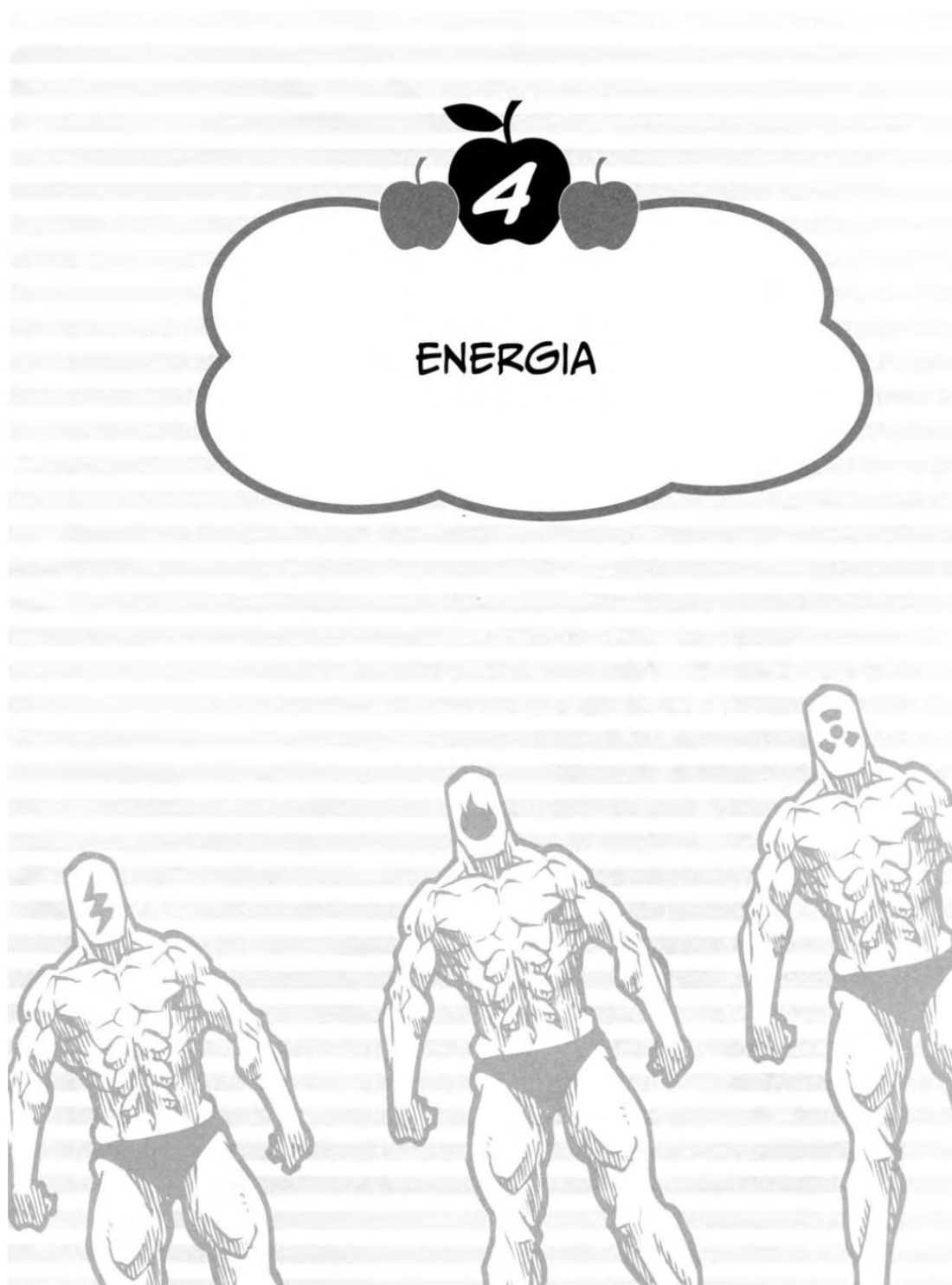
- Social:

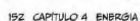
- Cultural:

- Outras dimensões:

5. PRÁTICA SOCIAL FINAL DO CONTEÚDO

INTENÇÕES DO ALUNO	AÇÕES DO ALUNO

ANEXO B – GUIA MANGÁ DE FÍSICA® - ENERGIA



DISFARÇA. A ENERGIA EXISTE EM MUITAS FORMAS. E É POSSÍVEL TRANSFORMÁ-LA ENTRE ESSAS FORMAS.

ENTÃO A ENERGIA É COMO UMA MUTANTE...

AINDA QUE ESSAS FORMAS SEJAM MUITO DIFERENTES, A QUANTIDADE TOTAL DE ENERGIA CONTINUA A MESMA. ESSA É A LEI DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA.

A QUANTIDADE TOTAL DE ENERGIA É A MESMA

VAMOS USAR UM EXEMPLO DA VIDA REAL.

COMO O FAROL DA BICICLETA.

O FAROL CONVERTE A ENERGIA CINÉTICA DO GIRO DA RODA DA BICICLETA EM ENERGIA ELÉTRICA E DEPOIS EM ENERGIA LUMINOSA.

OH, SIM! ENTENDI!

156 CAPÍTULO 4 ENERGIA

DO MESMO JEITO, UM CARRO ELÉTRICO CONVERTE ENERGIA ELÉTRICA EM ENERGIA CINÉTICA.

E OS CARROS NORMAIS?

UM CARRO MOVIDO A GASOLINA USA UM MOTOR A COMBUSTÃO PARA CONVERTER ENERGIA TÉRMICA EM ENERGIA CINÉTICA.

MAS ESSA ENERGIA TÉRMICA É TRANSFERIDA DA ENERGIA QUÍMICA ARMazenADA NA GASOLINA.

NOVAMENTE, A QUANTIDADE TOTAL DE ENERGIA É CONSERVADA, DURANTE TODO O PROCESSO.

O CORPO HUMANO FAZ A MESMA COISA, USANDO COMIDA E OXIGÊNIO COMO FONTES DE ENERGIA. O CORPO CONVERTE ESSA ENERGIA QUÍMICA.

NO MOVIMENTO CINÉTICO DE Nossos MÚSCULOS, E NA ENERGIA TÉRMICA, QUE MANTÉM A TEMPERATURA DO NOSSO CORPO.

O QUE É ENERGIA? 157

ENTÃO ATÉ EM NOSSOS CORPOS, A ENERGIA MUDA DE FORMA.

SÓ ESTAMOS REALMENTE TRANSFORMANDO-A EM UMA FORMA DIFERENTE.

ENTÃO, QUANDO NÓS "CONSUMIMOS" ENERGIA...

MAS VAMOS SER UM POUCO MENOS ABSTRATOS E DISCUTIR A ENERGIA POTENCIAL E A ENERGIA CINÉTICA. AMBAS SÃO TIPOS DE ENERGIA MECÂNICA.

ENTÃO, QUANDO NÓS "CONSUMIMOS" ENERGIA...

HUM... VAMOS FALAR SOBRE ISSO DEPOIS.

VAMOS COMEÇAR COM A ENERGIA CINÉTICA.

OK!

158 CAPÍTULO 4 ENERGIA

A ENERGIA DE UM OBJETO EM MOVIMENTO PODE SER EXPRESSA ASSIM:

MAS ESPERE!

VOCÊ DISSE VELOCIDADE ESCALAR, NÃO VELOCIDADE!

BOM PONTO!

COMO A VELOCIDADE ESCALAR É UMA QUANTIDADE APENAS COM MAGNITUDE, A ENERGIA CINÉTICA TAMBÉM DEVE SER UMA APENAS QUANTIDADE COM MAGNITUDE. VAMOS USAR A VARIÁVEL v PARA SIMPLIFICAR.

ELA JAMAIS SERÁ NEGATIVA.

O QUE VOCÊ QUER DIZER?

É CLARO!

VAMOS COMPARAR A ENERGIA CINÉTICA COM O MOMENTO. LEMBRA DESTA EQUAÇÃO?

MOMENTO = MASSA x VELOCIDADE ESCALAR

$p = mv$

O QUE É ENERGIA? 159

O MOMENTO É UMA QUANTIDADE VETORIAL QUE TEM TANTO MAGNITUDE COMO DIREÇÃO.

SEI - ENTÃO A ENERGIA CINÉTICA NÃO TEM ORIENTAÇÃO.

CERTO. ALÉM DISSO, MESMO QUANDO O MOMENTO DE UM OBJETO É EQUIVALENTE AO DE OUTRO, A ENERGIA CINÉTICA DELES PODE NÃO SER IGUAL!

OH, SIM?

POR EXEMPLO, COMPARE O MOMENTO DE UM OBJETO COM A MASSA DE 1 KG E A VELOCIDADE DE 1 M/S COM...

UM OBJETO COM A MASSA DE 0,5 KG E A VELOCIDADE DE 2 M/S. AMBOS TÊM O MESMO MOMENTO: $1 \text{ kg} \times \text{m/s}$.

MAS, NO CASO DA ENERGIA CINÉTICA, O VALOR PARA A PRIMEIRA BOLA É $\frac{1}{2} \times 1 \text{ kg} \times (1 \text{ m/s})^2 = 0,5 \text{ J}$. PARA A SEGUNDA BOLA...

ENERGIA É IGUAL A $\frac{1}{2} \times 0,5 \text{ kg} \times (2 \text{ m/s})^2 = 1 \text{ J}$

$p = 1 \text{ kg} \times \text{m/s}$
 $KE = 0,5 \text{ J}$

$p = 1 \text{ kg} \times \text{m/s}$
 $KE = 1 \text{ J}$

160 CAPÍTULO 4 ENERGIA

ESPERE! O QUE É UM J?

J SIGNIFICA JOULE, A UNIDADE PARA MEDIÇÃO DE ENERGIA.

1J = $1 \text{ kg} \times \text{m}^2/\text{s}^2$, DE ACORDO COM A DEFINIÇÃO ESTABELECID.

O QUE?!!

UM JOULE É EQUIVALENTE À ENERGIA NECESSÁRIA PARA LEVANTAR UM OBJETO DE 102 G DIRETAMENTE ACIMA DE 1 METRO.

A ENERGIA EM JOULES PODE SER CONVERTIDA EM VALORES EM KILOWATTS-HORAS (COMO A ENERGIA ELÉTRICA É MEDIDA) OU EM CALORIAS, QUE NÓS USAMOS PARA COMIDA.

UM PEDAÇO DE BOLO QUE PESA 90 g TEM CERCA DE 70 KILOCALORIAS, OU 710.000 J.

1J

0,2389 CAL

$2,78 \times 10^{-7} \text{ KWH}$

COMO ESTAS SÃO UNIDADES PARA A MEDIÇÃO DE ENERGIA, VOCÊ PODE FACILMENTE CONVERTÊ-LAS.

CHOCAÇA

O VALOR CALÓRICO DE UM PEDAÇO DE BOLO É BASTANTE ALTO...

O QUE?

OH, SIM, É MESMO!

LABORATÓRIO

QUAL A DIFERENÇA ENTRE MOMENTO E ENERGIA CINÉTICA?

A diferença entre momento linear e energia cinética é fácil de perceber quando nós consideramos dois ou mais objetos juntos.

Oh, sim?

Vamos lembrar do cenário em que você ficou enclausurado fora da sua espaçonave (página 126), e usava a lei da conservação do momento para voltar para a nave. O seu momento mudou como resultado do momento da chave inglesa, que você arremessou na direção contrária. E, como estou certo de que você lembra, nós usamos a equação $p = mv$ para expressar a relação entre momento, massa, e velocidade.

Claro, eu lembro.

Antes de você arremessar a chave inglesa, o momento de ambos objetos era zero (pois $v = 0$). Depois do arremesso, a chave inglesa, considerando a lei da conservação do momento, sabemos o seguinte:

$$a \text{ soma do momento da chave inglesa e do astronauta} = mv + MV = 0$$

Assim, sabemos que $mv = -MV$. Em outras palavras, o momento da chave inglesa (mv) e o seu momento (MV) são equivalentes em magnitude e contrários em direção. Eles devem iguais a zero quando somados juntos.

Como o momento é um vetor, ele tem orientação! Então, dois momentos com magnitudes equivalentes e direções contrárias vão se anular mutuamente.

162 CAPÍTULO 4 ENERGIA

Agora, vamos pensar na energia cinética da chave inglesa e na do astronauta. Antes do arremesso da chave inglesa, ambos estão parados, e o momento é zero, para ambos objetos. Depois do arremesso da chave inglesa, a soma da energia dos dois objetos em movimento não é zero:

$$KE_{\text{chave inglesa}} + KE_{\text{astronauta}} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}MV^2 > 0$$

Mas você disse energia é sempre conservada!

Essa energia cinética foi gerada quando você arremessou a ferramenta. Considere a lei da conservação de energia: a quantidade de energia perdida em seu corpo deve ser a mesma que a quantidade de energia cinética ganha nesses dois objetos.

Bem, tudo bem.

Embora seja difícil medir com exatidão a energia gasta pelo corpo humano, podemos dizer que é possível determinar um decréscimo de energia no corpo ao descobrir a energia transferida por esse corpo.

Em outras palavras, eu sei que o meu corpo perdeu pelo menos tanta energia quanto ganha pelos objetos que arremessei, certo?

Sim, isso mesmo. Agora você precisa lembrar, nós precisamos ter em mente as diferenças entre energia e momento.



QUAL A DIFERENÇA ENTRE MOMENTO E ENERGIA CINÉTICA? 163

ENERGIA POTENCIAL

ANTES, EU MENCIONEI QUE A ENERGIA MECÂNICA INCLUI A ENERGIA CINÉTICA E A ENERGIA POTENCIAL.

VOCÊ PODE PENSAR NA ENERGIA POTENCIAL COMO A ENERGIA DA POSIÇÃO.

O QUE ISSO QUER DIZER?

BEM, POTENCIAL SE REFERE À CAPACIDADE ARMAZENADA DE FAZER TRABALHO.

Potencial

ENTÃO A ENERGIA POTENCIAL SIGNIFICA ENERGIA ARMAZENADA?

VAMOS USAR O SEU SALTO EM ALTURA COMO EXEMPLO.

164 CAPÍTULO 4 ENERGIA

NO MOMENTO QUE VOCÊ ALCANÇA A MAIS ALTA POSIÇÃO NO SALTO, A SUA ENERGIA CINÉTICA DESAPARECE ($v = 0$).

NESSE PONTO, VOCÊ POSSUI ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL, E NÃO ENERGIA CINÉTICA.

MAS A MEDIDA QUE VOCÊ CAI, A SUA ENERGIA CINÉTICA AUMENTA. EM OUTRAS PALAVRAS, NO PONTO MAIS ALTO, VOCÊ FICA ESTACIONÁRIA. ENTÃO DEVE EXISTIR ALGUMA ENERGIA ARMAZENADA ESCONDIDA QUE PODE GERAR ENERGIA CINÉTICA.

ENTÃO ESSA É A ENERGIA POTENCIAL.

SIM, A ENERGIA POTENCIAL DE UMA ALTURA EM PARTICULAR CRIA ENERGIA CINÉTICA EM UM OBJETO EM QUEDA.

SE RYOTA SEGURA UM OBJETO NESTA ALTURA, ELE ARMAZENA ENERGIA POTENCIAL NESSE OBJETO.

O OBJETO NA MÃO DE RYOTA TEM ENERGIA POTENCIAL.

QUANDO O OBJETO CAI, SUA ENERGIA POTENCIAL SE TRANSFORMA EM ENERGIA CINÉTICA.

A ENERGIA POTENCIAL QUE VEM DA ALTURA É CHAMADA DE ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL.

PORQUE SUA FONTE É A GRAVIDADE DA TERRA.

VOCÊ QUER DIZER QUE EXISTEM OUTROS TIPOS DE ENERGIA POTENCIAL?

CERTAMENTE. POR EXEMPLO, CONSIDERE UMA TIRA DE BORRACHA OU UMA MOLA.

ÉLE TEM TANTOS BRINQUEDOS...

QUANDO VOCÊ SOLTA O ESTILINGUS, A ENERGIA POTENCIAL DA TIRA DE BORRACHA VIRA ENERGIA CINÉTICA PARA O TIRO.

QUANDO É ESTICADA PARA FORA, A TIRA DE BORRACHA ARMAZENA ENERGIA POTENCIAL.

A TIRA DE BORRACHA, OU A MOLA, TEM ENERGIA PARA RESTAURAR A SI MESMA PARA SEU COMPRIMENTO ORIGINAL. ESSE TIPO DE ENERGIA POTENCIAL É CHAMADO DE ENERGIA POTENCIAL ELÁSTICA.

166 CAPÍTULO 4 ENERGIA

VOCÊ PRECISA LEVANTAR O OBJETO OU PUXAR A PONTA DA TIRA DE BORRACHA PARA DAR ENERGIA POTENCIAL AO OBJETO.

DO MESMO JEITO, VOCÊ DEVE IMPOR A FORÇA A UM OBJETO PARA CRIAR ENERGIA CINÉTICA.

ASSIM, DE MODO A TRANSFORMAR ENERGIA, VOCÊ DEVE IMPOR UMA FORÇA POR UMA DISTÂNCIA.

ISSO É REFERIDO COMO TRABALHO.

BEM, ISSO NÃO PARECE TER NADA A VER COM ALGO CASUAL.

VOCÊ ESTÁ CERTA, O TRABALHO EM MECÂNICA É DEFINIDO EXATAMENTE ASSIM.

TRABALHO = DESLOCAMENTO DE UM OBJETO \times COMPONENTE DA FORÇA APLICADA NA MESMA DIREÇÃO

VIU?

COMPONENTE DA FORÇA APLICADA NA DIREÇÃO DO DESLOCAMENTO

FORÇA

OBJETO

DESLOCAMENTO DO OBJETO

FALANDO SIMPLEMENTE, O TRABALHO É IGUAL À DISTÂNCIA MULTIPLICADA PELA FORÇA...

BEM, SIM, MAS NÓS TAMBÉM TEMOS QUE CONSIDERAR A ORIENTAÇÃO DESSA FORÇA.

ENERGIA POTENCIAL 167

QUANDO VOCÊ LEVANTA UM OBJETO NA VERTICAL, O TRABALHO FEITO É IGUAL À FORÇA APLICADA MULTIPLICADA PELA DISTÂNCIA LEVANTADA.

PORÉM, SE NÓS SIMPLEMENTE SEGURAMOS O OBJETO SEM MOVÊ-LO, NÓS NÃO REALIZAMOS TRABALHO NO SENTIDO DA MECÂNICA, MESMO SE FICAMOS REALMENTE CANSADOS.

FORÇA

MOVIMENTA

VOCÊ REALIZA TRABALHO QUANDO LEVANTA A MALA

MAS SEGURAR A MALA NÃO É TRABALHO.

FORÇA

SEGURA

SE, MESMO SE FICAR CANSADA, ISSO NÃO QUER DIZER QUE EU REALIZEI TRABALHO.

VOCÊ DEVE PENSAR NO TRABALHO COMO UM MEIO DE AUMENTAR OU DIMINUIR A ENERGIA DE UM OBJETO. DEPOIS DE REALIZAR TRABALHO EM UM OBJETO, VOCÊ PODE DIZER QUE...

O OBJETO DEVE TER ENERGIA CINÉTICA OU POTENCIAL. MAS VOCÊ NÃO PODE DIZER: O OBJETO TEM TRABALHO. O TRABALHO É REALIZADO NOS OBJETOS POR UMA FORÇA.

A MALA DE RYOTA ESTÁ PESADA!

OK, ENTENDI ISSO!

TRABALHO E ENERGIA POTENCIAL

ENTÃO, VOCÊ PODE AUMENTAR A ENERGIA POTENCIAL AO REALIZAR TRABALHO.

POR EXEMPLO, VAMOS CONSIDERAR ESTA MALA NOVAMENTE.

FORÇA DA MÃO
X
ALTURA QUE O OBJETO É LEVANTADO

SIM, SE VOCÊ REALIZA TRABALHO PARA LEVANTAR UM OBJETO, A ENERGIA POTENCIAL DELE AUMENTA.

AQUI, FOI REALIZADO TRABALHO.

A ORIENTAÇÃO DA FORÇA E DO MOVIMENTO DA MALA RESULTA EM UM VALOR POSITIVO PARA A QUANTIDADE DE TRABALHO.

ISSO SIGNIFICA QUE A ENERGIA POTENCIAL AUMENTOU.

TRABALHO E ENERGIA POTENCIAL 169

O VALOR DO TRABALHO SE TORNA NEGATIVO SE EU ABAIXAR A MALA?

EXATAMENTE.

FORÇA

MOVIMENTA

ENERGIA POTENCIAL AUMENTA

FORÇA

SEGURA

ENERGIA POTENCIAL DIMINUI

TRABALHO POSITIVO

TRABALHO NEGATIVO

QUANDO VOCÊ DIMINUI A ENERGIA POTENCIAL DA MALA, A ORIENTAÇÃO DA FORÇA É CONTRÁRIA À DIREÇÃO DO MOVIMENTO, SIGNIFICANDO QUE TRABALHO NEGATIVO FOI REALIZADO NA MALA.

DA MESMA FORMA, QUANDO PUXA A TIRA DE BORRACHA, VOCÊ ESTÁ FAZENDO TRABALHO POSITIVO.

JÁ QUE EXISTE ENERGIA POTENCIAL ARMAZENADA.

BEM, DEIXE-ME PENSAR... NÓS PODEMOS USAR UMA POLIA, OU UMA RAMPA.

MAS VOU ESCLARECER: O TRABALHO É NÃO LIMITADO POR FORÇAS APLICADAS DIRETAMENTE PARA CIMA.

SIM, AO USAR ESSES MÉTODOS, VOCÊ REDUZ A QUANTIDADE DE FORÇA QUE TEM QUE APLICAR AO OBJETO PARA CONSEGUIR ENERGIA POTENCIAL.

NESSES CASOS, A DISTÂNCIA QUE O OBJETO DEVE SE MOVER É MAIOR, MAS A FORÇA APLICADA É MENOR.

PORÉM, O TRABALHO TOTAL REALIZADO É O MESMO, SE ELIS ESTIVEREM SENDO LEVANTADOS NA MESMA ALTURA.

OPS!

ISSO É CONSEQUÊNCIA DA CONSERVAÇÃO DE ENERGIA.

ENTENDO.

TRABALHO E ENERGIA POTENCIAL 171

LABORATÓRIO

O TRABALHO E A CONSERVAÇÃO DA ENERGIA



Vamos considerar o cenário no qual nós vamos levantar uma carga pesada a uma certa altura. O jeito mais simples de fazer isso é levantar em linha reta para cima. O diagrama a seguir mostra como isso parece.



Estamos levantando uma carga com massa m até a altura h .



Consideremos quanto trabalho devemos realizar para levantar a carga até a altura de h pela aplicação de uma força igual à força da gravidade sobre a massa, isto é, vamos impor uma força para cima equivalente à força da gravidade para baixo. Assumindo g para a aceleração gravitacional, sabemos que a força para baixo é mg :

$$\text{trabalho para cima} = \text{força de levantamento} \times \text{altura } h = mgh$$

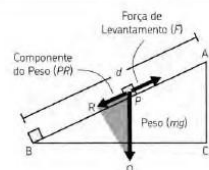
Note que para simplificar, não vamos levar em conta nem o atrito e nem a resistência do ar nesses exemplos. Mas este é um jeito bem difícil de levantar algo pesado!



Hum... talvez seja mais fácil se empurrarmos a carga para cima em uma rampa.



Sim, vamos considerar o caso de empurrar a carga para cima em um plano inclinado.



Olhe para este diagrama. A magnitude da força necessária para empurrar a carga para cima nessa rampa (F) é igual ao componente da força da gravidade paralela à rampa (PR). Então, se a rampa tem um comprimento d , o trabalho necessário para mover a carga até a altura h pode ser representado como:

$$\text{Trabalho} = Fd$$

Agora, sabemos intuitivamente que F é menor que mg , e d é maior que h .



Isso faz sentido. É por isso que precisamos da mesma quantidade de trabalho para empurrar a carga para cima em uma rampa ou quando levantamos a carga em linha reta para cima?



Sim, de fato. Agora vamos mostrar porque isso funciona, matematicamente. O $\triangle ABC$ representa a rampa na figura, e o $\triangle PQR$ representa a composição da força mg . Esses dois triângulos são similares. Isso significa que $\angle CAB = \angle RPQ$. Isso também significa que a proporção dos seus lados correspondentes deve ser a mesma, também. Assim, o seguinte deve ser verdade:

$$\frac{AB}{AC} = \frac{PQ}{PR}$$

Vamos tornar isso um pouco menos abstrato. O segmento de linha AB é igual a d (comprimento da rampa) e AC é igual a h (altura). Da mesma forma, o segmento de linha PQ é igual a mg (a força para baixo, devida à gravidade), enquanto que PR é igual a F (a força aplicada para compensar uma porção dessa força).



Isso significa:

$$\frac{d}{h} = \frac{mg}{F}$$

Veja, apenas rearranjando um pouco essa equação, temos o seguinte:

$$Fd = mgh$$

Portanto, o trabalho para levantar uma carga usando uma rampa deve ser igual ao trabalho para levantar essa carga em linha reta para cima.

Além disso, por favor note que nossos resultados são os mesmos, apesar do ângulo da rampa. Considerando a conservação da energia, apesar da rota do levantamento, o trabalho feito para levantar um objeto com massa m na altura h é igual ao seguinte:

$$\text{Força necessária para equilibrar a gravidade} \times \text{altura} = mgh$$



Então, com qualquer método que você usa para levantar uma coisa, a quantidade de trabalho você realiza é a mesma.



Para dizer de outra forma, o seu trabalho aumenta a energia potencial da carga de mgh .



E aposto que isso também funciona para o trabalho negativo. Isto é, você verá um decréscimo na energia potencial de mgh se você abaixar o objeto por mgh .



Sim, isso mesmo.

TRABALHO E ENERGIA

O QUE ESTÁ ACONTECENDO? ESTOU FICANDO MAIS JOVEM...

O TRABALHO NÃO É REALIZADO APENAS COM O AUMENTO OU DIMINUIÇÃO DA ENERGIA POTENCIAL.

O TRABALHO TAMBÉM PODE AFETAR A ENERGIA CINÉTICA DE UM OBJETO!

MAS QUE...

ESTOU TERCANDO MAIS VELHA

VOCÊ QUER DIZER QUE TRABALHO TAMBÉM É REALIZADO QUANDO MOVEMOS UM OBJETO QUE SE MOVE?



AH QUE FOFO!

DISPARÇA

ENQUANTO VOCÊ IMPUSER UMA FORÇA EM UMA DETERMINADA DISTÂNCIA SOBRE UM OBJETO EM REPOUSO, A ENERGIA CINÉTICA DESSE OBJETO AUMENTA.

IMPOR OU APLICAR UMA FORÇA SOBRE UM OBJETO

GERA ENERGIA CINÉTICA.



ANDA ESTÁ ME OUVINDO, NINOMIYA-SAN?

ESTÁ BEM.

SIM, PROSSIGA COM A AULA.

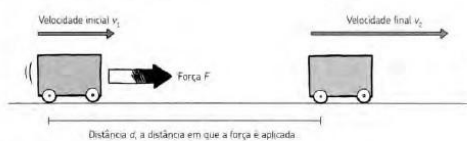


LABORATÓRIO

A RELAÇÃO ENTRE TRABALHO E ENERGIA CINÉTICA



Vamos examinar como podemos obter/derivar uma equação que expresse a relação entre trabalho e energia cinética. Suponha que continuamos a aplicar a força F em um carrinho em movimento, em uma direção paralela à velocidade desse carrinho. Esse carrinho tem massa m e começa com a velocidade inicial uniforme v_1 .



Isso significa que uma força adicional é aplicada ao objeto em movimento.



Nesse momento, o seguinte é verdadeiro:

$$\text{Trabalho realizado no objeto} = Fd$$

Além disso, como representamos a velocidade final como v_2 , podemos representar a variação da energia cinética do objeto assim:

$$\text{Variação da energia cinética} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

E como nós já sabemos que a variação da energia cinética é igual ao trabalho realizado no objeto, podemos expressar a seguinte relação:

$$\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = Fd$$



Rã.



Também podemos obter essa equação de outro jeito. Como F é definida como constante, o carrinho está experimentando aceleração uniforme. Portanto, se representarmos a aceleração do carrinho como a , sabemos que o seguinte deve ser verdade:

$$v_2^2 - v_1^2 = 2ad$$

(Por que isso então? Veja a expressão w na página 85.) Para chegar mais perto da nossa expressão original, vamos substituir usando a segunda lei de Newton:

$$F = ma, \text{ ou apenas um pouco rearranjada: } a = \frac{F}{m}$$

E vamos obter o seguinte:

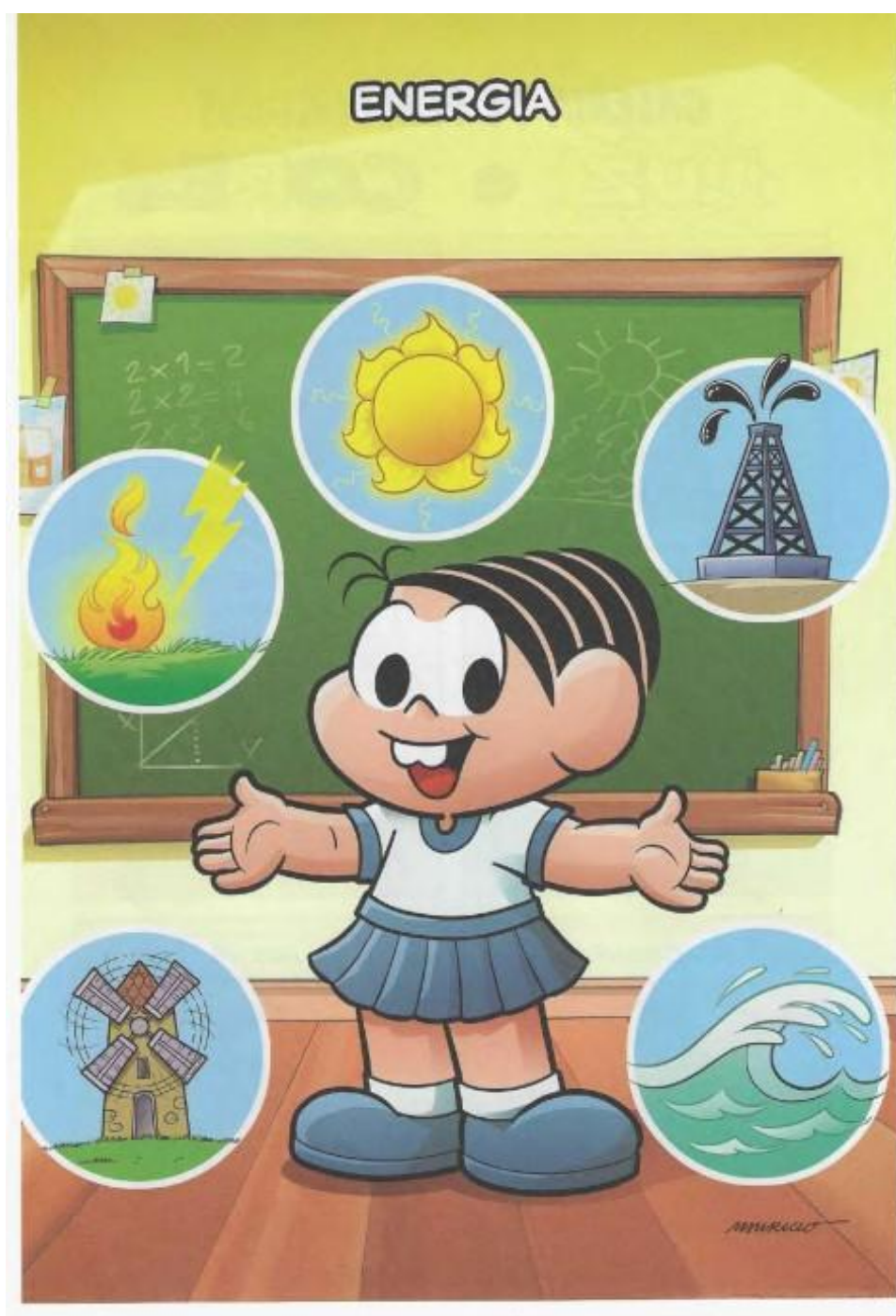
$$v_2^2 - v_1^2 = \frac{2Fd}{m}$$

Em seguida, basta multiplicar ambos os lados por $\frac{1}{2}$ que você chega lá!

$$\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = Fd$$



Eu posso fazer isso direito se calcular com muito cuidado.

ANEXO C – SAIBA MAIS! COM A TURMA DA MÔNICA® - ENERGIA







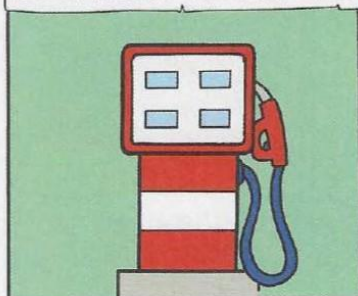




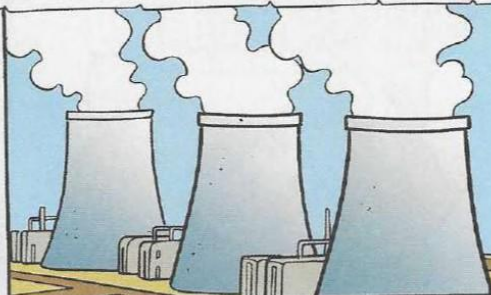
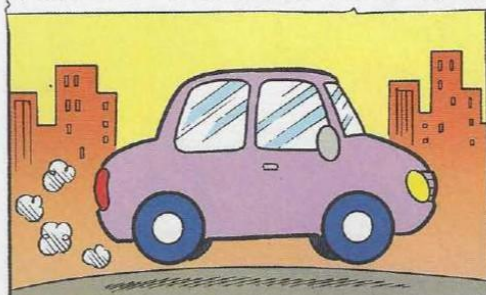




"...A ENERGIA FÓSSIL É MUITO UTILIZADA NOS DIAS DE HOJE, EM FORMA DE GASOLINA, DIESEL, QUEROSENE, CARVÃO MINERAL E GÁS NATURAL!"



"TIRANDO O GÁS, A ENERGIA PRODUZIDA POR ESSES COMBUSTÍVEIS COSTUMA GERAR MUITA POLUIÇÃO, INTENSIFICANDO O EFEITO ESTUFA*!"



* O QUE AUMENTA A TEMPERATURA TERRESTRE.







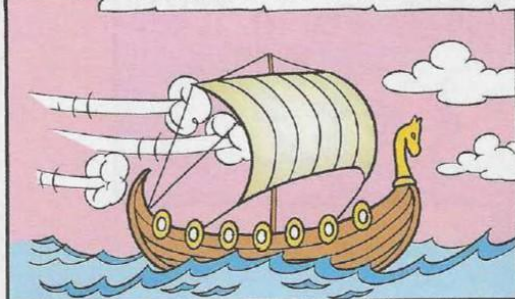
"A ENERGIA DA BIOMASSA É GERADA POR MATERIAIS ORGÂNICOS, COMO RESTOS DE COMIDA, ESTERCO, MADEIRA, RESÍDUOS AGRÍCOLAS!"





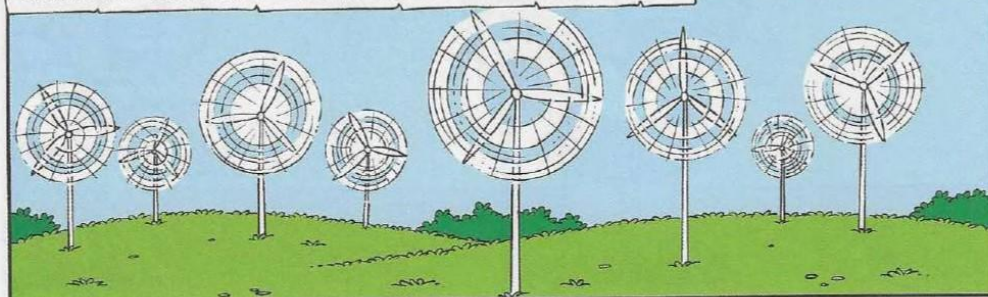


"DESDE A ANTIGUIDADE, O HOMEM USA ESSE TIPO DE ENERGIA PARA MOVER SUAS EMBARCAÇÕES E MOINHOS*!"



*ENGENHO DE MOER GRÃOS.

"GRANDES HÉLICES SÃO INSTALADAS EM REGIÕES QUE TENHAM GRANDE QUANTIDADE DE VENTOS!"



COM OS MOVIMENTOS DAS HÉLICES, UM GERADOR PRODUZ ENERGIA ELÉTRICA!



ESSA ENERGIA LIMPA NÃO PRODUZ POLUIÇÃO E É INESGOTÁVEL!



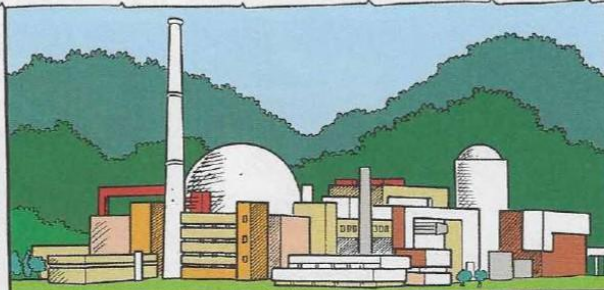
A ENERGIA EÓLICA AINDA É POUCO UTILIZADA NO MUNDO!



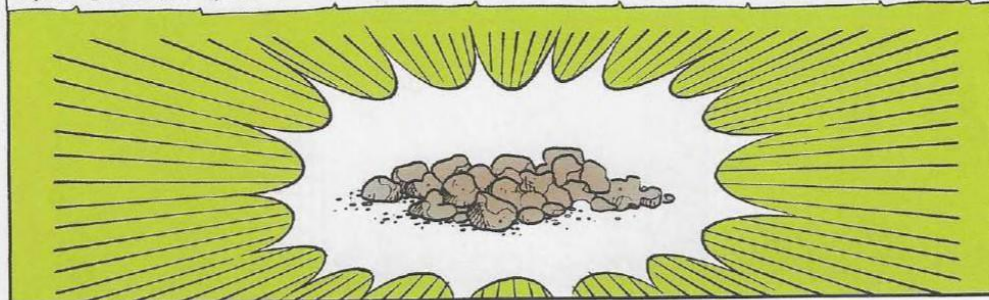
OBRIGADA, DORINHA!



"AS USINAS NUCLEARES DESINTEGRAM O NÚCLEO DO URÂNIO, UM ELEMENTO QUÍMICO COM BASTANTE ENERGIA, PRA GERAR ELETRICIDADE!"



"O GRANDE PROBLEMA DESSE TIPO DE ENERGIA É O LIXO NUCLEAR QUE SOBRA, QUE É FORMADO POR RESÍDUOS QUÍMICOS RADIOATIVOS!"

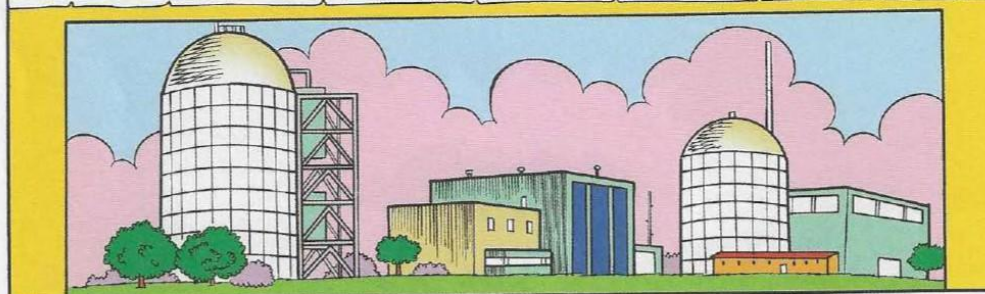


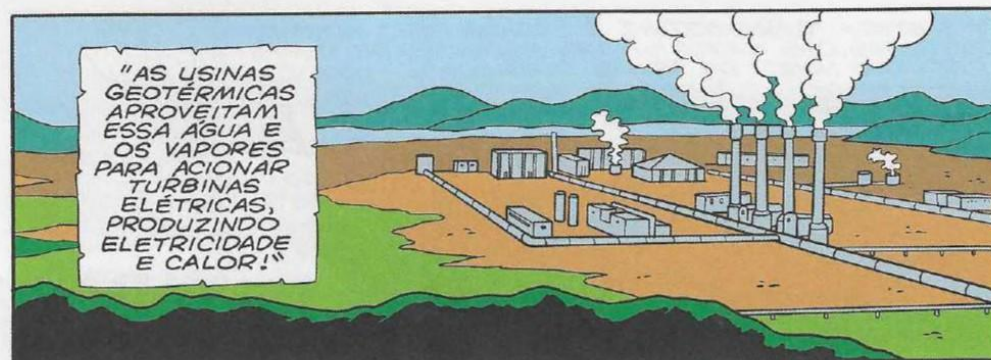
"ESSE LIXO DEVE SER TRATADO, TRANSPORTADO E ISOLADO, OBEDECENDO A VÁRIAS NORMAS DE SEGURANÇA INTERNACIONAIS!"



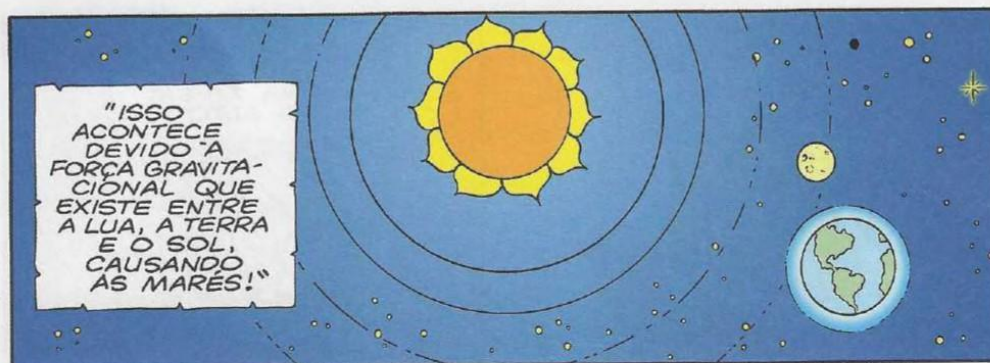


"PREOCUPADOS COM A POSSIBILIDADE DE HAVER ALGUM ACIDENTE, ALGUNS PAÍSES ESTÃO CONSIDERANDO FECHAR SUAS USINAS NUCLEARES!"









A DIFERENÇA ENTRE AS ALTURAS DAS MARÉS VARIA DE ACORDO COM A POSIÇÃO RELATIVA DOS TRÊS ASTROS!



E ESSA DIFERENÇA É FÁCIL DE SER PERCEBIDA EM LOCAIS COMO GOLFOS, BAÍAS E ESTUÁRIOS*!



*ENCONTRO DE ÁGUA DOCE E SALGADA.



"ESSAS USINAS USAM TURBINAS HIDRÁULICAS COM MECANISMOS DE CANALIZAÇÃO E DEPOSITO, QUE LIGADOS A UM ALTERNADOR PRODUZEM ENERGIA ELÉTRICA!"







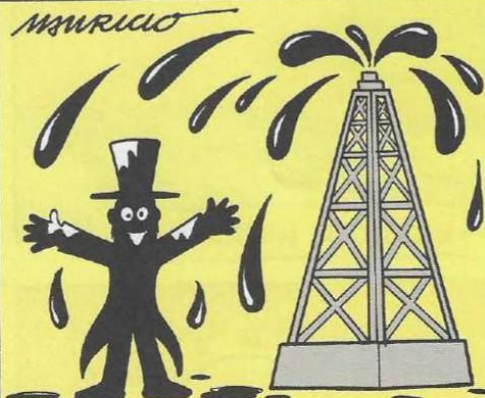


CURIOSIDADES SOBRE ENERGIA

POR VOLTA DO SÉCULO VI, ANTES DE CRISTO, OS GREGOS JÁ TINHAM CONHECIMENTO DA **ELETRICIDADE**! ESFREGAVAM UM PEDAÇO DE **ÂMBAR** (RESINA FÓSSIL DE UM PINHEIRO, DA ÉPOCA TERCIÁRIA), NUM PANO, PARA ATRAIR PEDACINHOS DE PALHAS, ALGODÃO, ETC. **TALES DE MILETO** FOI O PRIMEIRO HOMEM A TENTAR EXPLICAR ESSE FENÔMENO DA ATRAÇÃO DO ÂMBAR, FAZENDO EXPERIÊNCIAS CIENTÍFICAS!



EM GREGO, ÂMBAR É CHAMADO **ELEKTRON**! AO FAZER AS SUAS PRIMEIRAS EXPERIÊNCIAS COM ESSE MATERIAL, NO SÉCULO XVI, O INGLÊS **WILLIAM GILBERT** DEU A ESSE FENÔMENO O NOME DE **ELETRICIDADE**! HOJE EM DIA, SABE-SE QUE TANTO **TALES DE MILETO** QUANTO **WILLIAM GILBERT** TESTARAM E DESCOBRIRAM A **ELETRICIDADE ESTATICA**, OU SEJA, ESSE TIPO DE ENERGIA NÃO SE MOVIMENTA!



A PRIMEIRA TORRE DE PETRÓLEO FOI CONSTRUÍDA NO ANO DE **1859**, NA **PENSILVÂNIA, ESTADOS UNIDOS**, A UMA PROFUNDIDADE DE **21 METROS**! HOJE EM DIA, AS ESCAVAÇÕES CHEGAM A ULTRAPASSAR **6000 METROS** DE PROFUNDIDADE!

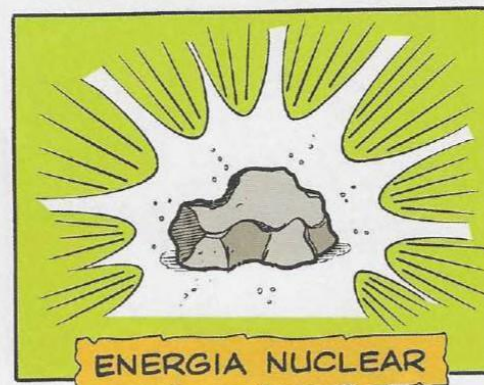
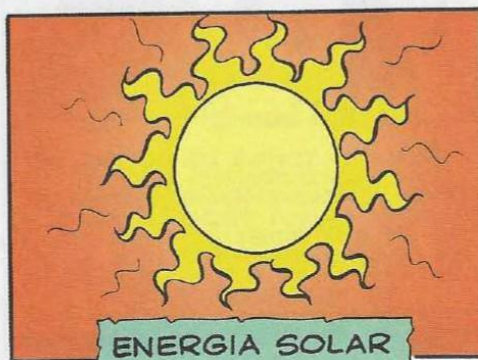
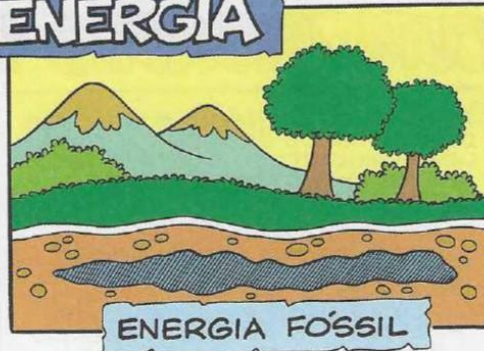


UMA **ENGUIA ELÉTRICA** GERALMENTE PRODUZ CHOQUES ELÉTRICOS DE **500 VOLTS**! UM CHOQUE ASSIM PODE CHEGAR A MATAR UM CAVALO! A ENGUIA SE UTILIZA DESSA ENERGIA PARA MANTER SEUS INIMIGOS AFASTADOS E CAPTURAR SUAS PRESAS!

A ORIGEM DO **CARVÃO MINERAL** VEM DA FOSSILIZAÇÃO DE MATERIAIS ORGÂNICOS, PRINCIPALMENTE DA MADEIRA! ELE É RETIRADO DO SUBSOLO TERRESTRE PELO SISTEMA DE **MINERAÇÃO**!



GALERIA ENERGIA



APÊNDICE A – TESTE DIAGNÓSTICO

1. Qual das alternativas abaixo melhor define energia?
 - a) A capacidade de um corpo de gerar luz.
 - b) A capacidade de realizar trabalho ou causar mudanças.
 - c) Uma força invisível que move os objetos.
 - d) A quantidade de matéria presente em um objeto.
2. Qual é a principal fonte de energia utilizada na sociedade moderna?
 - a) Energia solar.
 - b) Energia elétrica.
 - c) Energia nuclear.
 - d) Energia dos combustíveis fósseis.
3. A energia pode ser transformada de uma forma para outra. Qual das transformações abaixo ocorre em uma hidrelétrica?
 - a) Elétrica para mecânica.
 - b) Química para térmica.
 - c) Mecânica para elétrica.
 - d) Nuclear para térmica.
4. Qual forma de energia é armazenada em alimentos e combustíveis?
 - a) Energia térmica.
 - b) Energia química.
 - c) Energia nuclear.
 - d) Energia cinética.
5. Qual das seguintes afirmações a respeito da energia cinética é verdadeira?
 - a) A energia cinética de um objeto é diretamente proporcional à velocidade.
 - b) A energia cinética de um objeto é expressa em watts.
 - c) A energia cinética de um objeto é uma medida quantitativa da inércia do objeto.
 - d) A energia cinética de um objeto é sempre positiva.
 - e) A energia cinética de um objeto é sempre igual à energia total do objeto.
6. Em qual das situações abaixo acontece um aumento de energia cinética?
 - a) Uma bola de futebol bate na trave.
 - b) Um carro para em um sinal de trânsito.
 - c) Um ventilador é ligado.

- d) Uma estante é empurrada com velocidade constante.
 - e) Um elevador está subindo com velocidade constante.
7. Qual das opções abaixo é um exemplo de energia potencial gravitacional?
- a) Um carro em movimento.
 - b) Um livro na borda de uma mesa.
 - c) Um motor funcionando.
 - d) Um aquecedor ligado.
8. O que acontece em um parque eólico?
- a) A energia mecânica do vento se transforma em energia elétrica.
 - b) A energia química do vento se transforma em eletricidade.
 - c) A energia térmica do vento aquece as turbinas.
 - d) A energia elétrica gera o vento.
9. A energia cinética depende de quais fatores?
- a) Massa e velocidade do objeto.
 - b) Temperatura e calor.
 - c) Altura e gravidade.
 - d) Tensão elétrica e corrente.
10. Qual é a principal fonte de energia usada no Brasil?
- a) Energia solar.
 - b) Energia hidráulica.
 - c) Energia nuclear.
 - d) Carvão mineral.
11. O efeito estufa é causado pelo acúmulo de qual forma de energia na atmosfera terrestre?
- a) Energia solar.
 - b) Energia nuclear.
 - c) Energia química.
 - d) Energia térmica.
12. Em qual situação ocorre a conversão de energia elétrica em energia térmica?
- a) Quando ligamos um ferro de passar roupa.
 - b) Quando ligamos um ventilador.
 - c) Quando carregamos um celular.
 - d) Quando pedalamos uma bicicleta.

13. Qual das alternativas abaixo representa um exemplo de fonte de energia renovável?
- a) Carvão mineral.
 - b) Energia solar.
 - c) Gás natural.
 - d) Petróleo.
14. O que acontece com a energia mecânica de um objeto que cai de uma altura elevada?
- a) A energia cinética diminui e a energia potencial aumenta.
 - b) A energia potencial se transforma em energia cinética.
 - c) A energia total do sistema aumenta.
 - d) O objeto perde energia para o ambiente.
15. Qual das seguintes opções mostra um uso sustentável da energia?
- a) Deixar as luzes acesas mesmo sem ninguém no cômodo.
 - b) Utilizar lâmpadas LED para economizar energia.
 - c) Manter o chuveiro elétrico ligado por muito tempo no banho.
 - d) Usar aparelhos eletrônicos conectados à tomada o tempo todo.

APÊNDICE B – TESTE QUALITATIVO

1. O que é energia?
2. No Ceará, uma fonte de energia muito utilizada para geração de eletricidade é:
 - (a) O petróleo.
 - (b) O gás natural.
 - (c) A energia solar e eólica.
 - (d) A energia nuclear.
3. O que acontece em um parque eólico?
4. Qual é a principal fonte de energia usada no Brasil?
5. No Ceará, o sol é uma grande fonte de energia. Como os painéis solares transformam essa energia?
 - (a) A energia solar é convertida diretamente em energia mecânica.
 - (b) A energia solar é armazenada na forma de calor e depois vira eletricidade.
 - (c) A energia solar é transformada em energia elétrica.
 - (d) A energia solar aquece a água e movimenta turbinas.
6. Qual das alternativas abaixo é um exemplo de transformação de energia química em energia térmica?
 - (a) O funcionamento de um ventilador.
 - (b) A queima de lenha para cozinhar alimentos.
 - (c) O brilho de uma lâmpada de LED.
 - (d) A captação de energia do vento por uma turbina.
7. Em qual situação ocorre a conversão de energia elétrica em energia térmica?
 - (a) Quando ligamos um ferro de passar roupa.
 - (b) Quando ligamos um ventilador.
 - (c) Quando carregamos um celular.
 - (d) Quando pedalamos uma bicicleta.
8. Qual das alternativas representa uma fonte de energia renovável?
 - (a) Carvão mineral.
 - (b) Energia solar.

- (c) Gás natural.
 - (d) Petróleo.
9. Qual das seguintes opções mostra um uso sustentável da energia?
- (a) Deixar as luzes acesas mesmo sem ninguém no cômodo.
 - (b) Utilizar lâmpadas LED para economizar energia.
 - (c) Manter o chuveiro elétrico ligado por muito tempo no banho.
 - (d) Usar aparelhos eletrônicos conectados à tomada o tempo todo.
10. O que acontece com a energia mecânica de um objeto que cai de uma altura elevada?
11. A energia elétrica utilizada nas residências pode ser transformada em várias outras formas. Qual das opções abaixo representa uma conversão correta?
- (a) Um ventilador transforma energia elétrica em energia térmica.
 - (b) Uma lâmpada transforma energia elétrica em energia luminosa e térmica.
 - (c) Um liquidificador transforma energia elétrica em energia química.
 - (d) Um fogão a gás transforma energia elétrica em energia potencial.
12. Qual fenômeno ocorre quando há transformação de energia solar em energia elétrica?
- (a) O funcionamento de um painel solar fotovoltaico.
 - (b) A queima de combustíveis fósseis.
 - (c) O funcionamento de uma usina hidrelétrica.
 - (d) O movimento das pás de uma turbina eólica.
13. Quando um aluno sobe uma escada carregando uma mochila pesada, ocorre a transformação de energia:
- (a) Cinética em potencial.
 - (b) Química em luminosa.
 - (c) Térmica em elétrica.
 - (d) Mecânica em térmica.
14. O efeito estufa é causado pelo acúmulo de qual forma de energia na atmosfera terrestre?
15. Como podemos reduzir o impacto ambiental do consumo de energia elétrica?

APÊNDICE C – PRODUTO EDUCACIONAL

Esta sequência didática favorece uma abordagem interdisciplinar, conectando conceitos de Ciência, Sociedade e Sustentabilidade, e envolve os estudantes ativamente na construção e aplicação do conhecimento, conforme propõe o método prática-teoria-prática da PHC.

APRESENTAÇÃO

Caro(a) Professor(a),

Este documento apresenta o produto educacional que constitui o foco central de nossa pesquisa em Educação, conforme estabelecido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) para o Mestrado Profissional, em atendimento à Portaria Normativa nº 7, de 22 de junho de 2009, parágrafo 3º, artigo 7º, alínea IX (Brasil, 2009).

O material é voltado para estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA), associado ou não à Deficiência Intelectual (DI), tendo como principal ferramenta metodológica o uso de Histórias em Quadrinhos (HQs) em uma perspectiva interdisciplinar. Acreditamos no potencial dessa abordagem para tornar os conteúdos científicos mais acessíveis, atrativos e compreensíveis, estimulando, assim, a alfabetização científica e o desenvolvimento do pensamento crítico.

1 INTRODUÇÃO

A dificuldade encontrada por estudantes e professores no processo de ensino e aprendizagem de Ciências, em especial de Física, está relacionada a diversos fatores, que vão desde as metodologias empregadas pelos professores até a relação entre eles e os estudantes. Quando se trata de estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA), a dificuldade torna-se ainda maior. O uso de metodologias inadequadas para atender às especificidades de cada um desses estudantes pode fazer com que eles sejam excluídos durante as aulas, dificultando o processo de ensino e aprendizagem.

Dentro desse contexto, torna-se imperativo realizar uma revisão no ensino de Ciências, que, por muito tempo se baseou na mera transmissão de informações, utilizando o livro didático como o principal instrumento em sala de aula (Lima; Cantanhede, 2020).

Diante desse cenário, surge o seguinte questionamento: *de que maneira podemos ajustar a nossa prática pedagógica para tornar o aprendizado em Ciências mais acessível, inclusivo, envolvente e significativo para a inclusão de estudantes com TEA?*

Lima *et al.* (2021), Moran e Bacich (2018) e Carvalho, Rosa e Moraes Filho (2022) defendem que o ensino de Ciências precisa estar em constante atualização, e a busca por novas metodologias é indispensável, tal ensino exige uma abordagem que vá além da simples memorização de fórmulas e conteúdos, é necessário práticas pedagógicas que atendam a complexidade do processo de ensino e aprendizagem.

Corroborando com isso, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018a) enfatiza a importância de criar oportunidades para que os estudantes se envolvam nos processos de aprendizagem e desenvolvam posturas mais colaborativas, sendo capazes de sistematizar suas primeiras explicações sobre o mundo natural, tecnológico, o próprio corpo, saúde e bem-estar.

Portanto, é necessário que a prática docente esteja em constante reconstrução e atualização, buscando desenvolver novas estratégias, técnicas e abordagens pedagógicas práticas, criativas e inovadoras em sala de aula, que permitam aos estudantes coletar, relacionar, organizar, manipular e discutir informações, visando uma melhor compreensão de sua realidade humana e social, com o objetivo de tornar os estudantes protagonistas do processo de ensino e aprendizagem, e não meros receptores de conhecimento, haja visto que as atuais práticas de ensino já não possuem tanta eficácia diante deste novo cenário (Umbelino; Zabini, 2014, P. 4).

Com isso, o “professor precisa estar disposto a criar atividades mais dinâmicas, mais práticas, que a princípio parece mesmo demandar um pouco mais de trabalho, porém

o desenvolvimento dessas atividades é indispensável” (Barros; Patrício; Dantas Filho, 2018). Assim, torna-se ainda mais essencial reinventar práticas pedagógicas e desenvolver novos caminhos, utilizando recursos e materiais didáticos que despertem o interesse dos estudantes (Ceará, 2021).

Diante disso, é essencial adotar uma abordagem que possibilite ao estudante tornar-se sujeito ativo do processo, permitindo-lhe refletir, trocar experiências e observações e criar sínteses que lhe permitam desenvolver práticas experimentais, por meio das quais possam compreender o mundo e seus mecanismos de maneira mais profunda.

Portanto, é essencial adotar uma abordagem que possibilite ao estudante com Necessidades Educacionais Específicas (NEE), tornar-se sujeito ativo no processo de ensino e aprendizagem, de modo que ele, possa compreender o mundo e seus mecanismos de maneira mais profunda. Assim, promover a inclusão escolar e a adaptação de currículos e estratégias para atender esses estudantes são fundamentais para garantir um ensino de qualidade (Camargo, 2016).

Diante disso, este trabalho busca apresentar um recurso educacional que torne o ensino de Ciências mais inclusivo e envolvente, promovendo a participação ativa dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem, com ênfase na inclusão de estudantes com TEA, associado ou não à Deficiência Intelectual (DI), em uma abordagem interdisciplinar, pois acreditamos em seu potencial para tornar os conteúdos científicos mais acessíveis, atrativos e compreensíveis, estimulando, assim, a alfabetização científica e o desenvolvimento do pensamento crítico.

O objetivo geral deste produto educacional é:

- Desenvolver e implementar uma sequência didática, fundamentada na Pedagogia Histórico-Crítica (PHC), destinada a inclusão de estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA), associado ou não a DI, utilizando histórias em quadrinhos (História em quadrinhos (HQ)), em uma abordagem interdisciplinar.

Como objetivos específicos, temos:

- Contribuir para um ensino de Ciências mais inclusivo e envolvente.
- Tornar o aprendizado mais acessível e significativo.
- Promover a participação ativa dos estudantes, com ênfase na inclusão de estudantes com Necessidades Educacionais Específicas (NEE) no processo de ensino e aprendizagem.
- Estudar as principais formas de energia e os impactos do seu uso indevido na

sociedade.

Com o intuito de atingir tais objetivos, fundamentamos a nossa proposta na abordagem da PHC, pois entendemos que ela está em consonância com o que está disposto na Lei de diretrizes e bases da educação (LDB) (Brasil, 1996), no artigo 1º, “A educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais” e no inciso XI, artigo 3º: “vinculação entre a educação escolar, o trabalho e as práticas sociais”, e na Resolução Nº 3, de 21 de novembro de 2018 - diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio - artigo 5º, que estabelece que o ensino médio deve ser orientado por princípios específicos, sendo um deles destacado no inciso VIII: “a indissociabilidade entre educação e prática social, levando em consideração a historicidade dos conhecimentos e dos agentes envolvidos no processo educativo” (Brasil, 2018b, p. 21).

Ainda, segundo a LDB, o currículo escolar deve contemplar “o estudo da língua portuguesa e da matemática, o conhecimento do mundo físico e natural e da realidade social e política, especialmente do Brasil”. Além disso, o Artigo 27 da LDB, que delinea as diretrizes para os conteúdos curriculares da educação básica, enfatiza a importância de tais conteúdos na promoção da difusão de valores essenciais para o interesse social, os direitos e deveres dos cidadãos, o respeito ao bem comum e à ordem democrática (Getner, 2023, p. 23-25).

Com efeito, o processo educacional está intrinsecamente ligado à prática social do educando, alinhando-se com os princípios e fundamentos da PHC. Assim, através dela, podemos proporcionar aos estudantes uma compreensão mais profunda da Ciência e de suas implicações na sociedade, auxiliando na construção de conhecimentos, habilidades e valores essenciais para tomar decisões responsáveis sobre questões relacionadas à Ciência e Tecnologia na sociedade.

Isso os capacita não apenas a enfrentar e solucionar essas questões, mas também a estabelecer conexões significativas com situações concretas do mundo real. Além disso, a Ciência demonstra sua capacidade de transformar a realidade em que estão inseridos. Dessa maneira, o ensino de Ciências tem procurado adotar novas estratégias e abordagens para atender às suas necessidades.

Petermann¹ (1999 apud Barros; Patrício; Dantas Filho, 2018, p. 20), complementa:

O ensino de Ciências, na escola, poderia preocupar-se não só com ensinamentos teóricos, mas dedicar-se a temas que fazem parte do contexto social dos sujeitos

¹ PETERMANN, M. S. **As Atividades Práticas Experimentais em Aula de Ciências**. Brusque: Universidade Regional de Blumenau, 1999.

envolvidos. A educação não pode ignorar os desafios e os problemas sociais e econômicos dos dias de hoje, necessitando desenvolver currículos e métodos que contribuem para a formação do cidadão crítico (Barros; Patrício; Dantas Filho, 2018).

Portanto, as aulas de Ciências possibilitam um discurso social e democrático que contribui para a melhoria da qualidade de vida das pessoas, ao promover o entendimento da Ciência como uma instituição humana criada para que os sujeitos usufruam das materialidades tecnológicas. Dessa forma, o estudante torna-se um sujeito de voz ativa no processo de assimilação dos conhecimentos científicos.

Diante disso, a integração entre PHC e HQ apresenta-se como uma abordagem promissora para o ensino de Ciências em contextos inclusivos. Ela permite alinhar a transmissão de saberes científicos à prática social dos estudantes, respeitando suas singularidades e promovendo a participação ativa no processo educativo. A escassez de pesquisas nessa interseção ressalta a relevância e a originalidade da presente proposta.

Portanto, ao associarmos a PHC com a utilização de HQ, abordamos o ensino de Ciências em uma perspectiva interdisciplinar, que

pode ser traduzida em uma tentativa do homem conhecer as interações entre mundo natural e a sociedade, criação humana e natureza, e em formas e maneiras de captura da totalidade social, incluindo a relação indivíduo/sociedade e a relação entre indivíduos. Consiste, portanto, em processos de interação entre conhecimento racional e conhecimento sensível, e de integração entre saberes tão diferentes, e, ao mesmo tempo, indissociáveis na produção de sentido da vida (Pereira; Lima, 2008, p. 263).

Assim, a interdisciplinaridade pode ser encarada como um método de produção de conhecimento, que busca criar conceitos, através da combinação e intercâmbio de teorias e métodos, e possui a capacidade de provocar mudanças significativas no processo de ensino e aprendizagem, contribuindo na formação do senso crítico e de cidadãos mais conscientes. Isso visa abordar as complexidades fenomenológicas presentes nas diversas áreas do conhecimento, atribuindo a devida importância e relevância no que é ensinado no currículo escolar (Umbelino; Zabini, 2014, p. 4).

Essa abordagem fundamentada na PHC, fortalece a relação entre teoria e prática, garantindo que o conhecimento produzido não seja usado apenas para interpretar o mundo, mas contribua para sua transformação. Consequentemente, buscamos também promover a autonomia dos estudantes e incentivar a contextualização do conhecimento científico em situações do cotidiano.

Pantoja, Araújo e Nascimento (2022, p. 22172), destacam que a oferta de recursos didáticos e pedagógicos, aliada ao uso de estratégias de ensino diferenciadas, contribui para o trabalho pedagógico, oferecendo suporte aos estudantes com NEE para que superem suas limitações e desenvolvam suas potencialidades.

Por fim, compartilhamos do entendimento de Barbosa *et al.* (2022, p. 210604-3), que, um ensino adaptado e interdisciplinar torna-se mais acessível para estudantes com TEA, pois, ao explorar suas áreas de interesse ou aquelas em que têm domínio, é possível estabelecer ligações entre a Física e os demais componentes curriculares por eles estudados.

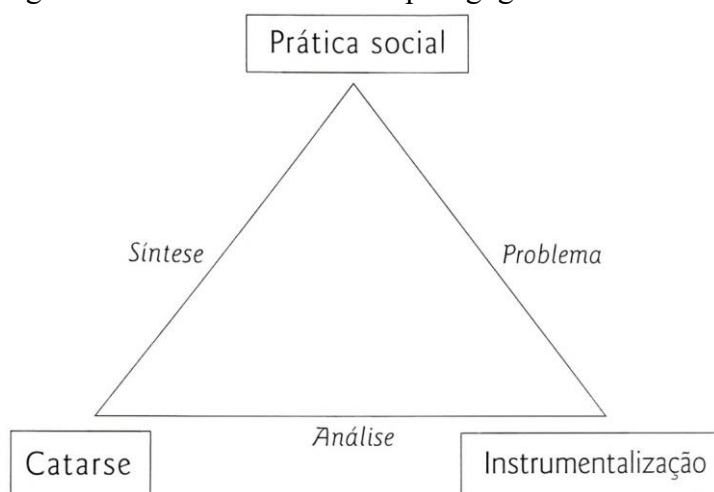
2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS E PRÁTICOS DA PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA

Segundo Gasparin (2011, p. 3), hoje, há um novo indicador de aprendizagem escolar, que vai além da mera demonstração dos conhecimentos teóricos dos objetos de conhecimento e de seu uso em função das necessidades sociais às quais deve responder. Segundo o autor, a aprendizagem escolar exige do professor um posicionamento mais amplo, que integre teoria e prática. Tal exigência demanda, tanto de professores quanto de estudantes, uma nova atitude em relação ao conhecimento e à sociedade. Portanto, o conhecimento escolar passar a ser teórico-prático.

Corroborando com isso, a PHC combina princípios teóricos e didáticos. Nessa abordagem, a escola é um espaço de socialização e construção ativa do conhecimento, conectando conteúdos à realidade dos estudantes e promovendo aprendizagens significativas para sua prática social. Martins de Paula (2023), destaca que a PHC oferece fundamentos e recursos adequados para o desenvolvimento cultural de estudantes com NEE, possibilitando uma prática pedagógica inclusiva e transformadora.

Adicionalmente, para Saviani (1994), a abordagem da PHC estimula a iniciativa tanto de estudantes quanto de professores, respeita os ritmos de aprendizagem e assegura a sistematização dos conhecimentos necessários para o processo educativo. A figura 1, representa a estrutura didática da PHC.

Figura 1 – Estrutura didática na pedagogia histórico-crítica.



Fonte: Santos (2012, p. 82).

Nessa abordagem, partimos do entendimento que os estudantes têm da sua realidade social, através do conhecimento espontâneo adquirido por eles, e, promovemos um aprendizado

que tenha significado para sua vivência social. Portanto, é essencial garantir que os estudantes compreendam o sentido do que aprendem na escola, fazendo com que esses conteúdos tenham relevância para a sua prática social.

Na abordagem da PHC prioriza-se transmitir, às novas gerações, as formas e os conhecimentos científicos por meio da educação escolar. Essa educação escolar deve não apenas promover o desenvolvimento máximo de suas potencialidades, mas também proporcionar aos estudantes o conhecimento acerca do tipo de sociedade em que vivem, visando criar uma consciência de classe, com o objetivo de superar as contradições da sociedade.

Para Oliveira e Marinho (2022, p. 24 - 25), o trabalho educativo na PHC reflete uma visão profundamente histórica, mediada pela ação do professor, essencial para o desenvolvimento das capacidades psíquicas dos indivíduos.

Pereira (2020, p. 11), ao citar Saviani¹, enfatiza que a PHC

se fundamenta numa concepção radicalmente histórica, partindo da compreensão do homem como um ser que se constitui historicamente e o processo educativo como um processo pelo qual os indivíduos de cada geração e de cada sociedade incorporam a produção histórica humana desenvolvida ao longo dos tempos. É possível observar que uma concepção crítica de homem, de sociedade e de educação fundamentam esta Pedagogia (Pereira, 2020, p. 11).

Para Galvão, Lavoura e Martins (2019, p. 93 - 94) essa concepção histórica “nada mais é que o processo historicamente situado, no decorrer do qual os seres humanos produzem a sua existência por meio do trabalho, que é o ato de agir na natureza, transformando-a em busca da satisfação das necessidades próprias dos humanos”. Assim, é necessário que os indivíduos produzam a sua existência, e o fazem por meio do trabalho. Porém, para que isso aconteça, precisam formar-se.

Apesar de reconhecermos que a educação não se limita ao ambiente escolar, é na escola que recai a responsabilidade de impulsionar esse processo de humanização, ao transmitir os conhecimentos mais elaborados que a humanidade acumulou ao longo do tempo (Oliveira; Marinho, 2022, P. 31). Portanto, é fundamental reconhecer que o papel e a participação do professor são essenciais e não podem ser minimizados nesse processo.

¹ SAVIANI, D. **Escola e democracia: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educação e política**. 32. ed. Campinas: Autores Associados, 1994.

2.1 Os Cinco Passos da Pedagogia Histórico-Crítica

Em seu livro *Escola e Democracia*, Demerval Saviani, propõe cinco passos que estruturam a proposta de trabalho da PHC. Ele supôs que poderia fazê-lo de modo semelhante as teorias apresentadas por Herbart e Dewey, porém tendo como ponto inicial do processo de ensino a prática social, o que difere da pedagogia tradicional e da pedagogia nova, que iniciam, respectivamente, em preparação e atividade. E, ao propor esses métodos de ensino, Saviani (2018, p. 122), enfatizou:

assim, se fosse possível traduzir os métodos de ensino que estou propondo na forma de passos à semelhança dos esquemas de Herbart e de Dewey, eu diria que o ponto de partida do ensino não é a preparação dos alunos, cuja iniciativa é do professor (pedagogia tradicional), nem a atividade, que é de iniciativa dos alunos (pedagogia nova) (Saviani, 2018, p. 122 grifo nosso).

Santos (2012, p. 10), enfatiza “que esses passos são fundamentos de um ensino de Ciências superior”. Lavoura e Martins (2017), complementam:

Tornou-se um tanto conhecido o método da pedagogia histórico-crítica, anunciado por Saviani como processo constituído por cinco passos, tendo em vista instrumentalizar uma didática que contraponha a didática da pedagogia histórico-crítica (partindo do materialismo histórico-dialético) à didática da pedagogia tradicional (com base no método expositivo formulado por Herbart, fundado no método científico indutivo de Bacon) e da Escola Nova (com base no método experimentalista ao qual se filia Dewey) (Lavoura; Martins, 2017, p. 2).

Ao estruturar o processo de ensino em cinco passos, a PHC visa assegurar que a aprendizagem seja contextualizada, crítica e interdisciplinar, atendendo tanto às necessidades sociais quanto ao desenvolvimento integral dos estudantes. Esses passos destacam a importância de alinhar os conteúdos escolares com a vivência dos alunos, contribuindo para uma formação que os capacite a atuar de forma consciente e efetiva na transformação da sociedade.

Os cinco passos são: prática social inicial, problematização, instrumentalização, catarse e retorno à prática social. A seguir, cada etapa é detalhada.

O processo de ensino e aprendizagem tem início na prática social inicial, que, para Gasparin (2011, p. 13), “caracteriza-se por uma preparação, uma mobilização do aluno para a construção do conhecimento escolar. É a primeira leitura da realidade, um contato inicial com o tema a ser estudado”. É nessa etapa que o professor apresenta aos estudantes os objetos de conhecimento que serão abordados nas aulas seguintes.

A partir dessa exposição, o professor realiza um diálogo com os estudantes sobre os temas expostos, durante o diálogo os estudantes mostram ao professor o seu conhecimento,

a partir da sua vivência cotidiana, o que sabem sobre o tema. É também nesse momento, que os estudantes manifestam suas expectativas e interesses sobre o que gostariam de aprender a respeito do tema.

Faz-se necessário, portanto, desafiar e sensibilizar os estudantes, levando-os a perceber a relação entre os conteúdos apresentados e sua vivência cotidiana. Para isso, o professor deve criar um ambiente favorável à aprendizagem. Vasconcellos (1993, p. 42)

o trabalho inicial do educador é tornar o objeto em questão, objeto de conhecimento para aquele sujeito, isto é, para o aluno. Para que isso ocorra, o educando deve ser desafiado, mobilizado, sensibilizado; deve perceber alguma relação entre o conteúdo e a sua vida cotidiana, suas necessidades, problemas e interesses. Torna-se necessário que o professor, enquanto mediador do processo ensino e aprendizagem, crie um clima de predisposição favorável à aprendizagem (Vasconcellos, 1993, p. 42).

Conhecer a prática social do educando, escutá-lo atentamente sobre seus conhecimentos prévios e suas experiências no contexto das relações sociais é fundamental. A partir dessa articulação entre saberes, torna-se possível “criar interesse por uma aprendizagem significativa do aluno e uma prática docente também significativa”.

Essa abordagem possibilita a articulação entre problemas concretos da realidade dos estudantes e o conhecimento científico, contextualizando o ensino com questões globais e locais que são relevantes para o cotidiano dos alunos, promovendo o desenvolvimento de competências e habilidades essenciais.

O segundo passo, a problematização, é essencial para a continuidade de todo o trabalho pedagógico, pois é nesse momento que ocorre a transição entre a prática social e o conhecimento científico sistematizado. Para Pereira (2020, p. 26),

A problematização é fundamental na transição entre a prática e a teoria, entre o empírico, o cotidiano e a cultura elaborada. Representa o momento do processo em que a prática social é posta em questão, analisada, interrogada, levando em consideração o conteúdo a ser trabalhado e as exigências sociais de aplicação desse conhecimento (Pereira, 2020, p. 26).

Cabe ao professor, nesse estágio, iniciar a mediação com os conteúdos escolares, partindo da realidade vivida pelos estudantes. A problematização constitui um desafio intencionalmente criado, uma estratégia para despertar no educando a necessidade de buscar o conhecimento (Gasparin, 2011, p. 33). Como afirma Vasconcellos (1993, p. 70), “a problematização é um desafio, ou seja, é a criação de uma necessidade para que o educando, através de

uma ação, busque o conhecimento”. Para o autor, “na origem do conhecimento está colocado um problema (oriundo de uma necessidade)”.

Dessa forma, o conhecimento não nasce de uma curiosidade abstrata e individual, mas de necessidades concretas da humanidade, relacionadas à superação dos limites impostos pelas condições materiais de existência. Saviani aprofunda essa compreensão ao afirmar que “o conhecimento não é produzido por indivíduos isolados, mas é fruto da atividade prática dos homens em sociedade” (Saviani, 2018).

Nesta etapa do processo educativo, identificam-se os principais problemas sociais relacionados à realidade dos estudantes, organizando-os em duas dimensões complementares: inicialmente, analisam-se as questões concretas e urgentes da sociedade local que demandam solução; em seguida, investigam-se os objetos de conhecimento — ou seja, os conceitos científicos necessários para compreender criticamente essas questões e buscar formas de enfrentamento.

No terceiro momento do processo educativo, os estudantes se apropriam dos conhecimentos teóricos e práticos mediados pela ação direta ou indireta do professor (Basso; Neto; Bezerra, 2016, p. 206). É nessa etapa que eles recebem os instrumentos teóricos e práticos necessários para a resolução dos problemas identificados. Aqui, podem ser usadas metodologias diversificadas, que tornam os conceitos científicos acessíveis e mostram sua aplicação em situações reais. Essa etapa reforça a integração entre teoria e prática, estabelecendo a relevância social do aprendizado.

Sobre o terceiro passo do método da PHC, Gasparin (2011, p. 49) afirma que,

realiza-se nos atos docentes e discentes necessários para a construção do conhecimento científico. Os educandos e o educador agem no sentido da efetiva elaboração interpessoal da aprendizagem, através da apresentação sistemática do conteúdo por parte do professor e por meio da ação intencional dos alunos de se apropriarem desse conhecimento (Gasparin, 2011, p. 49).

Ou seja, é nesse momento que acontece a construção do conhecimento, através da ação conjunta e intencional de professores e estudantes: enquanto o professor apresenta os conteúdos, os estudantes se apropriam do conhecimento de forma ativa e intencional.

Para Saviani (1994) trata-se de ferramentas científicas, históricas, literárias, entre outras, das quais o professor pode lançar mão para possibilitar a apropriação do conhecimento pelos estudantes. Ainda segundo o autor, tal contribuição será tanto mais eficaz quanto maior for a capacidade do professor de compreender os vínculos da sua prática com a prática global.

Portanto, é por meio da mediação do professor que se estabelece o confronto entre o saber empírico e o saber científico. É importante ressaltar que a apresentação do conhecimento científico deve sempre ocorrer de forma contextualizada e interdisciplinar, integrando diferentes áreas do saber e promovendo uma compreensão mais ampla da realidade (Pereira, 2020, p. 30). A autora complementa, “Através da interdisciplinaridade os estudantes conseguirão apreender a realidade de maneira crítica e em suas diversas dimensões”.

O quarto momento é a catarse, etapa em que ocorre a síntese dos conteúdos trabalhados na fase de instrumentalização. Uma vez apropriado dos conhecimentos, o estudante é convidado a demonstrar, por meio de produções escritas, orais ou, no caso desta proposta, através da criação e apresentação de histórias em quadrinhos (HQs), os conhecimentos construídos e as possíveis soluções para os problemas levantados anteriormente sobre o tema abordado (GASPARIN, 2012, p. 123).

O autor complementa: “esta é a fase em que o educando sistematiza e manifesta o que assimilou, isto é, que assemelhou a si mesmo os conteúdos e métodos de trabalho usados na fase anterior” (Id., Ibid.).

Para Santos (2012, p. 76) é nesse momento que

ocorre aquele “Ah!!!”, mostrando que se entende a conexão das coisas, quando o saber acumulado não está estanque em compartimentos separados, quando o que se aprendeu permite acompanhar o desdobramento da realidade e suas conexões (Santos, 2012).

É nessa etapa que o estudante expressa o que aprendeu ao longo do processo, revelando uma nova compreensão da prática social, de forma mais consistente, estruturada e crítica. Os conhecimentos são discutidos e relacionados ao cotidiano, e o saber adquirido deixa de ser algo isolado para se tornar instrumento de leitura e transformação da realidade.

A catarse, portanto, representa o momento de compreensão crítica e síntese entre a prática social inicial e o saber científico, consolidando a aprendizagem. Trata-se da expressão do novo conhecimento apropriado e da reformulação da visão de mundo dos estudantes a partir dessa vivência pedagógica.

O ciclo finaliza com o retorno à prática social inicial, agora enriquecida pelos conhecimentos adquiridos. Esta fase corresponde à transposição dos objetivos da unidade de estudo do campo teórico para o prático, articulando as dimensões do conteúdo e os conceitos já adquiridos (Gasparin, 2011, p. 139).

Os estudantes aplicam o que aprenderam para propor soluções concretas aos problemas levantados, demonstrando uma nova compreensão do contexto social. Essa etapa promove a superação do senso comum e o desenvolvimento de uma visão crítica e transformadora.

3 HISTÓRIA EM QUADRINHOS NA EDUCAÇÃO

Ramos (2022, p. 14), ao introduzir o seu livro *A leitura dos quadrinhos*, recorda que “houve um tempo no Brasil em que levar histórias em quadrinhos para a sala de aula era algo inaceitável”. De fato, a relação entre HQ e educação sempre passou por momentos de grande hostilidade.

Por muitos anos, as HQ foram condenadas por pais e professores e excluídas do contexto escolar, devido à desconfiança em relação aos efeitos que poderiam ter sobre os leitores, bem como à crença de que pouco contribuíam para o desenvolvimento moral e ético dos jovens, desviando-os de leituras consideradas “mais profundas” (Rama; Vergueiro, 2014).

Moya (1987, p. 7) reforça que as HQ surgiram ao mesmo tempo que o cinema, contudo enquanto o cinema foi reverenciado e elevado à categoria de “sétima arte”, os quadrinhos foram ignorados e até responsabilizados pela criminalidade infantojuvenil. Acreditava-se que as HQ faziam com que as crianças perdessem o interesse pela leitura e pelos estudos.

No entanto, apesar dessa relação nem um pouco amigável, houve professores que ousaram utilizá-las ocasionalmente em sala de aula, de forma tímida e geralmente sem um propósito metodológico específico, movidos principalmente pela ousadia e entusiasmo (Santos; Vergueiro, 2012, p. 82).

Com o passar do tempo, os argumentos daqueles contrários aos quadrinhos foram perdendo força, à medida que uma nova abordagem metodológica de pesquisa cultural estruturou sua evolução crítica, problematizando-os a partir da relação entre a reprodutibilidade técnica e o consumo em massa, fatores que deram origem a novas posições estético-informacionais para a obra de arte (Cirne, 1970, p. 9).

Segundo Rama e Vergueiro (2014), a inserção das HQ nos materiais didáticos brasileiros começou de forma tímida, geralmente para destacar alguns aspectos importantes dos conteúdos que, anteriormente, eram explicados exclusivamente por meio de textos escritos. Os autores apontam que, nesse primeiro momento, “as HQs apareciam nos livros didáticos em quantidade bastante restrita, pois ainda temia-se que sua inclusão pudesse ser objeto de resistência ao uso do material por parte das escolas” (Id., Ibid.).

Mas, esse cenário começou a mudar a partir de meados da década de 1990, “quando muitos autores de livros didáticos passaram a diversificar a linguagem no que diz respeito aos textos informativos e às atividades apresentadas como complementares para os alunos, incorporando a linguagem dos quadrinhos em suas produções” (Rama; Vergueiro, 2014).

Em 1997, o governo brasileiro, ao reconhecer a potencialidade do uso das HQ em sala de aula, iniciou a distribuição de obras para o ensino fundamental, seguindo as diretrizes do Programa Nacional Biblioteca na Escola (PNBE), cujo intuito, entre outros, era incentivar a leitura e o acesso à cultura.

No entanto, as HQ só foram incluídas oficialmente como recurso didático a partir da LDB (1996) e dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (1998), e, somente em 2019, foram incluídas no ensino médio (Freitas, 2023, p. 29). Além disso, a inserção de quadrinhos em livros didáticos, provas de vestibulares e no ENEM fez com que a sua presença na escola e na prática pedagógica dos professores se tornasse obrigatória (Ramos, 2022, p. 13).

Nos últimos anos, essa relação tem se tornado cada vez mais harmoniosa, possivelmente devido ao crescente número de estudos que destacam o potencial educativo das HQ (Cruz, 2018, p. 16). Segundo Gomes *et al.* (2023, p. 1171) “os quadrinhos são vistos como uma forma de incentivar a leitura, sendo utilizados até como método para ministrar aulas em diversas disciplinas”. Para Kovalik (2021, p. 18),

os quadrinhos não reduzem a demanda de vocabulário dos leitores, mas fornecem suporte para imagens, enredos rápidos e atraentes e menos texto. Eles são tão desafiadores quanto os romances em prosa em termos de nível de leitura e habilidade (Kovalik, 2021, p. 18)

A autora complementa, os professores arquitetam diversas maneiras de inserir as HQ em sua prática pedagógica. Muitos as utilizam para ajudar os estudantes a desenvolverem as habilidades de leitura e compreensão, exatamente as mesmas que pais e professores de décadas passadas temiam que as HQ reprimissem (Ibid., p. 21-22).

Segundo Rama e Vergueiro (2014), as HQ abordam temas variados e são escritas em uma linguagem de fácil compreensão, utilizando expressões do cotidiano dos leitores e introduzindo novas palavras aos estudantes. Ainda para os autores, as HQ atendem “à necessidade dos estudantes de utilizar um repertório próprio de expressões e valores de comunicação, comuns ao grupo em que se encontram inseridos, sem agredir seu vocabulário habitual, como ocorre em algumas produções literárias”.

Para o professor da Universidade Federal do Pernambuco (UFPE) e idealizador do projeto EduQuadrinhos¹ Fábio Paiva,

¹ O grupo de pesquisa do EduQuadrinhos surgiu em 2021, envolvendo diversos pesquisadores de diferentes universidades do Brasil. Ligado à Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), mais informações em <https://www.eduquadrinhos.com/>

Os quadrinhos já estão muito próximos aos estudantes, pois estão presentes no cotidiano de todos nós, através dos próprios gibis ou pelo cinema e produtos em geral. Ao chegarem nas escolas e participarem dos processos de ensino-aprendizagem, certamente contribuem para o desenvolvimento educacional e permanecem como uma opção de acesso a conhecimento (CNPQ, 2022).

Andrade (2018, p. 16) argumenta que as HQ estão presentes na vida de muitos jovens desde a infância, seja como forma de entretenimento, seja como auxílio no processo de alfabetização. Ele acrescenta, ainda que o potencial didático das HQs ainda não seja amplamente reconhecido, “é inegável sua força atrativa entre crianças e jovens, visto a grande expansão desse mercado no Brasil, onde são publicados, atualmente, mais de cem títulos por mês” Ibid..

Nakamura, Voltolini e Bertoloto (2020), destacam que

a leitura de histórias em quadrinhos favorece uma aprendizagem prazerosa, colabora para a formação do leitor e do processo de ensino-aprendizagem da escrita. Entendemos que é possível, por meio da literatura de história em quadrinhos, que se caracteriza pela sequência dos quadros combinando imagem e texto, formar cidadãos leitores capazes de atuar no contexto social dialogando e produzindo novos textos (Nakamura; Voltolini; Bertoloto, 2020).

Em consonância com isso, Rama e Vergueiro (2014), afirmam que essas histórias são especialmente úteis para exercícios de compreensão de leitura, além de servirem como fontes inspiradoras para estimular os métodos de análise e síntese das mensagens, o que, no ensino de Ciências, proporciona uma alternativa inclusiva e atrativa para os estudantes, estimulando o seu interesse e promovendo a sua participação ativa no processo de ensino e aprendizagem. Com efeito, a competência geral 2 da BNCC (Brasil, 2018a, p. 9) afirma que, no ensino de Ciências, é preciso

exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das Ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (Brasil, 2018a, p. 9).

Diante do exposto, a inclusão das HQs como ferramenta metodológica não só torna o aprendizado de Ciências mais agradável e acessível, mas também desperta o interesse dos estudantes, proporcionando o desenvolvimento de habilidades essenciais para a análise, reflexão e criação de soluções para problemas das diversas áreas do conhecimento.

3.1 As Histórias em Quadrinhos e o Ensino de Ciências

De uma forma geral, não existem regras sobre como utilizar as HQ em sala de aula, elas podem ser utilizadas de diversas formas e em diversos momentos, como para introduzir um tema ou aprofundar um conceito já visto anteriormente, entre outras possibilidades.

Segundo Luyten (2011, p. 21) alguns professores utilizam as HQ por entendem que o ensino começa a partir da obtenção da atenção dos alunos. Para outros, porém, elas não atendem às suas propostas educacionais. No entanto, é comprovada a sua eficácia para o ensino e para as necessidades de aprendizagens dos estudantes. Entretanto, o seu sucesso do uso depende da criatividade do professor e da adequação às características e necessidades dos alunos (Rama; Vergueiro, 2014). Como destaca Vilela (2014), quando inseridas em um plano bem estruturado, as HQ são um recurso pedagógico poderoso.

Adicionalmente, Paiva (2022), em *Histórias em Quadrinhos – trajetória e importância a partir de pesquisas científicas* (CNPQ, 2022), afirma que

as HQs podem contemplar todos os temas possíveis e há material vasto para se usar como referência. Após pesquisa o professor certamente encontrará uma obra adequada ao conteúdo que quer trabalhar, desde a educação infantil ao ensino superior ou pós-graduação (CNPQ, 2022).

Cruz (2018, p. 16 - 17) complementa “é exatamente esse caráter multidisciplinar das Histórias em Quadrinhos que tem contribuído na sua inserção como instrumento metodológico nas diversas áreas do conhecimento e em todos os níveis de ensino”.

Além disso, as HQ apresentam diversos motivos que contribuem para seu bom desempenho nas escolas e, que nos permite obter resultados muito mais positivos do que aqueles que seriam obtidos sem a sua utilização. Dentre tais motivos, Rama e Vergueiro (2014) destacam, entre outros:

As histórias em quadrinhos aumentam a motivação dos estudantes para o conteúdo das aulas, aguçando sua curiosidade e desafiando seu senso crítico; [...] As revistas de histórias em quadrinhos versam sobre os mais diferentes temas, sendo facilmente aplicáveis em qualquer área; [...] Elas podem ser utilizadas tanto como reforço a pontos específicos do programa como para propiciar exemplos de aplicação dos conceitos teóricos desenvolvidos em aula; [...] As histórias em quadrinhos são escritas em linguagem de fácil entendimento, com muitas expressões que fazem parte do cotidiano dos leitores; [...] As histórias em quadrinhos são especialmente úteis para exercícios de compreensão de leitura e como fontes para estimular os métodos de análise e síntese das mensagens (Rama; Vergueiro, 2014).

Os pontos mencionados acima são apenas alguns exemplos de como as HQ contribuem de forma positiva no processo de ensino e aprendizagem, ao passo que apresentam argumentos favoráveis à sua utilização em sala de aula.

Diante disso, a incorporação de HQ no ensino de Ciências, sob uma abordagem interdisciplinar, pode se revelar uma ferramenta de grande relevância na abordagem adotada neste trabalho, pois abrange diversos componentes curriculares, como física, química, biologia e

geografia, possibilitando explorar de forma integrada diversos conceitos, proporcionando aos estudantes uma visão mais ampla e contextualizada da Ciência e, ao mesmo tempo, construir conhecimentos, habilidades e valores essenciais para tomar decisões responsáveis sobre questões relacionadas à Ciência e tecnologia na sociedade, bem como enfrentar e solucionar situações reais de seu cotidiano.

Contudo, a utilização de HQ não deve ser exageradamente valorizada e não pode ser vista meramente como uma maneira de tornar as aulas mais dinâmicas e atrativas para os estudantes. Seu uso requer, por parte do professor, um planejamento elaborado e com objetivos de ensino bem definidos, caso contrário o seu emprego acaba sendo pouco produtivo.

Com efeito, é importante ressaltar que as histórias em quadrinhos não devem ser encaradas como uma panaceia capaz de “remediar todos os males” da educação, atendendo aos mais diversos objetivos educacionais, como se fossem uma espécie de “fórmula mágica” capaz de transformar água em vinho (Rama; Vergueiro, 2014).

De acordo com Silva e Santos (2024), por possuírem caráter interdisciplinar, as HQ, possibilitam integrar diversos componentes curriculares promovendo uma compreensão mais ampla e contextualizada da Ciência, além de despertar o interesse e a participação ativa dos alunos, contribuem para o desenvolvimento de habilidades essenciais para lidar com problemas reais. Para Kovalik (2021, p. 21-22),

No ensino de Física não é diferente, visto que os tópicos da disciplina tendem a exigir diagramas e explicações visuais para acompanhar o texto. Não é exagero imaginar que a mudança de informações de um livro didático densamente ilustrado para um estilo de história em quadrinho passe a ser mais divertido (Kovalik, 2021, p. 21-22).

Freitas (2023, p. 56) e Andrade (2018, p. 44) apontam que o uso das HQ no ensino de Física apresenta diversas vantagens. Em muitos momentos, os objetos do conhecimento precisam ser fragmentados no espaço e no tempo, e as HQ permitem essa abordagem de maneira mais próxima à realidade dos estudantes. Dessa forma, tornam-se uma nova forma de aprender, afastando-se do formalismo dos livros didáticos e tornando o ensino de física mais eficiente, lúdico e prazeroso.

A relação entre a Ciência e as HQ no Brasil começou com a revista *Ciência Popular*, uma publicação mensal que circulou entre 1948 e 1960. A revista tinha como foco a educação e a divulgação científica, abordando, entre outros temas, as Ciências exatas e naturais (Silva, 2009, p. 10).

Na década de 1950, a Editora EBAL (Editora Brasil-América Ltda.), fundada por Adolfo Aizen (1904-1991) em 1945, lançou, em outubro de 1953, o primeiro número da revista *Ciência em Quadrinhos*, que tinha como tema principal o ar e a atmosfera conforme mostra a figura 2.

Figura 2 – Ciência em quadrinhos nº1.



Fonte: <http://www.guiadosquadrinhos.com/edicao/ciencia-em-quadrinhos-n-1/ci001100/47924>

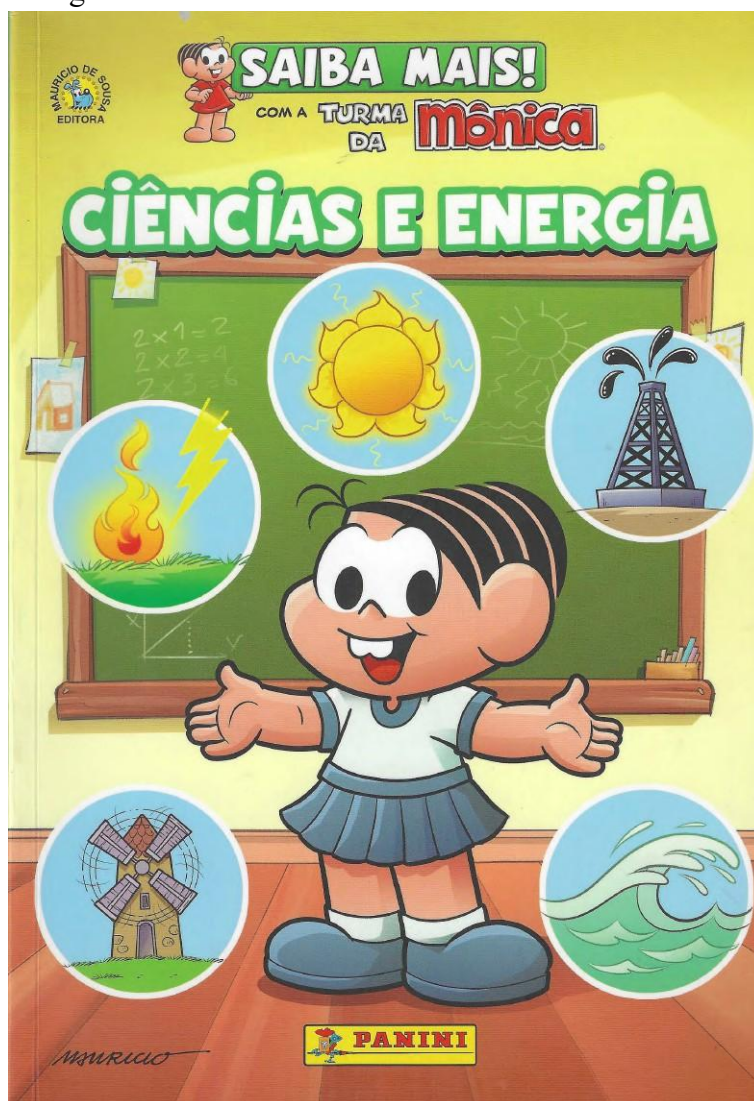
O periódico foi publicado entre outubro de 1953 e setembro de 1958, inicialmente com edições mensais e, a partir de janeiro de 1954, passou a ser bimestral.

Fioravanti, Andrade e Marques (2016, p. 1193) destacam que as HQ nacionais focadas na Ciência possuem um traço em comum, que é a preocupação: “fazer o leitor entender conceitos científicos ou conhecer personagens importantes da Ciência nacional”. Dentro desse contexto, podemos destacar a série *Saiba Mais com a Turma da Mônica*, de Mauricio de Sousa,

voltada para o público infantojuvenil.

Dentre os títulos, ressalta-se o título *Saiba Mais com a Turma da Mônica – Ciência e Energia* - figura 3, que, segundo o autor, busca levar o aprendizado de forma lúdica e eficaz, com intuito de promover educação e cidadania por meio de leituras descontraídas, característica das HQ (Sousa, 2012, p. 7).

Figura 3 – Saiba Mais com a Turma da Mônica: Ciências e energia.



Fonte: Sousa (2012).

Ademais, encontramos diversas publicações voltadas para o ensino de Física e Ciências de modo geral. Entre as obras disponíveis no mercado, destaca-se a série japonesa *Guia Mangá*, publicada no Brasil pela Novatec Editora, que oferece uma forma fácil e divertida para o ensino de Ciências e Matemática. A série, que é um grande sucesso no Japão e nos Estados Unidos, é destinada a estudantes e professores de diferentes níveis de ensino (figura 4).

Figura 4 – Série *Guia Mangá*.



Fonte: <https://novatec.com.br/manga.php>

Destacamos a *Coletânea Ciência em quadrinhos* (Oliveira; Malafaia, 2023), elaborada com o objetivo de contribuir para a popularização da Ciência e das HQ, compreendidas como “potencial ferramenta para trabalhar as descobertas científicas com um amplo público” (Oliveira; Malafaia, 2023).

As histórias presentes na coletânea foram desenvolvidas com base em artigos científicos publicados por pesquisadores brasileiros e estrangeiros em periódicos de reconhecida relevância internacional. Vale ressaltar que tais pesquisadores participaram ativamente da elaboração das histórias. Conforme afirmam os autores,

Acreditamos que nosso trabalho, se configura em uma iniciativa inovadora e alternativa de popularizar o conhecimento científico produzido e elaborado em diferentes instituições, a partir de uma abordagem que coloca os pesquisadores/cientistas como coparticipes do processo de popularização de seus estudos, partindo do pressuposto de que isso estreita as relações entre o desenvolvimento científico e tecnológico e a popularização do conhecimento gerado. Dentre suas aplicabilidades, destacamos os contextos de ensino da educação básica (Oliveira; Malafaia, 2023).

As histórias abordam temáticas de relevância social, como meio ambiente e saúde, e têm como público-alvo os estudantes da educação básica, visando promover o interesse e a apropriação do conhecimento científico desde os primeiros anos da formação escolar

Além disso, muitos livros didáticos incluem HQ em alguns exercícios ou como forma de exemplificar o conteúdo de maneira geral. Como exemplo, podemos citar o livro *Física Conceitual* (Hewitt, 2015), assim como a coleção de livros de Física (*Mecânica, Física Térmica,*

Óptica e Eletromagnetismo) elaborada pelo Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF) (2006), entre outros.

4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA: ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

A sequência didática apresentada foi elaborada com base na proposta de transposição didática formulada por Gasparin (2011, p. 188-190), de acordo com os métodos da PHC, propostos por Saviani (2018, p. 122). Essa proposta organiza-se em cinco passos que orientam o trabalho pedagógico da PHC, conduzindo da prática social inicial a uma nova prática social, por meio da mediação da teoria.

Os cinco passos que compõem a sequência didática são: *prática social inicial, problematização, instrumentalização, catarse e retorno à prática social*.

Primeira etapa: Prática Social Inicial

No primeiro momento da sequência didática, apresenta-se aos estudantes o tema das aulas que se seguirão, **Energia e Sustentabilidade**. Em seguida, são explicados os objetivos e as habilidades que serão desenvolvidas.

Objetivo geral: compreender as fontes de energia e seus impactos no meio ambiente e na sociedade, refletindo sobre a sustentabilidade.

Com base nesse objetivo, foram definidos os objetivos específicos e as habilidades da BNCC que pretendemos desenvolver com esta sequência didática organizados conforme os tópicos de conteúdo:

- **Tópico 1 – Energia e suas diferentes formas**

Objetivo específico: compreender o conceito de energia, suas formas de obtenção e transformação, analisando suas características e implicações ambientais.

Habilidades:

EM13CNT101: Analisar e utilizar conhecimentos sobre matéria, energia, transformações e interações para interpretar fenômenos naturais, processos tecnológicos e questões ambientais.

EM13CNT202: Discutir o papel da energia nos processos produtivos e nos modos de vida contemporâneos, com base em princípios científicos e tecnológicos.

- **Tópico 2 – Fontes de energia renováveis e não renováveis**

Objetivo específico: diferenciar as fontes de energia renováveis e não renováveis, compreendendo suas aplicações, limitações e os impactos ambientais decorrentes de seu uso.

Habilidades:

EM13CNT201: Analisar diferentes formas de energia, suas transformações e transferências em sistemas físicos, reconhecendo implicações sociais, econômicas e ambientais.

EM13CNT104: Avaliar implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas do uso de tecnologias associadas às Ciências da Natureza em diferentes contextos.

Conforme explica Gasparin (2011, p. 20): “Os alunos são informados de que o conteúdo será abordado numa determinada linha política, através do processo teórico-metodológico que tem o materialismo histórico, com a finalidade de transformação social.”

Na continuidade, é apresentada aos alunos a tirinha intitulada “*De olho na conta de energia*”, Figura 5. Os estudantes realizam a leitura da tirinha, no caso daqueles que apresentam dificuldade de leitura, a mediação é feita pelo(a) professor(a), que realiza a leitura coletiva. Nesse momento, o professor dialoga com os estudantes, buscando promover a identificação deles com a situação apresentada. Em seguida, realiza-se uma escuta ativa a partir de dois direcionamentos: o levantamento dos saberes prévios e o levantamento dos interesses dos estudantes.

No planejamento, o professor se coloca no lugar dos alunos e antecipa possíveis conhecimentos prévios que possam ser mobilizados sobre o tema. Logo depois, ao levantar os interesses da turma, o professor registra os questionamentos, curiosidades e expectativas expressas pelos estudantes em relação ao conteúdo a ser trabalhado, como demonstrado a seguir:

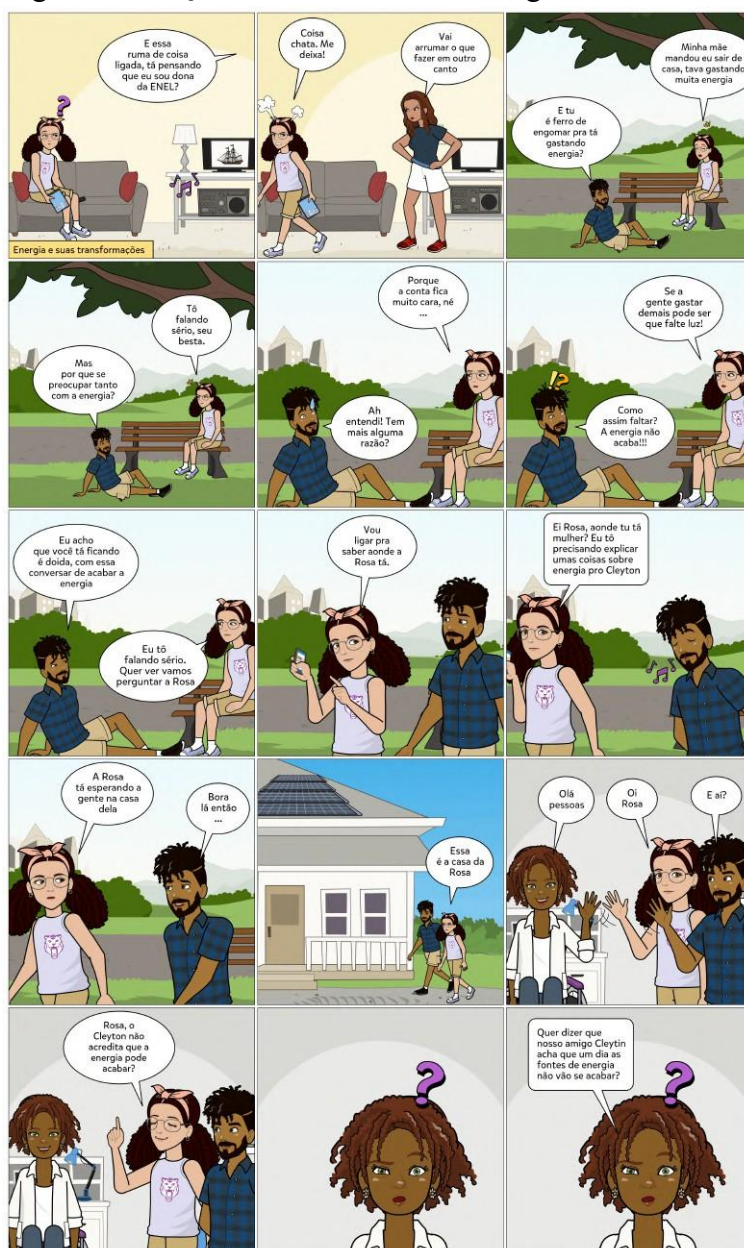
Conhecimentos prévios:

- O funcionamento básico de uma hidrelétrica;
- a transformação da energia mecânica em energia elétrica;
- a conversão da energia elétrica em energia térmica, como no uso do ferro de passar roupa;
- entendimento inicial sobre o uso sustentável da energia, fontes renováveis, energia solar, e preservação ambiental.

Questionamentos:

- Como podemos definir energia de forma clara e compreensível?
- Quais são as principais fontes de energia e como podemos classificá-las?
- De que maneira a energia pode se transformar de uma forma para outra?
- Quais são as diferenças entre energia cinética e energia potencial, e quais são suas principais características?

Figura 5 – HQ: De olho na conta de energia!



Fonte: Autoria própria.

Ao final dessa etapa, o professor conduz uma discussão coletiva sobre as respostas fornecidas, promovendo o diálogo e a escuta ativa. Para concluir, realiza-se um levantamento das concepções dos estudantes a respeito dos efeitos do uso indiscriminado da energia elétrica.

É fundamental que o(a) professor(a) registre as respostas e os principais pontos levantados durante a discussão, de modo a subsidiar as etapas subsequentes da sequência didática.

Segunda etapa: Problematização

No início do segundo momento, o(a) professor(a) deve explicar aos estudantes que o objetivo daquelas aulas é identificar os principais problemas sociais relacionado ao uso da energia, além de despertar nos estudantes a necessidade de compreender os fundamentos científicos, históricos, econômicos e sociais que envolvem a energia e seus usos. Esse momento foi dividido em duas aulas, de 50 minutos de duração cada, com duas etapas que se complementam:

1. Discussão orientada

O(a) professor(a) propõe aos estudantes um conjunto de questões para estimular a reflexão crítica sobre a temática. Os questionamentos podem ser realizados oralmente, em formato de roda de conversa, ou de forma escrita, conforme as especificidades da turma:

- O que vocês entendem por energia?
- O que pode acontecer se utilizarmos vários aparelhos elétricos ao mesmo tempo?
- Quais tipos de energia vocês conhecem?
- O que sabem sobre as fontes de energia?
- Quais as fontes de energia vocês utilizam em casa?
- Existe a possibilidade de ficarmos sem energia? Por quê?
- O que vocês gostariam de aprender sobre energia e sustentabilidade?
- Por que precisamos de energia no nosso dia a dia?

2. Análise das dimensões do conteúdo

Em seguida, analisam-se quais conceitos científicos são necessários para compreender e abordar essas questões. O(a) professor(a) seleciona as dimensões mais relevantes ao tema e levanta questionamentos em relação a cada uma delas. No presente caso, as dimensões são:

- **Científica:** Qual a diferença entre fontes renováveis e não renováveis de energia?
- **Histórica:** Como se deu a evolução das fontes de energia ao longo do tempo?
- **Econômica:** De que maneira é possível reduzir os custos com energia nas residências?
- **Social e Ambiental:** Quais os impactos do uso da energia sobre as comunidades locais e o meio ambiente global?

Essas dimensões subsidiam a organização dos conteúdos que serão abordados na

próxima etapa da sequência didática, a *instrumentalização*, momento em que os estudantes terão contato direto com os conhecimentos científicos sistematizados.

Terceira etapa: Instrumentalização

No terceiro momento da sequência didática, o professor esclarece aos estudantes que eles teriam contato direto com o conhecimento sistematizado, ou seja, o conhecimento desenvolvido pela ciência de uma maneira lógica, estruturada e organizada.

Nesta etapa, são fornecidos os instrumentos teóricos e práticos necessários à compreensão e ao enfrentamento dos problemas identificados anteriormente. Esse é o momento de **sistematização dos conhecimentos**, em consonância com as dimensões selecionadas na etapa anterior.

Para tanto, é utilizado como principal ferramenta metodológica, duas histórias em quadrinhos, a primeira, retirada do livro “Guia Mangá de Física – Mecânica Clássica” (Nitta; Takatsu, 2010, p. 151-179), e a segunda, da série “Saiba Mais! com a Turma da Mônica – Energia” (Sousa, 2012, p. 50-72).

Esse terceiro momento é dividido em 2 encontros, com duração de duas aulas cada um. Nas primeiras aulas são introduzidos os conceitos gerais de energia, energia cinética, energia potencial e conservação da energia. Os alunos são divididos em grupos de seis a oito participantes cada um. Inicialmente, é disponibilizado o tempo de 25 minutos para que os estudantes fizessem a leitura em grupo da primeira HQ. Após a leitura, é dado início da explicação dos conteúdos, sempre fazendo referência ao que foi apresentado nos quadrinhos.

É realizada uma aula expositiva dialogada, iniciando com o conceito de energia. Perguntou-se aos alunos:

“De acordo com a leitura dos quadrinhos, como podemos definir o que é energia?”

As respostas estavam sempre associadas a exemplos de tipos de energia como:

“tem a energia elétrica”, “eu sei o que é, mas não consigo explicar, mas tem a energia nuclear, a energia do movimento”, “energia solar, energia eólica”, “energia cinética e potencial”, etc.

Outras respostas ouvidas foram:

“é o que produz movimento”, “a capacidade de produzir trabalho”, “é aquilo que gera movimento”.

Diante das respostas, o professor esclarece aos estudantes que de fato a energia é

algo difícil de definir e que a melhor forma de compreendê-la é observar os seus diferentes tipos e transformações.

Partindo das respostas dos estudantes sobre o que é energia, são introduzidos dois conceitos importantes de energia, a **energia cinética** e a **energia potencial**.

*“Quando perguntei o que é energia, alguns falaram que existiam vários tipos de energia, como a energia cinética, outros falaram que existia a energia do movimento, pois bem! Vamos falar agora da energia que está associada ao movimento, a **energia cinética**!”* Em seguida, é explicado o conceito de energia cinética, suas aplicações no cotidiano e sua expressão matemática. Aproveita-se o momento para definir a unidade de medida de energia, o **joule (J)**.

Na aula seguinte, segue-se o mesmo roteiro: são reservados 25 minutos para a leitura da segunda parte do mangá, que abordava os conceitos de **energia potencial** e **energia mecânica**. Na sequência, inicia a explicação do conceito de energia potencial, destacando a existência de dois tipos de energia potencial: a **energia potencial gravitacional** e a **energia potencial elástica**, suas aplicações no cotidiano e as diferenças entre elas.

Durante a explicação, destacou-se:

“Enquanto a energia potencial gravitacional provém da interação de um objeto (ou conjunto de objetos) com a Terra sempre que este é erguido da sua superfície, a energia potencial elástica surge a partir da deformação de um objeto elástico, como uma mola – igual a baladeira! – por exemplo. As duas dependem da posição do objeto em relação ao ponto de referência. A primeira depende da altura em relação à superfície da Terra e a segunda, depende da deformação em relação a posição de equilíbrio da mola ou elástico (no caso da baladeira)”.

Por fim, define-se a **energia mecânica** como sendo composta pela soma das energias cinética e potencial e demonstrando um dos princípios fundamentais da natureza, o **princípio da conservação da energia**.

Assim, conclui-se a primeira etapa do momento de instrumentalização. A seguir temos a segunda etapa, utilizando quadrinhos da série *“Saiba Mais! com a Turma da Mônica”* como recurso didático metodológico.

Na segunda etapa da instrumentalização, realizada em duas aulas, os estudantes são convidados a ler a HQ *“Saiba Mais com a Turma da Mônica – Energia”*. Como a história se desenvolve em duas partes, o tempo de leitura agora é de 50 minutos

Após a leitura, é realizada uma roda de conversa sobre as formas e fontes de energia abordadas nos quadrinhos, bem como sobre a evolução do uso de energia através do tempo.

Além disso, são discutidos os conceitos de energias renováveis e não renováveis, identificando-se as suas principais características, formas e fontes.

Por fim, é discutido os impactos ambientais, econômicos e sociais decorrentes do uso indiscriminado da energia, como o aumento no valor da conta de luz, poluição do meio ambiente, racionamento de energia, entre outros.

Quarta etapa: Catarse

Neste momento, os estudantes, organizados em grupos, elaboram uma síntese do conhecimento adquirido na etapa anterior. Ou seja, expressaram o que aprenderam, relacionando os conteúdos às suas vivências e ao contexto social em que estão inseridos. Trata-se da expressão do novo conhecimento apropriado e da reformulação da visão de mundo dos estudantes a partir dessa vivência pedagógica.

É também nesse momento que se realiza a avaliação da aprendizagem. Para isso, foi proposto que os grupos construíssem, de forma colaborativa, uma HQ, na qual cada integrante contribuísse com, ao menos, um quadro que apresentasse um conceito ou uma aplicação prática relacionada à energia, de modo que todos participassem de forma ativa do processo criativo contribuindo para a aprendizagem coletiva.

Além disso, foi sugerida a possibilidade de apresentação oral da síntese construída, como forma alternativa de expressão dos conhecimentos.

Na etapa seguinte, ocorreram as apresentações das produções elaboradas pelos estudantes.

Quinta etapa: Prática Social Final

Por fim, no quinto momento, retornamos à prática social — agora ressignificada pelo saber científico construído ao longo do percurso. Nesse estágio, os estudantes são convidados a aplicar os conhecimentos adquiridos em situações concretas do cotidiano, promovendo uma nova forma de se relacionar com a realidade.

Esse momento tem duração de duas aulas de 50 minutos cada. Nele, são realizadas as apresentações das HQs produzidas e, por parte de alguns grupos, também a apresentação oral da síntese.

Reflexão final

Em grupo, os estudantes discutem a importância da sustentabilidade energética e refletem sobre como pequenas ações individuais e coletivas podem gerar impactos positivos na sociedade e no meio ambiente.

Essa sequência didática favorece uma abordagem interdisciplinar, conectando conceitos de Ciência, Sociedade e Sustentabilidade, e envolve os estudantes ativamente na construção e aplicação do conhecimento, conforme propõe o método prática-teoria-prática da Pedagogia Histórico-Crítica.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. C. de. **Física com Histórias em Quadrinhos**. Dissertação (Dissertação de Mestrado) – Universidade Estadual do Ceará, Quixadá, Ceará, 2018.
- BARBOSA, M. P.; SILVA, J. G. M. d.; PRADO, R. R.; SILVA JÚNIOR, C. A. B. d. Ensino de física: metodologia ativa e recursos adaptados para alunos autistas. **A Física na Escola**, v. 20, n. 1, p. 210604–1–210604–8, 2022.
- BARROS, A. P. M.; PATRÍCIO, M. A. M.; Dantas Filho, F. F. A percepção de alunos do 9º ano sobre inclusão visual: ampliando uma reflexão para uma educação inclusiva. In: **Anais III CINTEDI...** Campina Grande: Realize Editora, 2018. Acesso em: 23/10/2023 20:43. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/44320>.
- BASSO, J. D.; NETO, J. L. dos S.; BEZERRA, M. C. dos S. (Ed.). **Pedagogia histórico-crítica e educação no campo: história, desafios e perspectivas atuais**. São Carlos: Pedro & João Editores; Navegando, 2016. 305 p. ISBN 978-85-92592-08-0.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília: Senado Federal, 1996. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm. Acesso em: 24 outubro. 2023.
- BRASIL. **Portaria Normativa nº 7, de 22 de junho de 2009**. 2009. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 jun. 2009. Seção 1, p. 31. Disponível em https://www.capes.gov.br/images/stories/download/legislacao/Revogada-PortariaNormativa-n_7-22-de-junho-2009-Mestrado-Profissional.pdf.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil e Ensino Fundamental**. Brasília, 2018. http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 7 julho. 2023.
- BRASIL. **Resolução Nº 3, de 21 de novembro de 2018. Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: Conselho Nacional de Educação - Câmara da Educação Básica, 2018. Diário Oficial da União, Brasília, 22 de novembro de 2018, Seção 1, pp. 21-24. Acesso em 1 setembro. 2023.
- CAMARGO, E. P. de. **Ensino de ciências e inclusão escolar: investigações sobre o ensino e a aprendizagem de estudantes com deficiência visual e estudantes surdos**. Curitiba: CRV, 2016.
- CARVALHO, P. R.; ROSA, V. S.; MORAES FILHO, A. V. de. Metodologias ativas: Aprendizagem baseada em projetos na área de ciências da natureza. **Revista Acadêmica Educação e Cultura em Debate**, v. 5, n. 1, p. 303–321, jan./dez. 2022. Disponível em: <https://revistas.unifan.edu.br/index.php/RevistaISE/article/view/837>. Acesso em: 20 setembro. 2023.
- CEARÁ. **Matriz de conhecimentos básicos - MCB**. Fortaleza: SEDUC, 2021. Disponível em: https://www.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/37/2021/07/MCB-2021-Versao-0208_2021.pdf. Acesso em: 20 maio. 2023.
- CIRNE, M. **Bum! A explosão criativa dos quadrinhos**. 2. ed. Petrópolis: Vozes Ltda, 1970.

CNPQ, C. **Histórias em Quadrinhos – trajetória e importância a partir de pesquisas científicas**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/cnpq/pt-br/assuntos/noticias/pesquisa-do-dia/historias-em-quadrinhos-2013-trajetoria-e-importancia-a-partir-de-pesquisas-cientificas>.

CRUZ, J. de Araújo da. **Desenvolvimento e avaliação de uma história em quadrinhos para o ensino de astronomia**. 135 p. Dissertação (Dissertação (Mestrado Profissional)) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, TO, Brasil, 2018. Curso de Pós-Graduação (Mestrado) Profissional Nacional em Ensino de Física.

FIORAVANTI, C. H.; ANDRADE, R. de O.; MARQUES, I. da C. Os cientistas em quadrinhos: humanizando as ciências. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, Fiocruz, Rio de Janeiro, v. 23, n. 4, p. 1191–1208, out.-dez. 2016.

FREITAS, R. V. **O desenvolvimento das histórias em quadrinhos como facilitador do ensino e aprendizagem dos conceitos de física**. Dissertação (Dissertação (Mestrado)) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023. Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva.

GALVÃO, A. C.; LAVOURA, T. N.; MARTINS, L. M. **Fundamentos da didática histórico-crítica**. Campinas: Autores Associados, 2019. E-book.

GASPARIN, J. L. **Uma didática para a pedagogia histórico-crítica**. 5. ed. Campinas: Autores Associados, 2011.

GETNER, R. **LDB Atualizada 2023: Lei Nº 9.394, LDB, LDBEN, Lei Darcy Ribeiro**. Kindle edition. [S. l.: s. n.], 2023.

GOMES, Y. D. de S.; MEDEIROS, R.; SILVA, C. A. da; RODRIGUES, C. G. Histórias em quadrinhos: Um recurso didático no ensino de física. **Educere - Revista da Educação da UNIPAR**, UNIPAR, Umuarama, v. 23, n. 3, p. 1167–1186, 2023. ISSN 1982-1123.

REF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Coleção REF: Mecânica, Física Térmica e Óptica, Eletromagnetismo**. EDUSP - Editora da Universidade de São Paulo, 2006. v. 1-3. Disponível em: <https://www.if.usp.br/ref>. Disponível em: <https://www.if.usp.br/ref>.

HEWITT, P. **Física conceitual**. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

KOVALIK, C. G. **A Utilização de Histórias em Quadrinhos para Ensinar Máquinas Térmicas, com Base nos Três Momentos Pedagógicos**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campo Mourão, 2021. Dissertação de Mestrado.

LAVOURA, T. N.; MARTINS, L. A dialética do ensino e da aprendizagem na atividade pedagógica histórico-crítica. **Interfaces**, v. 21, 04 2017.

LIMA, F. S.; CANTANHEDE, A. M. A utilização do jogo no ensino de ciências e a alfabetização científica. In: SÁ-SILVA, J. R.; VALLE, M. G. d.; SOARES, K. J. C. B. (Ed.). **A Alfabetização Científica na Formação Cidadã: Perspectivas e Desafios no Ensino de Ciências**. Curitiba: Editora Appris, 2020. Edição Kindle.

LIMA, S. F.; REIS, J. D. E.; NUNES, E. da C.; SILVA, A. S. da; SOUZA, R. F. de. Formação continuada de professores de ciências da natureza por meio de oficina pedagógica. **Revista Comunicação Universitária**, v. 1, n. 1, 2021. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/comun/article/view/3680>. Acesso em: 15 junho. 2023.

LUYTEN, S. M. B. Quadrinhos na sala de aula. In: MENDONÇA, R. H.; LUYTEN, S. M. B. (Ed.). **História em Quadrinhos: um recurso de aprendizagem**. [S. l.]: TV Escola: O canal da educação, 2011. p. 21–26. Publicado no Ano XXI Boletim, veiculado no programa Salto para o Futuro/TV Escola.

MARTINS DE PAULA, C. S. **A perspectiva de ensino aos estudantes com necessidades educacionais específicas presente na formação de professores de Química**. Dissertação (Dissertação de Mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Jataí, 2023.

MORAN, J.; BACICH, L. **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: Uma Abordagem Teórico-Prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

MOYA, A. de. **História da história em quadrinhos**. São Paulo: L&pm, 1987.

NAKAMURA, L. O. d. O.; VOLTOLINI, A. G. M. F. d. F.; BERTOLOTO, J. S. O uso de histórias em quadrinhos no ensino: teoria, prática e BNCC. **Revista Educação Pública**, v. 20, n. 29, 2020. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/29/o-uso-de-historias-em-quadrinhos-no-ensino-teoria-pratica-e-bncc>. Acesso em: 07 junho. 2023.

NITTA, H.; TAKATSU, K. **Guia mangá: física**. São Paulo and Tokyo: Novatec Editora and Ohmsha, 2010. (The Manga Guide). Título original: *The Manga Guide to Physics*. ISBN 978-85-7522-196-9.

OLIVEIRA, A. C. de; MARINHO, B. R. **BNCC Sob o Olhar da Pedagogia Histórico-Crítica: Impactos e Possibilidades de Superação das Limitações para o Ensino na Educação Básica**. Curitiba: Appris, 2022.

OLIVEIRA, E. L. de; MALAFAIA, G. **Ciência em quadrinhos**. 1. ed. Goiânia, GO: Instituto Federal Goiano, 2023. 94 p. Ilustrações coloridas. e-book. ISBN 978-65-87469-51-5.

PANTOJA, B. de F. F. J.; ARAÚJO, M. M. de; NASCIMENTO, J. C. O uso da tecnologia assistiva no processo de ensino e aprendizagem de alunos com tea no componente curricular de ciências na educação básica. **Brazilian Journal of Development**, Instituto Brasileiro de Estudos e Pesquisas Sociais, v. 8, n. 3, p. 22163–22179, mar. 2022. Acesso em: 12 abr. 2025. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/44096>.

PEREIRA, I. B.; LIMA, J. C. F. **Dicionário da Educação Profissional em Saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV, 2008. Disponível em: <http://www.sites.epsjv.fiocruz.br/dicionario/Dicionario2.pdf>. Acesso em: 12 agosto. 2023.

PEREIRA, S. M. G. d. S. **Proposta didática à luz da Pedagogia Histórico-Crítica: da prática social inicial à prática social final**. Dissertação (Produto Educacional) – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus São Luís, São Luís, 2020. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Educação Profissional e Tecnológica. Disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/586485>.

PETERMANN, M. S. **As Atividades Práticas Experimentais em Aula de Ciências**. Brusque: Universidade Regional de Blumenau, 1999.

RAMA, A.; VERGUEIRO, W. **Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula**. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2014. Edição do Kindle.

RAMOS, P. **A leitura dos quadrinhos**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2022.

SANTOS, C. S. dos. **Ensino de Ciências: Abordagem Histórico-Crítica**. 2. ed. Campinas: Armazém do Ipê, 2012.

SANTOS, R. E. d.; VERGUEIRO, W. D. C. S. Histórias em quadrinhos no processo de aprendizado: da teoria à prática. **EccoS–Revista Científica**, n. 27, p. 81–95, 2012.

SAVIANI, D. **Escola e democracia**: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educação e política. 32. ed. Campinas: Autores Associados, 1994.

SAVIANI, D. **Escola e democracia**. 43. ed. Campinas: Autores Associados, 2018.

SILVA, C. C. **O mundo científico ao alcance de todos**: a revista *Ciência Popular* e a divulgação científica no Brasil (1948-1960). Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas da UFMG, Belo Horizonte, 2009.

SILVA, R. M. M. da; SANTOS, J. N. dos. História em quadrinhos na ciência: uma proposta de ensino de ciências para estudantes com necessidades educacionais especiais em uma perspectiva multidisciplinar. In: CLEBSCH, A. B.; GOMES, E. A.; RODRIGUES-MOURA, S.; HIGA, I. (Ed.). **Anais do XXV Simpósio Nacional de Ensino de Física: Laços e Nós no Ensino de Física**. São Paulo, SP, Brasil: Sociedade Brasileira de Física, 2024. ISBN 978-85-89064-40-8. Acessado em: 17 out. 2024. Disponível em: <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxv/sys/resumos/T0060-1.pdf>.

SOUSA, M. de. **Saiba mais com a Turma da Mônica**: ciências e energia. Barueri: Panini Brasil, 2012.

UMBELINO, M.; ZABINI, F. O. A importância da interdisciplinaridade na formação do docente. In: UNISO (Ed.). **Anais Eletrônicos do Seminário Internacional de Educação Superior**: formação e conhecimento [...]. Sorocaba: [S. n.], 2014. Disponível em: <http://www.uniso.br/assets/docs/publicacoes/publicacoes-eventos/anais-do-sies/edicoes/edu-formacao-professores/44.pdf>.

VASCONCELLOS, C. dos S. **Planejamento**: projeto de ensino-aprendizagem e projeto político-pedagógico. São Paulo: Libertad, 1993.

VILELA, T. Os quadrinhos na aula de história. In: RAMA, A.; VERGUEIRO, W. (Ed.). **Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula**. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2014. Edição do Kindle.