

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS  
CÂMPUS JATAÍ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM EDUCAÇÃO PARA CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

**ANDRÉ LUIZ FERNANDES DE OLIVEIRA**

**O DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO DE ENERGIA POR ESTUDANTES DOS  
ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL A PARTIR DOS REFERENCIAIS DA  
DIDÁTICA DESENVOLVIMENTAL**

JATAÍ  
2023

## TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

### Identificação da Produção Técnico-Científica

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese                                  | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação                | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização           | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação                       | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: | _____   |

Nome Completo do Autor: André Luiz Fernandes de Oliveira.

Matrícula: 2021018709507895.

Título do Trabalho: O desenvolvimento do conceito de energia por estudantes dos anos finais do ensino fundamental a partir dos referenciais da didática desenvolvimental.

### Autorização - Marque uma das opções

- Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_ (Embargo);
- Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2** ou **3**, marque a justificativa:

- O documento está sujeito a registro de patente.  
 O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.  
 Outra justificativa: \_\_\_\_\_

### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

**ANDRÉ LUIZ FERNANDES DE OLIVEIRA**

O DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO DE ENERGIA POR ESTUDANTES DOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL A PARTIR DOS REFERENCIAIS DA DIDÁTICA DESENVOLVIMENTAL

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação para Ciências e Matemática.

**Área de concentração:** Ensino de Ciências e Matemática.

**Linha de pesquisa:** Fundamentos, metodologias e recursos para a Educação para Ciências e Matemática.

**Sublinha de pesquisa:** Ensino de Física.

**Orientador:** Prof. Dr. Paulo Henrique de Souza.

JATAÍ  
2023

Autorizo, para fins de estudo e de pesquisa, a reprodução e a divulgação total ou parcial desta dissertação, em meio convencional ou eletrônico, desde que a fonte seja citada.

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)**

Oliveira, André Luiz Fernandes de.

O desenvolvimento do conceito de energia por estudantes dos anos finais do ensino fundamental a partir dos referenciais da didática desenvolvimental [manuscrito] / André Luiz Fernandes de Oliveira. -- 2023.

122 f.; il.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique de Souza.

Dissertação (Mestrado) – IFG – Câmpus Jataí, Programa de Pós – Graduação em Educação para Ciências e Matemática, 2023.

Bibliografias.

Apêndices.

1. Psicologia histórico-cultural. 2. Teoria da atividade. 3. Ensino desenvolvimental. 4. Ensino de Ciências. I. Souza, Paulo Henrique de. II. IFG, Câmpus Jataí. III. Título.



**INSTITUTO FEDERAL**  
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS  
CÂMPUS JATAÍ

**ANDRÉ LUIZ FERNANDES DE OLIVEIRA**

**O DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO DE ENERGIA POR ESTUDANTES DOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL A PARTIR DOS REFERENCIAIS DA DIDÁTICA DESENVOLVIMENTAL**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação para Ciências e Matemática, defendida e aprovada, em 26 de junho de 2023, pela banca examinadora constituída por: **Prof. Dr. Paulo Henrique de Souza** - Presidente da banca / Orientador - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG; **Prof.<sup>a</sup> Dra. Vanderleida Rosa de Freitas e Queiroz** - Membro Interno - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG e **Prof.<sup>a</sup> Dra. Adda Daniela Lima Figueiredo Echalar** - Membro Externo - Universidade Federal de Goiás – UFG. A sessão de defesa foi devidamente registrada em ata que depois de assinada foi arquivada no dossiê do aluno.

(assinado eletronicamente)

Prof. Dr. Paulo Henrique de Souza  
Presidente da Banca (Orientador - IFG)

(assinado eletronicamente)

Prof.<sup>a</sup> Dra. Vanderleida Rosa de Freitas e Queiroz  
Membro Interno (IFG)

(assinado eletronicamente)

Prof.<sup>a</sup> Dra. Adda Daniela Lima Figueiredo Echalar  
Membro Externo (UFG)

Documento assinado eletronicamente por:

- **Vanderleida Rosa de Freitas e Queiroz**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 01/08/2023 11:23:09.
- **Adda Daniela Lima Figueiredo Echalar**, Adda Daniela Lima Figueiredo Echalar - 234515 - Docente de ensino superior na área de pesquisa educacional - Ufg (01567601000143), em 26/07/2023 16:01:56.
- **Paulo Henrique de Souza**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 26/07/2023 12:17:52.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 04/07/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 427078

Código de Autenticação: 6bc621c31d



**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás**  
Av. Presidente Juscelino Kubitschek, nº 775, Residencial Flamboyant, JATAÍ / GO, CEP 75804-714  
(64) 3514-9699 (ramal: 9699)

A conclusão desse trabalho é muito especial não apenas pela titulação adquirida, mas pela persistência e dedicação aos estudos. No caminho percorrido, que não se fez sozinho, algumas pessoas fizeram parte dessa caminhada. Por isso, essa dissertação é dedicada à minha família, principalmente minha mãe, Alice Maria da Silva Martins (*in memoriam*), a minha esposa, Niuzamar Silva de Oliveira, aos meus filhos, Milena e Leonardo. Aos professores Marilene Marzari, Hidelberto de Sousa Ribeiro e Paulo Henrique de Souza.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus familiares, sobretudo minha mãe, Alice Maria da Silva Martins (*in memoriam*), à minha esposa, Niuзамar Silva de Oliveira, pelo incentivo e paciência durante a jornada de estudos e dedicação e aos meus filhos, por acreditarem no alcance do meu objetivo de ser mestre.

Ao Prof. Dr. Paulo Henrique de Souza, meu orientador, pelos ensinamentos, pela paciência, pela dedicação, pelas horas de debate e orientações na produção desta pesquisa. Obrigado por fazer parte da construção desta dissertação, do cuidado na elaboração dos textos, da investigação e principalmente por acreditar em meu trabalho e que me fizeram crescer muito durante a minha caminhada.

Às Prof.<sup>as</sup> Dr.<sup>as</sup> Adda Daniela Lima Figueiredo Echalar e a Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanderleida Rosa de Freitas e Queiroz, convidadas para fazer parte da Banca Examinadora, pelo tempo empregado na leitura, por suas riquíssimas contribuições para o esboço da dissertação.

Aos Prof.<sup>as</sup> Dr.<sup>as</sup> Marilene Marzari e Prof. Dr. Hidelberto de Sousa Ribeiro, pelo convite para participar do Projeto de Pesquisa, “Teoria Desenvolvimental: contribuições à Atividade de Ensino-Aprendizagem”, pelos ensinamentos, orientações, debates e pela rica literatura sobre a didática desenvolvimental.

Aos colegas que fizeram parte do Projeto de Pesquisa, “Teoria Desenvolvimental: contribuições à Atividade de Ensino-Aprendizagem”, pelos ensinamentos e debates durante a minha trajetória no desenvolvimento do Projeto.

Aos membros e professores do Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática, pelos ensinamentos durante o período do mestrado.

Aos Prof. Dr. Rodrigo Claudino Diogo, Prof. Dr. Duelci Aparecido de Freitas Vaz, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Mara Rúbia de Souza Rodrigues Morais e a Prof.<sup>a</sup> Ma. Marta João Francisco Silva Souza, pelos ensinamentos, orientações e contribuições no processo da investigação desta pesquisa.

À Gestão da Escola Estadual da Polícia Militar Tiradentes CB PM Vanilson Silva Carvalho, por autorizar e dar condições para o desenvolvimento desta investigação, aos pais e responsáveis dos estudantes, por permitirem a participação, e aos estudantes pela dedicação durante a investigação.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para elaboração desta pesquisa.

O meio social é a verdadeira alavanca do processo educacional, e todo o papel do mestre consiste em direcionar essa alavanca. Como um jardineiro seria louco se quisesse influenciar o crescimento das plantas, puxando-as diretamente do solo com as mãos, o pedagogo entraria em contradição com a natureza da educação se forçasse sua influência direta sobre a criança. Mas o jardineiro influencia o crescimento da flor aumentando a temperatura, regulando a umidade, mudando a disposição das plantas vizinhas, selecionando e misturando a terra e adubo, ou seja, mais uma vez agindo indiretamente, através das mudanças correspondentes do meio.

(VIGOTSKI, Lev Semenovich, 2003, p. 76).

## RESUMO

Esta investigação buscou responder o seguinte problema: como a teoria do ensino desenvolvimental, pautada na lógica dialética, pode desencadear o desenvolvimento do pensamento teórico científico a partir do conceito energia? O objetivo desta pesquisa é apreender os indícios da formação do pensamento teórico em estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental, a partir do processo de apropriação do conceito de energia, no contexto da didática desenvolvimental. Na busca por respostas, esta investigação está amparada nos pressupostos teórico da filosofia do materialismo histórico e dialético, de Marx; da teoria histórico-cultural, de Vygotsky; da teoria da atividade, de Leontiev e do ensino desenvolvimental, de Davydov, no sentido de organizar a atividade de ensino (professor) e, também atividade de estudo (estudante) na área das Ciências da Natureza. A linha de estudo desta pesquisa refere-se aos fundamentos, metodologias e recursos para a Educação para Ciências e Matemática. Na metodologia, o desenvolvimento do experimento didático formativo, elaboramos tarefas de estudo e utilizamos os seguintes instrumentos para produção de dados: observação participante, questionários, aulas vídeo gravadas, material produzido pelo regente/pesquisador e pelos estudantes durante a intervenção pedagógica. Para a análise e inferências dos dados coletados foram utilizadas as seguintes categorias analíticas: zona de desenvolvimento proximal, tarefas de estudo e abstração-generalização substantivas. Os resultados desta investigação sinalizam indícios significativos em relação ao desenvolvimento do pensamento teórico por parte dos estudantes a partir do modo generalizado da ação, a conservação da energia e seus nexos conceitos. Por exemplo, o estudante ao propor solução ao problema da falta de energia elétrica nas residências estabelece possibilidades ao relacionar as placas solares com a torre eólica na “geração da energia elétrica”. Por fim, destacamos a proposta do produto educacional, “Experimento didático formativo: a formação do pensamento teórico a partir da apropriação das relações nucleares sobre o conceito de energia”, que se encontra no apêndice, elaborado a partir desta investigação e que mostra a complexidade, os desafios e a possibilidade da organização de um ensino que crie situações para o desenvolvimento do pensamento teórico científico (análise, síntese, abstração, generalização) em unidade com a formação dos conceitos científicos.

**Palavras-chaves:** psicologia histórico-cultural. teoria da atividade. ensino desenvolvimental. ensino de ciências.

## ABSTRACT

This investigation sought to answer the following problem: how can the theory of developmental teaching, based on dialectical logic, trigger the development of scientific theoretical thinking based on the concept of energy? The objective of this research is to apprehend the evidence of the formation of theoretical thinking in students of the 8th year of Elementary School, from the process of appropriation of the concept of energy, in the context of developmental didactics. In the search for answers, this investigation is supported by the theoretical assumptions of Marx's philosophy of historical and dialectical materialism; Vygotsky's cultural-historical theory; from Leontiev's activity theory and from Davydov's developmental teaching, in order to organize the teaching activity (teacher) and also the study activity (student) in the field of Natural Sciences. The line of study of this research refers to fundamentals, methodologies and resources for Science and Mathematics Education. In the methodology, the development of the formative didactic experiment, we elaborated study tasks and used the following instruments for data production: participant observation, questionnaires, recorded video classes, material produced by the conductor/researcher and by the students during the pedagogical intervention. For the analysis and inferences of the collected data, the following analytical categories were used: zone of proximal development, study tasks and substantive abstraction-generalization. The results of this investigation signal significant indications in relation to the development of theoretical thinking by the students from the generalized mode of action, the conservation of energy and its nexus concepts. For example, when the student proposes a solution to the problem of lack of electricity in homes, he establishes possibilities by relating solar panels to the wind tower in "electricity generation". Finally, we highlight the proposal of the educational product, "Formative didactic experiment: the formation of theoretical thinking from the appropriation of nuclear relations on the concept of energy", which is found in the appendix, elaborated from this investigation and which shows the complexity, the challenges and the possibility of organizing a teaching that creates situations for the development of scientific theoretical thinking (analysis, synthesis, abstraction, generalization) in unity with the formation of scientific concepts.

**Keywords:** cultural-historical psychology. activity theory. developmental Teaching. Science teaching.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Esquema 1 – Estrutura da Atividade de Estudo	24
Figura 1 – Plano inclinado	35
Figura 2 – Síntese de conceitos inerentes ao princípio da conservação da energia elaborada em sala de aula a partir das observações dos estudantes	66
Figura 3 – Respostas dos intergrupos sobre o princípio geral da energia	68
Figura 4 – Respostas dos intergrupos sobre o princípio geral da energia	68
Figura 5 – Modo generalizado de ação, G1	70
Figura 6 – Modo generalizado de ação, G4	70
Figura 7 – Modo generalizado de ação, G3	71
Figura 8 – Pista de skate	77
Figura 9 – Tirinha do personagem Armadinho	78
Figura A – Usina hidroelétrica	73
Quadro 1 – Princípios e ações docentes	32
Quadro 2 – Diagnóstico da prática social do estudante	51
Quadro 3 – Sistema de ações de estudo: formação do conceito energia	53
Quadro 4 – Categorias analíticas	60
Quadro 5 - Descrição do diagnóstico da turma a partir das categorias analíticas	62
Quadro 6 – Processo da abstração substantiva	67
Quadro 7 – Processo da generalização substantiva	75

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>CONTEXTUALIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO BRASILEIRA E A TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>O percurso do processo histórico do ensino de Ciências.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2</b>	<b>Contribuições da psicologia histórico-cultural e da teoria da atividade.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3</b>	<b>A didática desenvolvimental proposta por Davíдов como desdobramento da psicologia histórico-cultural e da teoria da atividade.....</b>	<b>27</b>
<b>2.4</b>	<b>O movimento lógico histórico sobre o conceito energia para o ensino de Ciências Naturais.....</b>	<b>32</b>
<b>3</b>	<b>ASPECTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS: O EXPERIMENTO DIDÁTICO FORMATIVO, SUJEITOS E LOCAL DA PESQUISA.....</b>	<b>43</b>
<b>3.1</b>	<b>O local, os sujeitos da pesquisa e os instrumentos de coleta de dados.....</b>	<b>43</b>
<b>3.2</b>	<b>O experimento didático formativo: origem, conceito e peculiaridades.....</b>	<b>46</b>
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO, ANÁLISES DE DADOS E RESULTADOS.....</b>	<b>59</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>79</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>83</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>89</b>
	<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>90</b>
	<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>120</b>
	<b>APÊNDICE C.....</b>	<b>125</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de ensino e aprendizagem em Ciências da Natureza ainda é um desafio para professores desta área, principalmente quando se pensa na organização do processo ensino que consolide a aprendizagem (apropriação do conhecimento) e o desenvolvimento (operações mentais) do estudante. Isso é refletido no desinteresse e na baixa motivação dos escolares em relação à aprendizagem de Ciências da Natureza tanto no Ensino Fundamental (Ciências) quanto no Ensino Médio (Biologia, Física, Química) nas Escolas Estaduais do município de Barra do Garças – MT. Os estudantes estão condicionados a realizarem tarefas escolares em troca do conceito ou nota, a motivação na realização das atividades não envolve de forma geral o interesse pelo conhecimento sistematizado para compreensão da realidade.

Isso abre um caminho para ser um escolar alienado e, muito provavelmente, desprovido das riquezas materiais e imateriais produzidos historicamente pela humanidade. De outro modo, uma das finalidades da educação escolar deve ser pautada na formação da consciência e do pensamento crítico do escolar, de modo que seja capaz de se situar, ler e compreender o mundo e seus problemas, com vistas a propor formas de sua superação e a emancipação humana e social. Assim, os conhecimentos acumulados historicamente, são signos para ler e compreender o mundo e para transformar as condições de opressão (FREIRE, 1996).

O desafio apontado anteriormente pode ser traduzido pelos resultados insatisfatórios nas avaliações interna e externa, por exemplo, no Sistema de Avaliação da Educação Básica - Saeb<sup>1</sup> 2019 e 2021 e no PISA<sup>2</sup> - Programa de Avaliação Internacional de Estudantes, 2015 e 2018. O Saeb aponta, na escala de proficiência<sup>3</sup> do 9º ano do Ensino Fundamental, o nível abaixo de 1 como preponderante, no qual aferiu o desenvolvimento do letramento científico que, na concepção do Saeb, é entendido o quanto os estudantes sabem sobre o conteúdo e sua capacidade de utilizar os conhecimentos, processos, práticas e procedimentos científicos

---

<sup>1</sup> O Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) é um conjunto de avaliações externas em larga escala que permite ao Inep (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira) realizar um diagnóstico da educação básica brasileira e de fatores que podem interferir no desempenho do estudante. Por meio de testes e questionários, aplicados a cada dois anos na rede pública e em uma amostra da rede privada, o Saeb reflete os níveis de aprendizagem demonstrados pelos estudantes avaliados, explicando esses resultados a partir de uma série de informações contextuais.

<sup>2</sup> PISA é a sigla de Programme for International Student Assessment (Programa Internacional para a Avaliação de Alunos), programa de avaliação internacional é promovido pela OCDE (Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico). No Brasil está sob a responsabilidade do INEP.

<sup>3</sup> Uma escala de proficiência constitui-se de números e índices estatísticos, especialmente aqueles advindos da Teoria de Resposta ao Item, que possibilitam a ordenação do desempenho/das habilidades dos estudantes em um continuum, organizado em níveis de desempenho. A interpretação pedagógica da escala traduz os números em informações sobre o que os estudantes são capazes de realizar em cada nível, de modo a subsidiar o trabalho dos educadores.

produzidos ao longo da história contidos nos eixos temáticos de Terra e Universo, Vida e evolução e Matéria e Energia. No PISA - Programa de Avaliação Internacional de Estudantes, 2015 e 2018. O Pisa, realizado em 2015, teve como foco a disciplina de Ciências e o resultado da avaliação, realizada pelos estudantes de escolas brasileiras junto a outros alunos de 71 países, mostrou que 56,6% dos estudantes tiveram desempenho abaixo do nível básico em Ciências, o que posicionou o país na 63ª posição entre 72 países (BRASIL, 2019). Em 2018, o cenário aponta para estagnação, desde de 2009, o desenvolvimento dos estudantes na Leitura, Ciências e Matemática. Em Ciências, 55% dos estudantes não possuem nível básico para o pleno exercício da cidadania (BRASIL, 2019).

É importante destacar que esta pesquisa defende uma proposta pedagógica-didática crítica que supera a lógica das avaliações em larga escala. Pois, as avaliações mencionadas são pontuais, não consideram a avaliação como processo, é pautada em competências e habilidades importantes para o mundo do trabalho, como prescrito também na BNCC e tem como finalidade uma educação que prepare o estudante a se adaptar a sociedade capitalista. Diferentemente, esta investigação propõe uma educação escolar voltada para o desenvolvimento humano dos estudantes em todas as suas dimensões (cognitiva, afetiva, moral e estética), possibilitando aos estudantes, por meio dos conteúdos sistematizados, a compreensão da realidade, a participação ativa e crítica na vida social, profissional e cultural.

O regente/pesquisador iniciou sua carreira docente no ano 2000 na educação pública do Estado de Mato Grosso com a formação de Técnico em Magistério. Após cinco anos de trabalho no Estado, foi possível concluir o ensino superior em Ciências da Natureza e Matemática, com habilitação em Física. Além disso, o regente/pesquisador passou por processos de formação continuada vinculada as mudanças das políticas públicas do Estado e também a nível federal, de acordo com o governo vigente. Ainda que de forma fragmentada, foi possível a apropriação de conhecimentos teórico-metodológico, em relação ao processo de ensino e aprendizagem. Entretanto, mesmo com a experiência e a formação continuada, ainda faltava algo que sustentasse a teoria-prática que integrasse aspectos filosófico, psicológico e pedagógico-didático em uma concepção crítica de educação escolar, para sustentar a práxis educativa.

A busca pela compreensão dos processos educativos em uma perspectiva crítica e inclusiva, que supere a lógica de um ensino transmissivo, impulsionou a participação do regente/pesquisador no Projeto de Pesquisa, “Teoria Desenvolvimental: contribuições à Atividade de Ensino-Aprendizagem”, cuja finalidade foi analisar as mudanças que ocorrem na atividade de ensino-aprendizagem dos professores que atuam em instituições de educação

básica de Barra do Garças/MT, quando se apropriam dos referenciais teóricos do ensino desenvolvimental. O projeto era composto por professores, estudantes de graduação e pós-graduação. Sua organização consistia em reuniões semanais com grupos de estudos, para realizar as discussões sobre as teorias que fundamentavam o ensino desenvolvimental. Na etapa final do projeto, os participantes deveriam elaborar um plano de ensino com base no sistema de ações de estudo proposto por Davidov (1988). O projeto foi cadastrado na Propeq. nº 50/2019, e desenvolvido pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário do Araguaia (CUA), Instituto de Ciências Humanas e Sociais (ICHS). Isso motivou a elaboração de um projeto de pesquisa a nível de metrado e a participação e aprovação no PPGECM/IFG<sup>4</sup>.

Ademais, no ano de 2018, a Secretaria Estadual de Educação do Estado de Mato Grosso (SEDUC/MT) publicou o Documento de Referência Curricular (DRC) para a Educação Infantil e o Ensino Fundamental e, em 2021, a homologação do DRC da etapa Ensino Médio (PORTARIA Nº 356/2021/GS/SEDUC/MT). É importante mencionar que se trata de um documento de referência da Secretaria de Estado de Educação, que passou a vigorar em 2020, que é a base para a reorganização dos currículos escolares e também para a proposta pedagógica. Embora a construção dos documentos Curriculares para a Educação Básica do Estado de Mato Grosso tenha passado por debates e contribuições por parte dos profissionais da educação, não houve ainda a apropriação na sua totalidade. Por isso, esse documento encontra-se em fase de estudos e implementação nas escolas estaduais, e, como consequência, de reestruturação dos referidos documentos.

No DRC, etapa do Ensino Fundamental, no caderno das Concepções para a Educação Básica, a Atividade Orientadora de Ensino, proposta por Moura (2010), é uma possibilidade de organização da atividade pedagógica (atividade de ensino e atividade de estudo) com base na estrutura da Teoria da Atividade de Alexis Nikolaevich Leontiev, perspectiva defendida nesta pesquisa. Entretanto, no documento do Estado, ela é referida de forma desarticulada, superficial e fragmentada. Esta investigação está para além do DRC, pois busca a relação entre os aspectos filosóficos, psicológicos e pedagógicos, assentados na psicologia histórico-cultural, na teoria da atividade e também na didática desenvolvimental. Uma perspectiva que supere a lógica formal da organização do conhecimento. Para o caderno dos anos finais do Ensino Fundamental, especialmente na Área de Ciências da Natureza que envolve conhecimentos relacionados aos conceitos de Física, Química e Biologia, o Documento de Referência Curricular traz as Metodologias Ativas de Aprendizagem, a partir, por exemplo, da

---

<sup>4</sup> Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática – PPGECM/Câmpus Jataí.

aprendizagem baseada em problemas: [...] “o aprendizado do estudante acontece por meio de ações colaborativas, quando, juntos, buscam a solução para algum desafio. O professor, sempre ao lado, dando feedback acerca dos erros e acertos.” (MATO GROSSO, 2018, p. 196). Percebe-se o emaranhado de pressupostos teóricos contemplados no documento oficial do Estado.

Ainda que essa perspectiva traga melhorias em relação ao ensino tradicional, ela possui limitações no que diz respeito ao desenvolvimento de novas estruturas do pensamento (linguagem, percepção, representação, imaginação, memória lógica, atenção, concentração, raciocínio lógico, pensamento teórico, etc.) e de ações mentais inerentes aos conceitos, já que o conteúdo pensado na aprendizagem baseada em problemas está sempre vinculado a ações práticas (FREITAS, 2012). Por isso, esta pesquisa de mestrado defende, o ensino por problemas na perspectiva histórico-cultural, em contraposição à epistemologia da prática, referendada no documento oficial do estado - DRC, a qual defende a metodologia como mais importante do que o conteúdo. A função do professor nessa perspectiva é facilitar a aprendizagem, é por meio das metodologias ativas que ele transmite o conhecimento e, com isso, o conteúdo é secundário no processo de ensinar e aprender.

Para o ensino desenvolvimental, que tem como fundamento a psicologia de Vygotsky e também a teoria da atividade de Leontiev, o problema deve buscar, no processo de sua investigação, o nuclear do conteúdo, e o caminho percorrido na investigação é o movimento do pensamento que se espera do estudante na apropriação do objeto de conhecimento. O problema, no ensino desenvolvimental, trabalha a partir de um modo geral da ação sobre o objeto, que consiste em resolver situações singulares sobre o fenômeno pesquisado (FREITAS, 2012). Nesse tipo de ensino, o aprendizado do estudante acontece por meio de ações colaborativas e pensamentos contraditórios que buscam a solução para algum desafio, trilhando mentalmente o caminho que deu origem ao conteúdo discutido.

O professor organiza a mediação didática, pautada pelas ações intencionais, com objetivos claros e passíveis de atingi-los, estratégias, recursos didáticos e avaliação. Majmutov (1983), esclarece:

Denominamos problemático o ensino em que os alunos assimilam todo o material docente apenas mediante a solução independente de problemas e o “descobrimento” de novos conceitos. Aqui se encontram também a explicação do professor, a atividade produtiva dos alunos, a formulação de tarefas e a realização de exercícios por parte dos estudantes [...] (MAJMUTOV, 1983, p. 263).

No enfoque histórico-cultural, a resolução de problemas pode desencadear a formação do pensamento teórico, quando o escolar é desafiado, diante de uma situação conflituosa, que

o motive a enfrentá-la. Assim, “[...] o pensamento propriamente dito é gerado pela motivação, isto é, pelos nossos desejos e necessidades” (VYGOTSKY, 2007, p.187). A situação conflituosa, ou melhor, contraditória, postas pela realidade social, apresentada ao sujeito, deve gerar uma necessidade de superação do problema apresentado, nesse processo o pensamento (formação de novas funções psicológicas superiores) ganha terreno. Assim, para Leontiev (1978), o motivo, aquele que impulsiona o sujeito a entrar em atividade, deve coincidir com o objeto de estudo, pois a superação da realidade dada se materializa no objeto.

A respeito da proposta Curricular dos anos finais do Ensino Fundamental (6º, 7º, 8º e 9º ano), cabe relatar que a área das Ciências da Natureza é composta pela disciplina de Ciências que se divide em três Unidades Temáticas - Matéria e Energia, Vida e Evolução, Terra e Universo. Essas unidades são compostas de Objetos de Conhecimento e habilidades. Por exemplo, para o 8º ano, a Unidade Temática, Matéria e Energia, é constituída do objeto de conhecimento, Fontes e tipos de energia e a sua habilidade, debater as fontes de energias sustentáveis no estado de Mato Grosso, como são exploradas e os impactos produzidos. A habilidade, calcular o consumo de eletrodomésticos a partir dos dados de potência (descritos no próprio equipamento) e tempo médio de uso para avaliar o impacto de cada equipamento no consumo doméstico mensal, tem como objeto de conhecimento - Cálculo de consumo de energia elétrica. (MATO GROSSO, 2018, p. 190-191). Então, como organizar a Atividade de Ensino que promova a aprendizagem e o desenvolvimento de ações mentais do estudante sobre o conceito de energia?

Uma possibilidade para responder o questionamento anterior se refere à concepção da Psicologia Histórico-cultural e da Teoria da Atividade e seus desdobramentos para uma didática desenvolvimental. Ao organizar o ensino que se desenvolve na perspectiva dialética deve-se considerar alguns aspectos como fundamentais: a unidade entre teoria e prática; as práticas sociais vivenciadas pelos estudantes, que podem ser explicadas pelo conteúdo a ser ensinado e, com isso, analisar o nível de desenvolvimento real do sujeito que aprende e a Zona de Desenvolvimento Iminente do estudante; a unidade contraditória entre os conceitos espontâneos e os científicos; o processo de mediação (cognitiva e didática); o desenvolvimento de motivos que impulsiona o sujeito a entrar em atividade de estudo; o domínio do conteúdo na sua totalidade, o movimento do abstrato ao concreto pensado e a avaliação processual. De acordo com Leontiev (1978, p. 188):

A aquisição das ações mentais que estão na base da apropriação pelo indivíduo da “herança” dos conhecimentos e conceitos elaborados pelo homem, supõe necessariamente que o sujeito passe das ações realizadas no exterior às ações situadas no plano verbal, depois a uma interiorização progressiva

destas últimas; o resultado é que estas acções adquirem o carácter de operações intelectuais estreitas, de actos intelectuais.

Embora o Documento Curricular do Estado de Mato Grosso apresente referências sobre a Atividade Orientadora do Ensino (MOURA, 2010), essa teoria é abordada de forma empírica e isolada de outros saberes como a psicologia histórico-cultural e a didática desenvolvimental. Com isso é necessário aprofundar sobre os conceitos, categorias que sustentam esta perspectiva.

Perante o exposto, propõe-se nesta pesquisa estabelecer a mediação didática ou a organização do ensino, papel do professor, que tem como base na sua elaboração o experimento didático, como investigação pedagógica, na perspectiva da Teoria Histórico-cultural. Pesquisadores na área da educação, como Libâneo e Silva (2021), Freitas (2010), Cedro (2004), Marzari (2010), Sforzi (2015), Longarezi (2017), Marengão (2011), têm apontado possibilidades e contribuições significativas do experimento didático na apreensão da relação entre o ensino, a aprendizagem e o desenvolvimento das ações mentais. O experimento formativo consiste em uma intervenção do professor no processo de novas formações psicológicas superiores dos estudantes por meio de ações e tarefas de estudos. Esse método consiste em investigar a organização do ensino e a sua influência sobre o desenvolvimento dos estudantes. Para Vygotsky (2007), o pesquisador tem como finalidade em seu trabalho, apreender a relação entre as tarefas externas e suas implicações sobre o desenvolvimento mental (ações internas) dos escolares.

Esta pesquisa tem como suporte teórico o Método Histórico–Dialético, de Marx; a Psicologia Histórico–Cultural, de Vygotsky; a Teoria da Atividade, de Leontiev e a Teoria do Ensino Desenvolvimental, de Davydov, no sentido de organizar a atividade de ensino (professor) e também atividade de estudo (escolar) na área das Ciências da Natureza, no componente curricular Física, particularmente, relacionados ao conceito de energia.

O objetivo desta pesquisa é apreender os indícios da formação do pensamento teórico em estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental, a partir do processo de apropriação do conceito de energia, segundo a organização da didática desenvolvimental. Para a consecução do objetivo geral, foram necessárias algumas ações: a) estudar e elaborar uma síntese sobre as contribuições teórica-metodológica da psicologia histórico-cultural, da teoria da atividade e da didática desenvolvimental, por meio de levantamento bibliográfico; b) planejar e desenvolver o experimento didático formativo na escola e, por fim, c) fazer inferências a respeito da relação entre o desenvolvimento do pensamento teórico científico com a organização do ensino. O desenvolvimento da atividade de ensino foi pautado nas ações da didática desenvolvimental,

sobre o conteúdo, energia, relacionado à Unidade Temática Matéria e Energia, conforme determinação da matriz curricular da SEDUC/MT, 2018.

Essa investigação busca na lógica dialética o método de pesquisa, no qual o conhecimento é construído por uma relação dialética entre sujeito e objeto e pressupõe um caminho de investigação de superação do nível empírico, aparente, ao nível do concreto pensado, por meio da análise e da abstração do pensamento do investigador (MARTINS, 2018). Essa pesquisa tem no experimento didático formativo sua principal ferramenta na apreensão das múltiplas determinações que constituem o objeto investigado e para tanto foram utilizados alguns instrumentos para coleta de dados: gravação de áudio e vídeo, produção dos estudantes na realização das tarefas de estudo, caderno de registros do regente/pesquisador e questionários socioculturais. A pesquisa foi realizada em uma escola pública militarizada da rede estadual de Mato Grosso, entre os meses de maio a julho de 2022, com estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental.

Importante destacar que o processo da formação do pensamento teórico científico, amparado pelos referenciais teóricos da didática desenvolvimental, é o objeto de estudo desta investigação, cujo desenvolvimento deve caminhar para a organização do ensino desenvolvente. Para tanto, deve ganhar a devida atenção e aprofundamento em uma perspectiva que estabeleça coerência epistemológica entre as concepções filosófica, psicológica e didático-pedagógica, uma vez que o desafio existente no processo educativo escolar, na área das Ciências da Natureza nas escolas estaduais do município de Barra do Garças – MT, é criar condições didático-pedagógicas para que os sujeitos envolvidos nesse processo entrem em atividade de estudo e se desenvolvam. Assim, propõe-se responder ao seguinte problema (questão síntese): *como a teoria do ensino desenvolvimental, pautada pela lógica dialética, pode desencadear o desenvolvimento do pensamento teórico científico a partir do conceito energia?*

Finalmente, a resposta à pergunta síntese parte da organização da dissertação em capítulos e seções que sustentam o caminho percorrido pelo regente/pesquisador. Esse movimento tem início com o processo histórico da educação no Brasil e em especial o ensino de Ciências da Natureza. No 2º capítulo e suas seções é organizado a partir dos pressupostos teórico-metodológico, como a psicologia histórico-cultural, a teoria da atividade, a didática desenvolvimental e o movimento lógico histórico sobre energia. O experimento didático formativo, os sujeitos e o local da pesquisa são apresentados no 3º capítulo. Os capítulos 4º e 5º, têm em seu corpo a análise dos dados e as considerações finais, respectivamente.

## 2 CONTEXTUALIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO BRASILEIRA E A PSICOLOGIA HISTÓRICO-CULTURAL

A partir da constituição histórica da educação escolar no Brasil, sobretudo da educação básica, pretende-se neste capítulo, ainda que sucintamente, explanar alguns momentos ou períodos que representem as bases fundantes do processo educacional brasileiro, em especial o ensino de Ciências Naturais, nos seus aspectos políticos, sociais e didáticos-pedagógicos. O texto traz alguns elementos de correntes pedagógicas como o ensino tradicional e o movimento escolanovista, predominantes nas escolas e amparadas por leis, decretos e documentos normativos, como, por exemplo, a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASI, 2018).

Em contraposição, propomos uma perspectiva crítica da educação na qual os conhecimentos deveriam ser ensinados e apreendidos como uma produção histórica. Professores e estudantes se constituiriam como sujeitos ao se apropriarem historicamente dos conhecimentos produzidos, enquanto práxis, para intervir na sociedade (SAVIANI, 1999).

### 2.1 O percurso do processo histórico do ensino de Ciências

Pode-se dizer que a origem do processo educacional se inicia no período colonial, 1549, com a chegada dos jesuítas, denominado colégios jesuítas, que valorizava os conhecimentos religiosos e da área de Humanas. O ensino era para os filhos da pequena nobreza e seus descendentes; no segundo momento (1759- 1827) está representado pelas “Aulas Régias<sup>5</sup>” instituídas pela reforma pombalina, pautada nas ideias iluministas, é a primeira tentativa de a escola ser administrada pelo Estado e servindo aos seus interesses; no terceiro momento (1827-1890) período imperial, apresenta-se a educação como dever do Estado, mas na prática o ensino não era oferecido para todos (MELO, 2012).

No primeiro período republicano (1890-1931), é criado o Ministério da Educação e Saúde, marcado pela forte influência das ideias liberais e positivistas. Além disso, a Constituição de 1891 tinha em seu discurso, pela criação das escolas primárias, o ensino das ciências, artes e técnicas de trabalho, desvinculado do caráter religioso. Para o período do

---

<sup>5</sup> As aulas régias foram estabelecidas em Portugal e em suas colônias pelo alvará de 28 de junho de 1759, no âmbito das reformas políticas, administrativas, econômicas e culturais promovidas pelo ministro Sebastião José de Carvalho e Melo, futuro marquês de Pombal, durante o reinado de D. José I (1750-1777). A criação das aulas régias marcou o surgimento do ensino público oficial e laico, visto que, até então, a educação formal em todos os seus níveis estava sob o controle da Igreja, que também detinha grande influência sobre outras áreas da cultura, como as artes e a impressão de livros.

Estado Novo e a Nova República (1931-1964), foram criados: o Conselho Nacional de Pesquisa (CNP), a Campanha Nacional de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); e a promulgação da primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) que estabelecia a obrigatoriedade do ensino primário. O nível médio era de cunho acadêmico e ensino técnico, ambos com características utilitarista e empírico. (MELO, 2012)

Finalmente, no período da Ditadura Militar (1964-1985) e na transição para a abertura política do país até os dias atuais, dá-se a unificação da regulamentação da educação nacional abrangendo a rede pública (municipal, estadual e federal) e a rede privada, as quais, direta ou indiretamente, foram sendo moldadas segundo uma concepção produtivista/tecnicista/utilitarista de escola, ou seja, a função básica da escola é a reprodução da sociedade com sua estrutura socioeconômica determinando a forma de manifestação do fenômeno educativo. (SAVIANI, 1999, p. 17).

Diante do exposto é possível perceber que o processo histórico da educação escolar no Brasil é carregado de tensões e contradições impostas pela sociedade. A escola possui uma realidade histórica, isto é, suscetível de ser transformada intencionalmente pela atividade humana, assim como a sociedade (SAVIANI, 1999). Neste sentido a educação escolar não é neutra, mas impactada pelos interesses de uma sociedade capitalista.

O ensino de Ciências Naturais no Brasil passou por mudanças de acordo com o contexto político, histórico e cultural no qual a educação está inserida, sendo reestruturada ou reformulada a partir dos interesses da sociedade por meio de leis, decretos e documentos orientadores como a Base Nacional Comum Curricular (2018). O ensino de Ciências Naturais, a partir do período colonial (1549) até a década de 1930, era incipiente, não tinha relevância na educação escolar, distante da realidade dos estudantes, ausência de atividades experimentais, um ensino fortemente teórico (livresco), utilitarista, descritivo, ou seja, pautado pela pedagogia tradicional do positivismo/ behaviorismo no qual o conteúdo é fragmentado, disciplinar e ensino expositivo. Professor como transmissor (detentor do conhecimento), centralidade no professor e ênfase no produto. Mas havia iniciativas fora da escola, como a criação da Sociedade Científica do Lavradio<sup>6</sup> (1772), a construção do Museu Real inaugurado em 1818, hoje conhecido como Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Em 1837 o conteúdo de Ciências Naturais já estava incluído no currículo escolar, do ensino secundário,

---

<sup>6</sup> Uma das primeiras tentativas de organização de associações com alguma preocupação com a difusão científica ocorreu com a criação da Academia Científica do Rio de Janeiro pelo marquês do Lavradio, em 1772. Era constituída por nove membros e pretendia se dedicar à física, química, história natural, medicina, farmácia e agricultura.

equivalente aos anos finais do Ensino Fundamental (SIVAL-BATISTA; MORAES, 2019). Com a Constituição Federal de 1934 o ensino de Ciências passou a ser incorporado no currículo.

A partir da segunda guerra mundial e com o desenvolvimento científico e tecnológico no mundo, transformou-se num enorme empreendimento socioeconômico e com isso exerceu e vem exercendo forte influência sobre o ensino de Ciências e em todos os níveis. De acordo com Krasilchik (2000), o ensino de Ciências no Brasil mostra como a educação escolar passa por transformações socioculturais provocadas pelo avanço científico e tecnológico.

Na década de 1950, com a corrida espacial entre Estados Unidos da América e a extinta União Soviética, o ensino de Ciências Naturais se consolidou no Brasil, mas a disciplina ainda tinha forte apelo nas aulas expositivas, livros didáticos desatualizados e sem muita utilização de atividades práticas (SIVAL-BATISTA; MORAES, 2019). Mantinha-se um ensino de Ciências sem muita preocupação com o método científico, numa concepção de ensino baseada no conteudismo e numa prática pedagógica tradicional. Para Krasilchik (2000) o reconhecimento de que a Ciência e a Tecnologia são essências para o desenvolvimento econômico, cultural e social fez que o ensino das Ciências Naturais, foi também crescendo de importância.

Com a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação, nº 4.024, de 21 de dezembro de 1961, o ensino de Ciências Naturais estendeu a sua obrigatoriedade a todas as séries ginasiais e uma parte significativa no curso colegial. Com essa lei, a educação escolar passou a fazer parte da formação de todos os cidadãos e não apenas para um grupo privilegiado, uma mudança significativa na concepção sobre o papel da escola. Nesse período, o ensino de Ciências Naturais tem como concepção o método da redescoberta, influenciado pelo movimento escolanovista. Nessa concepção, os procedimentos de pesquisa, aulas práticas, é o objeto de estudo e a apropriação do conteúdo científico é secundário e o centro do processo de ensino e aprendizagem é o estudante (FREITAS E ROSA, 2012).

Na década dos anos de 1970, marcado pela guerra fria e pela ditadura militar, novamente a educação passa por transformações, embasada pela Lei de Diretrizes e Base da Educação, nº 5692, de 1971. Nesse período o papel da escola pública era a formação do trabalhador, um ensino profissionalizante. Mas nas escolas privadas a finalidade da educação, nesse momento, é preparar os estudantes para a inserção no ensino superior. Conseqüentemente esta mudança reverberou no ensino de Ciências Naturais. O mais importante era a quantidade de informações transmitidas para os escolares e as aulas de laboratório. No final da década de 1960, as ideias de Jean Piaget sobre desenvolvimento intelectual começaram a ser conhecidas

e discutidas no Brasil. Assim, o processo de ensino e aprendizagem da Ciências Naturais passa pelas ideias da perspectiva cognitivista, enfatizando o construtivismo.

No ano de 1996, com a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação, nº 9.394/96, em seu artigo 1º, parágrafo 2º, estabelece que a educação escolar deve estar vinculada ao mundo do trabalho e às práticas sociais. O artigo 26 dessa mesma lei dispõe sobre a organização curricular como uma base nacional comum das etapas da educação básica. No final da década de 1990, pesquisadores em ensino de Ciências Naturais propõem um currículo voltado para a Alfabetização Científica e a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). Embora possuam perspectivas epistemológicas diferentes, criticam a ênfase dada ao currículo das Ciências Naturais às habilidades e competências e a quase não relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Criticam também a pouca importância da boa aprendizagem dos conhecimentos acumulados historicamente (FREITAS E LIMONTA, 2012).

Por fim, com a promulgação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em 2018, a ênfase é na aprendizagem para desenvolver competências, a escola passa a ser pensada como se fosse uma empresa e tudo isso alinhada com as políticas do Banco Mundial. Como isso, a formação do sujeito é para as novas exigências do mercado, para adaptar ao mundo contemporâneo do trabalho e ao empreendedorismo exacerbado. O currículo da Ciências da Natureza novamente passa por mudanças, a lógica do ensino é pautada no saber fazer, não é a apropriação dos saberes produzidos historicamente.

O protagonista no processo de ensino são as metodologias ativas, dentre elas a aprendizagem baseada em problemas e muitas vezes restrita à atividade prática, sensorial e perceptiva. Nesse contexto, o professor é o facilitador da aprendizagem e o suporte teórico é o movimento escolanovista de Dewey. Embora a BNCC (2018) apresente a questão do letramento científico, o qual diz respeito à compreensão dos conceitos científicos, à habilidade de aplicar tais conceitos e de pensar sob uma ótica científica, esse documento não traz, na sua essência, a necessidade de internalizar os conhecimentos científicos elaborados pelas gerações antecessoras de forma a pensar nas múltiplas determinações que constituem o conhecimento sistematizado.

## **2.2 Contribuições da psicologia histórico-cultural e da teoria da atividade**

Esta seção tem a finalidade de proferir as bases teóricas que sustentam esta pesquisa, as constituem o objeto de estudo. Para tanto aborda-se principalmente elementos da psicologia histórico-cultural e da teoria da atividade, como seu desdobramento, a didática

desenvolvimental, além de trazer algumas categorias do materialismo histórico dialético que são fundantes para as concepções ditas anteriormente.

A formação do sujeito se dá pela constituição da sua consciência, do seu pensamento e a educação escolar, por meio dos conhecimentos sistematizados, é o espaço que tem como responsabilidade oferecer as condições para que o homem se aproprie da cultura criada pela humanidade. Partindo dessas ideias, a concepção de aprendizagem na perspectiva da psicologia histórico-cultural (VIGOTSKI, 2007) e da teoria da atividade (LEONTIEV, 1978) se consolida a partir da apropriação dos bens culturais elaborados pela humanidade. É a capacidade humana de transformar a experiência social em experiência individual. Para Vigotski (2007):

[...] primeiro no nível social e, depois, no nível individual; primeiro, entre pessoas (interpsicológica), e, depois, no interior da criança (intrapicológica). Isso se aplica igualmente para a atenção voluntária, para a memória lógica e para a formação de conceitos. Todas as funções superiores originam-se das relações reais entre indivíduos humanos. (VIGOTSKI, 2007, p. 58)

Na tradição da teoria histórico-cultural, a natureza da formação da consciência humana é histórica e cultural, é histórica por que é um processo, carregado de mudanças e transformações, é cultural, pois estamos imersos e se constituindo enquanto seres sociais. Por meio da consciência social é que se constrói a consciência individual é a partir dela que o homem se humaniza, se torna humano. De acordo com Leontiev,

Podemos dizer que cada indivíduo aprende a ser um homem. O que a natureza lhe dá quando nasce não lhe basta para viver em sociedade. É-lhe ainda preciso adquirir que foi alcançado no decurso do desenvolvimento histórico da sociedade humana. (LEONTIEV, 1978, p. 265)

A formação da consciência individual é mediada pelo signo (linguagem, escrita, mapas, palavra, conceito) e por instrumentos (objetos); é a partir do processo de mediação que ocorre a internalização dos signos. É importante apreender que, na concepção histórico – cultural, a mediação pelos signos tem o sentido de trabalho, que, na tradição marxista se refere à mediação entre o mundo e o humano (KOSIK, 1969).

No processo de interação por meio do trabalho o homem modifica a natureza e a si próprio, tanto físico como intelectualmente. Na lógica dialética, a ideia da mediação, o trabalho, é pensada como um processo, e não como um produto; também não é o equilíbrio entre duas partes diferentes, mas a relação entre dois polos opostos, luta dos contrários e ao mesmo tempo que conserva as coisas (natureza e homem), modifica-as.

O trabalho é um processo no qual se opera uma metamorfose ou mediação dialética. Na mediação dialética deste processo não se estabeleceu um equilíbrio entre as contradições, nem se formam contradições antinômicas,

mas sim a unidade das contradições se estabelece como processo ou no processo de transformação (KOSIK, 1969, p. 183).

Do ponto de vista didático, com base nas leis da dialética, a unidade e luta dos contrários, é necessário o confronto dos saberes. Aquilo que o sujeito/estudante diante de uma situação problema não consegue explicar de forma independente, mas é possível com a assistência do mais experiente.

Nas concepções do método materialista histórico-dialético, da psicologia histórico-cultural e da teoria da atividade, para a educação escolar (intencional) foi atribuída a responsabilidade de oferecer a apropriação do significado social construído pela humanidade que precedeu a geração atual. Para ocorrer essa apropriação, é necessário que a educação escolar, por intermédio da mediação didática do professor, crie situações de ensino que anteceda e promova o desenvolvimento das funções psicológicas superiores do estudante. Ao criar situações para a zona de desenvolvimento proximal/iminente, o professor estaria possibilitando o surgimento de funções psicológicas superiores ainda não desenvolvidas completamente. A esse respeito Vygotsky afirma:

[...] ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário. Essas funções poderiam ser chamadas de ‘brotos’ ou ‘flores’ do desenvolvimento, ao invés de ‘frutos’ do desenvolvimento. O nível de desenvolvimento real caracteriza o desenvolvimento mental retrospectivamente, enquanto a zona de desenvolvimento proximal caracteriza o desenvolvimento mental prospectivamente. [...]. Ela é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes. (VYGOTSKY, 2007, p. 97-98)

Nas palavras de Chaiklin (2011), a zona de desenvolvimento proximal pode ser compreendida quando a criança, jovem ou adulto é capaz de realizar uma tarefa em interação com outra pessoa mais experiente, pois a tarefa desenvolvida individualmente é inadequada.

A partir do diagnóstico do nível real de desenvolvimento do estudante sobre o conteúdo, é possível fazer inferências, ainda que provisórias, sobre o que o sujeito sabe e, principalmente o modo do seu pensamento na compreensão do mundo e dos fenômenos que o constituem.

Outros dois conceitos importantes na obra de Vygotsky ancorados à zona de desenvolvimento iminente, são a vivência e a situação social de desenvolvimento. Ambos são interdependentes, mas distintos. Enquanto situação social de desenvolvimento, Vygotsky afirma que, para entender a relação da criança com o meio, momento inicial para todas as

mudanças dinâmicas que ocorrem no desenvolvimento durante um dado período de idade, não é suficiente considerar apenas seu entorno como algo externo à criança, mas deve ter em consideração que a relação da criança com o meio social é ativa, dinâmica e muito mais complexa do que seu entorno. (ASBAHR, 2021). Já a vivência, segundo Vygotsky (1999, apud, BITTENCOURT; FUMES, 2021, p. 3) “[...] é entendido como uma averiguação da relação interna de uma pessoa com a realidade. É a unidade entre ambos e a tradução do que o indivíduo pensa, sente e mantém com o seu meio[...]”. A vivência se estrutura a partir da inter-relação do sujeito com o seu meio. Dessa interação, as necessidades e as motivações do sujeito também se transformam, pois as vivências têm íntima relação com a situação de desenvolvimento social.

A atividade de ensino deve estar voltada para a Zona de Desenvolvimento Proximal considerando a atividade principal do estudante. Assim, a educação deve impulsionar o desenvolvimento, que se materializa pela atividade. Nesse sentido,

[...] para se apropriar dos objetos ou dos fenômenos que são o produto do desenvolvimento histórico, é necessário desenvolver em relação a eles uma actividade que reproduza, pela sua forma, os traços essenciais da actividade encarnada, acumulada no objecto (LEONTIEV, 1978, p. 268).

A consciência individual é fruto da consciência social por intermédio da internalização da atividade externa transformada em atividade interna. A atividade, na concepção de Leontiev, “[...] é um processo que é iniciado e dirigido por um motivo - aquele no qual uma ou outra necessidade é objetivada [...]” (LEONTIEV, 1978, p. 6).

A atividade humana, conforme Leontiev (1978), é um processo psicológico que satisfaz uma necessidade do indivíduo em sua relação com a realidade, impulsionada por motivos, os quais direcionam a atividade para um objeto (por exemplo, o conhecimento teórico científico). Assim, os motivos orientam a atividade para um objeto, ou seja, o objeto da atividade é o seu verdadeiro motivo. A atividade, proposta por Leontiev (1978), se organiza em elementos de orientação – necessidade, motivo e objeto – e elementos de execução – ação, operação e objetivos. Neste sentido, Moura (2010) elabora a Atividade Orientadora de Ensino, com base na estrutura da atividade de Leontiev (1978), na qual relaciona a atividade de ensino com a atividade de aprendizagem. As atividades de ensino e de aprendizagem devem estar articuladas por uma necessidade comum e o motivo das ações precisa coincidir com suas finalidades.

De acordo com Leontiev (1978), a necessidade por si só não gera uma atividade, há que considerar a existência de um objeto para satisfazê-la. Ao objetivar em um objeto correspondente, a necessidade e o objeto constituem o motivo da atividade. Por conta desta

inter-relação, não há atividade sem motivo. Para concretizar a atividade humana, é necessário um conjunto de ações articuladas com suas finalidades e as condições de sua operacionalização.

Quando o motivo não coincide com o objeto, não há atividade, mas apenas ação. A ação é “[...] um processo cujo motivo não coincide com seu objetivo, (isto é, com aquilo para o qual ele se dirige), mas reside na atividade da qual ele faz parte.” (LEONTIEV, 2001, p. 69). Por exemplo, um estudante, ao saber que o conteúdo de um livro não constava no roteiro de uma prova, prontamente abandonou sua leitura, pois o motivo não era a apropriação do seu conteúdo, mas sair bem no exame, sua necessidade. Nessa situação, a leitura é uma ação (LEONTIEV, 2001). Nas palavras de Leontiev (2001, p. 69), “[...] para que a ação surja e seja executada é necessário que seu objetivo apareça para o sujeito, em sua relação com o motivo da atividade da qual ele faz parte”.

Embora uma ação sempre esteja relacionada com o motivo da atividade, uma vez que elas somente se realizam dentro desse processo, são portadoras de uma relativa autonomia frente às atividades, podendo compor e se fazer presente em várias delas.

Outro elemento da estrutura da atividade se refere as operações, é o conteúdo necessário de qualquer ação. Para Leontiev (2001, p. 74) “[...] por operações, entendemos o modo de execução de um ato”. As operações se distinguem das ações por que “[...] depende das condições em que o alvo da ação é dado, enquanto uma ação é determinada pelo alvo”. Assim, uma mesma operação pode compor ações distintas ou uma mesma ação pode ser realizada por diferentes operações.

De acordo com Leontiev (2001, p. 76), no ensino da matemática,

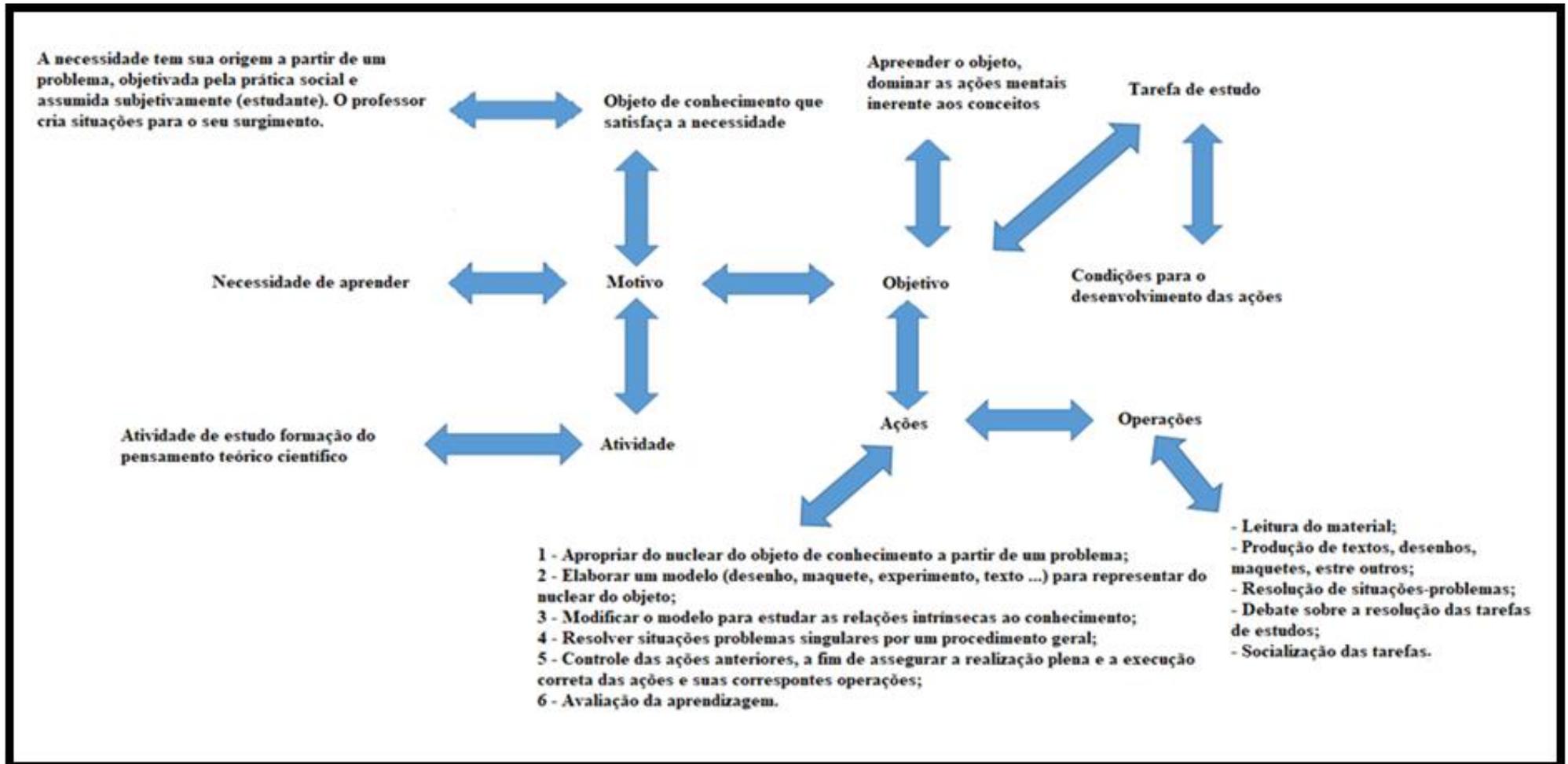
[...] a ação mental da criança deve tornar-se então a solução de um problema e não uma simples soma; a soma torna-se operação e deve, por isso, adquirir a forma de hábito automático adequadamente desenvolvido.

É importante destacar que os elementos que compõem a estrutura da atividade não são estáticos, são dinâmicos, podem se modificar, adquirindo diferentes funções.

De modo geral, só existe atividade se for dirigido por um motivo, as ações devem ter como propósito o objetivo, relacionado com o motivo da atividade e as operações regidas pelas condições de sua execução, como mostra o esquema 1.

No contexto educativo, especificamente na educação escolar, a teoria da atividade pode ter como situações desencadeadoras a resolução de situações-problema, pois, de acordo com Moura (2010), isso favorece a formação da necessidade e o motivo para apropriação do objeto de conhecimento pelos escolares.

Esquema 1 – Estrutura da Atividade de Estudo



Fonte: elaborado pelo autor

É fundamental que o professor compreenda e identifique os motivos dos sujeitos que aprende. Isto é, os motivos devem coincidir com o objeto de estudo. Assim o estudante, na atividade de estudo, atinge o desenvolvimento da sua personalidade, da sua consciência, do seu intelecto e das funções psíquicas superiores: memória, atenção, linguagem, raciocínio lógico, emoções, afetos, sentimentos e o pensamento teórico. Por meio de perguntas ou de situações-problema, o professor pode mobilizar o pensamento dos estudantes para criar neles o motivo de estudo do conceito.

Na perspectiva da psicologia histórico-cultural e da teoria da atividade, a aprendizagem se dá pela apropriação dos elementos culturais e científicos, transformados em ações mentais no desenvolvimento psíquico do sujeito.

Para pensar no desenvolvimento cognitivo do estudante, a mediação didática organizada pelo professor deve considerar também o nível de desenvolvimento real do estudante; é a partir dos saberes consolidados (conceito científico e ou espontâneo) que deve ocorrer o movimento de duplo sentido entre tais conceitos. Os conceitos científicos devem ir até os conceitos espontâneos e, esse caminhar para a ascensão do conhecimento sistematizado, mas não no sentido de abandoná-los e sim para uma reestruturação do conceito espontâneo (VYGOTSKY cf. KOZULIN, 2002).

Na organização do ensino, que visa o desenvolvimento do pensamento, a apropriação dos conceitos deve fazer o movimento do abstrato para o concreto pensado, do geral para o particular, até deduzir as relações particulares do objeto e formar o conceito nuclear. A educação escolar deve estar voltada para apropriação dos conhecimentos científicos, o desenvolvimento dos conceitos, que, na perspectiva defendida nesta investigação não são transmitidos de maneira pronta e acabada. A formação desses conceitos e as ações mentais inerentes a eles é a via para o desenvolvimento do pensamento teórico, e não o conceito em si (GALPERIN, 2001).

Na perspectiva do materialismo histórico dialético, o mundo empírico não revela a concretude do objeto, pois o fenômeno observado na sua forma externa não explicita sua essência. Por isso, o conhecimento científico pode ser empírico, uma vez que, se ele for organizado na lógica formal, sua generalização se dará a partir de classificações, comparações, diferenças e semelhanças entre os fenômenos e que não desvela sua gênese. Vygotsky (2007) defendeu a explicação do fenômeno (análise genotípica) em detrimento da descrição do objeto (análise fenotípica). A primeira tem como base, na sua explicação, a origem e o desenvolvimento do objeto, enquanto a análise fenomenológica na forma externa do fenômeno.

Para apropriação de conceitos e de ações mentais em sua gênese, por parte dos escolares, propõe-se o ensino pela problematização, ou melhor, a resolução de problemas, na perspectiva histórico-cultural. Nessa teoria o ensino é para o desenvolvimento. De acordo com Sforzi (2019), este ensino deve se orientar a partir das funções psicológicas superiores já maduras em busca de neoformações psíquicas do sujeito, o próximo desenvolvimento. Para esta autora este é um dos princípios do ensino desenvolvente. Sforzi (2019), destaca o princípio do caráter ativo da aprendizagem com base na elaboração de problemas por parte do professor.

Nesta proposta, as ações para a solução do problema são realizadas pelos estudantes na coletividade, assim, o processo de interiorização/aprendizagem é constituído na transformação da atividade social para a individual. Nesse movimento, mediado pela atividade de ensino e atividade de aprendizagem, Leontiev afirma que a consciência individual vai se formando, há unidade entre atividade externa (signo, conhecimento, tarefa) externa e atividade mental do sujeito. Pela atividade, o estudante se apropria dos sistemas de significações sociais dos objetos constituídos historicamente. Ao transformarem-se em consciência individual/pessoal, o significado social dependerá dos sentidos que o sujeito atribui.

Os elementos que compõem a estrutura da atividade de estudo (ensino e aprendizagem) devem ser inerentes ao problema contido na tarefa de estudo. O problema deve propor contradições, conflitos, contrastes entre aquilo que o estudante não é capaz de fazer sozinho, mas que necessita de ações do outro para ajudá-lo. Para Saviani (2000), o problema não é uma questão qualquer, como se fosse apenas uma situação desconhecida, mas algo que necessita ser conhecida. “Trata-se de uma necessidade que se impõe objetivamente e é assumida subjetivamente” (SAVIANI, 2000, p. 16). Por exemplo, no experimento didático formativo, que busca compreender as relações entre a didática e o desenvolvimento do intelecto do estudante, desenvolvido nesta pesquisa, elaboramos o seguinte problema: Por que, ao girar a hélice do aparato construído no filme, “O menino que descobriu o vento”, faz a bomba d’água funcionar? Trata-se de um problema imposto pela prática social compreender o fenômeno da energia na sua totalidade, envolvendo aspectos sociais, econômicos, políticos e ambientais.

É pela contradição que o pensamento se desenvolve, cria novas formações ou mudanças no desenvolvimento do pensamento do sujeito. Assim,

[...] quando você apresenta um problema ao estudante que desconhece sua solução e as possibilidades intelectuais para resolver a contradição [...] eles se deparam com o incompreensível [...]. Nessa situação [...] se orientam para realizar uma ação, portanto a contradição que se dá no plano mental devido a situação problema conduz a sua assimilação. Este caráter de impulsionar a busca ativa do conhecimento pelo aluno, instigado pelas situações problema, é considerado [...] fundamental para a estrutura de um processo de ensino-

aprendizagem [obutchénie]. (FEROLA, 2016, p. 24-25, acréscimo da autora. Apud LONGAREZI, 2017, p. 219).

A resolução de situações-problema pode ser uma das fontes principais de motivação do estudante quando seu intelecto é desafiado: “[...] é para problematizá-lo que o professor deve apreender o conhecimento já construído pelo aluno; para aguçar as contradições e localizar as limitações desse conhecimento que já possui [...]”. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2007, p. 199). Mas não é qualquer tipo de problema.

Para Rubtsov (2003, p. 131), há uma distinção entre dois tipos de problemas nos processos de aprendizagem, “a resolução de um problema de aprendizagem e a de um problema concreto e prático”. Esse último, de acordo com Rubtsov (2003), é estruturado a partir de uma ocorrência particular, específica e, com isso, o modo de ação mental também é restrita. Por exemplo, a resolução de lista de exercícios utilizando sempre os mesmos procedimentos e ações mentais pode não levar à formação de novas funções psicológicas superiores do estudante.

No problema de aprendizagem, conforme Rubtsov (2003), o estudante se apropria de uma ação geral, que se torna base das ações para situações singulares, busca a gênese do problema, do conceito, uma ação mental. É a partir dessa relação geral/universal que ocorre o processo da generalização teórica-científica, por meio da abstração (análise – síntese) do que é nuclear sobre aquele objeto. Por exemplo, ao perguntar por que o limão cai perpendicularmente ao solo, uma situação singular, ela é explicada pela lei geral, a gravitação universal. Essa apreensão não se dá de forma aparente, sensitiva, é necessário desvelar o núcleo do conceito. Tal lei não explica apenas a situação descrita, mas um conjunto de fenômenos.

Portanto, esta pesquisa buscou compreender as contribuições das teorias mencionadas para o processo de ensino, aprendizagem e desenvolvimento das capacidades humanas. Não é memorizar, é se apropriar o modo de compreender e intervir na realidade.

### **2.3 A didática desenvolvimental proposta por Davídov estruturada a partir da psicologia Histórico-cultural e da teoria da atividade**

Na teoria da didática desenvolvimental, assentada no materialismo histórico dialético, na psicologia histórico-cultural e também na teoria da atividade, ocupa-se da organização adequada da atividade de ensino-aprendizagem-desenvolvimento do estudante. A didática desenvolvimental tem o ensino como seu objeto, a aprendizagem como condição e o desenvolvimento do pensamento teórico e da personalidade integral do sujeito como seu objetivo (PUENTES; LONGAREZI, 2013).

Para Davídov, a organização do ensino, por meio do conhecimento científico, deve possibilitar o desenvolvimento de um tipo específico de pensamento, o teórico. Pensar teoricamente, de acordo com Davídov (1988), é desenvolver as ações mentais (identificar, analisar, abstrair, generalizar, planejar, deduzir, estabelecer relações, sintetizar, entre outras) intrínsecas ao conceito, ao conteúdo da matéria ensinada. O pensamento teórico, diferentemente do pensamento empírico, tem como fundamento a lógica dialética e a unidade conteúdo-forma do conhecimento científico como o estudo do lógico-histórico dos conceitos (LONGAREZZI; SOUSA, 2018). Para Davídov (1988), o desenvolvimento do pensamento teórico tem como base fundamental o conhecimento teórico científico, que se estrutura para além da sua aparência, da sua forma externa e caminha para a sua gênese. Ademais, esse movimento se dá pela relação objetiva do geral para o particular, do universal para o singular e faz o movimento de volta. É importante ressaltar que o objeto teórico-científico não se revela de forma isolada de uma dada classe e sim nas inter-relações dentro de um sistema de conceitos (FREITAS, 2016).

O pensar teoricamente supera a lógica formal do ensino tradicional, que desenvolve o pensamento empírico. A organização do pensamento, nessa perspectiva, a partir da atividade de ensino, segue o esquema: percepção – representação - conceito. Esse tipo de ensino atenta-se apenas aos aspectos externos do objeto, a relação do sujeito com o fenômeno investigado é imediata e se realiza pela percepção e observação (DAVÍDOV, 1988). É importante destacar que o ensino dos conhecimentos escolares, fundamentado na lógica dialética, é a gênese para o desenvolvimento do pensamento teórico (DAVÍDOV, 1982). De acordo com Freitas e Rosa (2012), uma aula organizada e intencional sobre a importância de uma alimentação saudável, na acepção da lógica dialética, revela o percurso do desenvolvimento do pensamento teórico científico,

[...] uma criança chega à sua casa, olha para a refeição preparada por sua família, percebe que ali há (ou não) alimentos que são bons para a saúde e até mesmo compartilha o que vivenciou na escola com as pessoas que estão ao redor da mesa. Esse é o caminho que a boa aprendizagem percorre: do abstrato (o conceito interiorizado pela comunicação compartilhada na escola) para o concreto (a percepção, relação e aplicação dos conceitos com a vida). Quando percebe um conceito e faz relações e aplicações deste com as diversas atividades que vivencia, como no exemplo acima citado, [...], ela está pensando por conceitos, pensando teoricamente. (FREITAS, ROSA, 2012, p. 78)

Para Davídov (1988), o desenvolvimento do pensamento teórico tem como base fundamental o conhecimento teórico-científico que se estrutura para além da sua aparência, da sua forma externa e caminha para a sua gênese. Na teoria do ensino desenvolvimental, o

pensamento teórico se caracteriza como o método da ascensão do abstrato para o concreto pensado. Inicia-se pelo objeto empírico, dado pela sua forma externa, caminha para as análises e sínteses, ainda que provisória, sobre a gênese do objeto pesquisado, que, na organização do ensino, se refere ao conteúdo do conceito. Nessa dinâmica, pelo processo da abstração substantiva, na qual desvela as conexões internas do objeto de determinado sistema integral estudado e da essência do objeto na sua origem lógica-histórica se faz a determinação do singular e do universal do objeto (DAVÍDOV, 1988). Para Davídov (1988, p. 143, tradução nossa) “As propriedades da abstração podem ser resumidamente definidas assim: é a conexão historicamente simples, contraditória e essencial do concreto reproduzido”. A abstração substantiva busca desvelar a gênese do conceito em estudo, mediados por signos/instrumentos. No movimento das ações mentais, como processo único da ascensão do pensamento, a generalização substantiva desvela a inter-relação dos fenômenos singulares com a base geral do objeto. De acordo com Davídov (1988, p. 152, tradução nossa), “Fazer uma generalização substantiva significa descobrir certa sujeição à lei, uma inter-relação necessária dos fenômenos particulares e singulares com a base geral de certa totalidade, descobrir a lei de formação da unidade interna deste”. Esse é o movimento do pensamento teórico-científico.

É importante ressaltar que o objeto teórico científico não se revela de forma isolada de uma dada classe e sim nas inter-relações dentro de um sistema de conceitos. Por exemplo, para desenvolver o conceito de energia nessa perspectiva, a sua gênese, o princípio da conservação da energia deve estar vinculado, na organização do ensino, com outros conceitos dentro de um sistema que o constitui, por exemplo: interação (força), variação, movimento, sistema (conjunto de objetos) e a configuração da energia.

De acordo com Pozo e Crespo (2009), a falta da apreensão desses conceitos e das suas inter-relações é uma das dificuldades para apropriação dos fenômenos envolvendo o conceito de energia. De outra forma, conforme Davídov (1988), o pensamento empírico tem a sua formação estruturada nos saberes limitados aos dados sensoriais (conceitos empíricos e cotidianos). Nessa lógica, os processos mentais são instrumentos simbólicos ou ferramentas do pensamento, para fazer generalizações a situações singulares. O conhecimento teórico-científico não é apenas apreensão do objeto em si, mas internalizar o fenômeno na sua totalidade, as determinações que o constituem e nas suas relações com outros objetos. Para tanto, propor situações-problemas é um caminho para desencadear o ensino que desenvolve, nessa perspectiva, Freitas (2012, p. 415) explica:

O ensino desenvolvimental propicia uma [...] abordagem do ensino por problemas que busca privilegiar a conexão entre o processo de investigação

de um conteúdo com o processo de sua aquisição como um conceito, um procedimento mental, uma nova habilidade mental. No ensino desenvolvimental, a busca da solução do problema visa à criação de novas estruturas e procedimentos mentais pelo aluno (e vice-versa). Tanto é importante o processo de aprender como o resultado da aprendizagem do aluno, evidenciado nas mudanças em sua personalidade.

A atividade de ensino deve ser organizada por meio de tarefas de estudo, que na perspectiva do ensino desenvolvimental, estabelece o caráter de unidade dialética entre o professor, estudante e objeto de conhecimento. Deve-se criar condições para resolver uma necessidade do escolar a partir das suas ações de aprendizagem organizadas pelo professor. Ao organizar a tarefa de estudo, com a intenção de revelar a gênese do objeto, o professor deve articular o conhecimento da ciência a ser ensinada com o conhecimento pedagógico. Conforme Libâneo (2016), nesta articulação são necessárias a análise do conteúdo (identificar o princípio geral, o nuclear, a gênese do objeto de conhecimento, sua origem, sua necessidade, seu desenvolvimento e as ações mentais presentes no conteúdo); a análise dos motivos dos estudantes (o conteúdo deve coincidir com o motivo de aprendizagem do escolar, devido a uma necessidade oriunda de uma situação-problema, deve conhecer o estudante, suas características individuais e culturais) e, finalmente, a articulação do conteúdo com as práticas socioculturais dos estudantes (articular o conteúdo teórico/científico com o conhecimento local, vivenciado pelos (as) escolares).

A organização da atividade de ensino, mediação didática do professor, tem a intenção de estabelecer a atividade de estudo do escolar para apropriação dos conhecimentos historicamente acumulados pelas gerações antecessoras, marcados por aspectos culturais e sociais. Assim, de acordo com Davídov (1988), o professor deve estruturar o caminho da aprendizagem e desenvolvimento psíquico do estudante a partir de tarefas por meio da resolução de problemas e perguntas. Para isso, Davídov (1988, p. 181) organiza 6 (seis) ações de estudo nas quais o professor deve planejar:

Repetidas vezes afirmamos que a tarefa de estudo é resolvida pelos escolares mediante o cumprimento de determinadas ações, que passamos a enumerar:

- Transformação dos dados da tarefa a fim de pôr em evidência a relação universal do objeto estudado;
- Modelação da relação diferenciada em forma objetual, gráfica ou por meio de letras;
- Transformação do modelo da relação para estudar suas propriedades em “forma pura”;
- Construção do sistema de tarefas particulares que podem ser resolvidas por um procedimento geral;

- Controle sobre o cumprimento das ações anteriores;
- Avaliação da assimilação do procedimento geral como resultado da solução da tarefa de estudo dada.

Essas ações são constituídas de objetivos de aprendizagem, conteúdos, operações, avaliação e ações mentais, que compõem, o caminho metodológico na organização do ensino. Ademais, sua finalidade é atender às características individuais e socioculturais dos estudantes em relação às aprendizagens. É importante destacar que, nesta proposta busca-se o desenvolvimento do conhecimento teórico-científico pelos escolares. Então a premissa desse estudo é apreender a gênese, a origem, o desenvolvimento, as condições do surgimento do conceito em discussão e os métodos e procedimentos que levaram à sua construção.

O sistema de ações de estudo proposto por Davídov é o processo de mediação cognitiva na apropriação, por parte do estudante, do objeto de investigação. As ações têm o caráter da atividade, uma inter-relação do sujeito que aprende com o objeto investigado e mediada pelas ações mentais que constituem a atividade.

A tarefa de estudo e o sistema de ações propostas por Davídov é pensada com base na psicologia histórico-cultural e na teoria da atividade e, logo, é fundamental relacionar alguns princípios que essa teoria traz para desenvolver algumas ações do docente. Para corroborar com essa proposta, Sforini (2015), com base em pesquisas, dissertações e teses, apresenta, conforme o quadro 1, tais princípios e ações, a saber: princípio que desenvolve; princípio do caráter ativo da aprendizagem; princípio do caráter consciente; princípio da unidade entre o plano material (materializado) e o verbal; princípio mediado pelo conceito.

**Quadro 1 – Princípios e ações docentes**

PRINCÍPIOS DIDÁTICOS	AÇÕES DOCENTES
1. Princípio do ensino que desenvolve	a) Avaliação do nível de desenvolvimento atual e previsão do nível de desenvolvimento esperado b) Uso de atividades com os conceitos que mobilizam as Funções Psíquicas Superiores c) Criação de situações em que os estudantes expressem verbalmente o que e como estão pensando (como estão atuando mentalmente com os conceitos)
2. Princípio do caráter ativo da aprendizagem	a) Elaboração de situações problema que permitam inserir o estudante no horizonte investigativo que deu origem ao conceito b) Previsão de momentos em que os alunos dialoguem entre si, elaborem sínteses coletivas, mesmo que provisórias c) Orientação do processo de elaboração de sínteses conceituais pelos estudantes
3. Princípio do caráter consciente da atividade	a) Elaboração de atividades que tenham potencial para promover o modo de ação geral com o conceito b) Previsão de ações mentais para que o conteúdo central da atividade seja o foco da consciência dos estudantes c) Atenção para as explicitações verbais dos estudantes, as quais sinalizam se eles estão estabelecendo relação entre o particular e o geral
4. Princípio da unidade entre o plano material (ou materializado) e o verbal:	a) Organização de atividades que coloquem em interação o plano material ou materializado (ilustrativo) e a linguagem verbal (oral e escrita) b) Uso de textos científicos e clássicos da respectiva área de conhecimento
5. Princípio da ação mediada pelo conceito:	a) Análise da gênese do conceito no seu aspecto lógico-histórico para buscar o que é nuclear no conceito b) Elaboração de problemas desencadeadores, cuja solução exige do aluno a mediação do conceito c) Inclusão de novos problemas de aprendizagem ao final do processo de estudo para analisar se os alunos operam mentalmente com o conceito

Fonte: Sforni (2015, p. 393)

Portanto, a educação escolar, em especial o ensino das Ciências Naturais, deve ensinar aos escolares, por meio da apropriação dos conteúdos, habilidades para aprender a pensar, fazer a leitura do seu mundo, interpretá-lo, compreender e solucionar problemas, nos embates da vida social e cotidiana, na relação com os outros e consigo mesmo. Extrair de cada conteúdo a forma humana de agir e os processos investigativos pelos quais se deu a constituição do conhecimento. Isto é, os conteúdos são os meios para apropriação das capacidades humanas.

#### **2.4 O movimento lógico histórico sobre o conceito energia para o ensino de Ciências Naturais.**

Nesta secção será abordado, ainda que brevemente, o movimento lógico histórico do conteúdo energia, para compreender a sua origem, o seu desenvolvimento e, portanto, sua

gênese. Esse movimento, com o foco no processo didático, tem a finalidade de apreender a totalidade do conhecimento pesquisado e suas múltiplas determinações que o constituem.

Na unidade, lógico histórico, não é possível pensar no conteúdo descolado dos aspectos sociais e culturais inerentes ao desenvolvimento do conhecimento. Assim,

O “lógico”, que progressivamente se vai formando no processo de evolução histórica do conhecimento, é também o comum que se relaciona tanto a evolução histórica do conhecimento como o processo do estudo entre si. E é aí que se assenta a sua unidade. Na evolução histórica do conhecimento percorreu-se um determinado caminho para elaborar este “lógico”, cujo caminho reflecte [sic] a lógica do objecto [sic] de acordo com as condições concretas da evolução histórica (Rubinstein, 1973, p. 135).

Segundo Kopnin (1978), no estudo da história do desenvolvimento do objeto, apreendem-se elementos fundamentais imprescindíveis na constituição da sua essência. Deste modo, a história do desenvolvimento do objeto organiza a teoria do conhecimento. O lógico, por sua vez, se expressa na “[...] essência do objeto e da história do seu desenvolvimento no sistema de abstrações” (KOPNIN, 1978, p. 183), é a apropriação do objeto na sua historicidade pelo pensamento humano.

No processo educativo não se trata de reproduzir o trajeto do desenvolvimento histórico do conteúdo, mas apropriar o nuclear do objeto a partir de seu movimento lógico histórico. O ponto de partida do professor é analisar o conteúdo, isto é, revelar a gênese do objeto pelo movimento lógico histórico do objeto, os métodos e procedimentos de investigação que levaram à constituição da ciência a ser ensinada, com a finalidade de identificar as ações mentais inerentes ao conceito. Trata-se da ascensão do abstrato ao concreto pensado.

Etimologicamente, a palavra grega *ενεργεια* (*energeia*) deu origem à sua forma latina energia. Porém, esse termo, de acordo com Lindsay e Valente (1975, 1993 apud GOMES, 2015), ao ser introduzido por Aristóteles na *Metafísica*, assume um significado muito diferente do que o atribuímos atualmente. Por exemplo, ao modicar o mármore para uma estátua pelas mãos do escultor, o escultor descarta parte da pedra para dar forma a alguma coisa (GOMES, 2015). Neste sentido, de acordo com Gomes (2015), a matéria (mármore) e a forma (energia) são inseparáveis, ou seja, a matéria é potencializada pela “energia” da forma. É possível observar que o termo energia está associado as situações do cotidiano, tendo em vista a dificuldade de conceituar a energia.

As primeiras ideias sobre a palavra energia enquanto conceito científico surgiu em meados do século XIX (VALENTE, 1993). De acordo Valente (1993, p. 22), que traz trechos da pesquisa feita de Delon (1988), descreve,

[...] a ideia de energia vem interferir com os domínios estético, filosófico e moral, substituindo o velho ideal do equilíbrio pelo ideal do dinamismo, [...] A língua e a literatura, a natureza, a vida humana são concebidas como outros tantos processos de transformação. A ideia de transformação começa, assim, a aparecer associada à energia.

Essas ideias aparecem em alguns filósofos materialistas e espiritualistas do século XVIII (VALENTE, 1993). Para esses filósofos a energia está presente em todos os acontecimentos do universo, em diferentes manifestações. “Para os materialistas este ‘movimento’, esta energia, de todo o universo deriva da interação, através de trocas de energia entre os corpos constituintes do universo” (VALENTE, 1993, p. 24).

Mais adiante, no início do século XIX, conforme Lindsay (1975, apud GOMES, 2015, p. 412), relata que a primeira associação da palavra energia a uma equação, para explicar um fenômeno físico, aparece em uma carta escrita por Johann Bernoulli para Pierre Varignon (1654-1722), em 1717. Ao enunciar e aplicar claramente, também de modo pioneiro, o princípio das velocidades virtuais – atualmente conhecido como princípio dos trabalhos virtuais – no equilíbrio de forças, ele introduz o termo *Energie* para se referir ao produto da força pela sua velocidade virtual – deslocamento virtual, nos dias de hoje.

Para o físico Thomas Young (GOMES, 2015), o termo energia é utilizado em substituição a “força viva”, expressão cunhada por Leibniz para o produto “ $mv^2$ ” (vis viva). De acordo com Lindsay (1975, apud. GOMES, 2015, p. 413), “[...] a verdadeira prioridade que deve ser atribuída à Young é nomear de energia o que conhecemos atualmente, a menos do fator  $\frac{1}{2}$ , por energia cinética”.

Ainda não é possível, no início do século XIX, que o conceito físico de energia não se apresente na forma da sua generalidade, isso só será possível com a ideia do princípio da conservação da energia.

A esse respeito Lindsay (1975, apud GOMES 2015, p. 414), relata que o uso das primeiras máquinas simples (alavanca, plano inclinado, roda e polia) contribuiu para a germinação dessa tomada de consciência de que algo deve se conservar nos fenômenos, pois a vantagem mecânica fornecida por elas é sempre acompanhada por uma compensação. Isso quer dizer: algo permanece constante no meio das mudanças observadas.

[...] quando se utiliza um sistema de polias para subir um objeto, aplica-se uma força menor do que o seu peso. Entretanto, a velocidade com que a corda é puxada é maior do que com a qual o objeto é alçado, o mesmo acontece com o comprimento de corda utilizado no processo. Segundo Lindsay (1975, p. 15), esse fato foi reconhecido explicitamente nos trabalhos sobre mecânica de Heron de Alexandria (10 d.c-70 d.c) – depois por muitos outros – e contém em si a raiz do conceito de energia e de sua conservação Lindsay (1975, apud. GOMES 2015, p. 414).

Outros físicos, matemáticos e filósofos como Galileu Galilei (1564-1642), René Descartes (1596-1650) e Leibniz (1646- 1716) já reforçavam a ideia, mesmo que intuitivamente, de que há alguma coisa constante no meio da mudança.

A partir de experimentos, por exemplo, com plano inclinado, proposto por Galileu, em oposição às ideias de Aristóteles acerca do movimento dos corpos, o físico italiano explica que em condições ideais (sem atrito) uma bola solta de certa altura de um plano inclinado (figura 1) atingirá a mesma altura em outro plano inclinado colocado em sua frente. Isso porque, como a altura é idêntica, o mesmo “impetus” adquirido na descida é perdido na subida. Destacamos que Galileu ainda não tinha uma ideia clara sobre o conceito de gravidade.

**Figura 1 - Plano inclinado**



Fonte: elaborada pelo autor.

Outro raciocínio de Galileu, por exemplo: ao darmos um pequeno impulso a uma bola perfeitamente redonda, polida e rígida, sem impedimentos acidentais ou externos, sobre uma superfície livre de quaisquer irregularidades, centrada na Terra e rígida, a bola continuaria perpetuamente em movimento circular uniforme, pois não se afasta e nem se aproxima do centro (GOMES, 2015).

É possível notar que, mesmo intuitivamente, o físico italiano, utiliza em seus resultados e explicações a ideia da conservação da energia mecânica.

Rene Descartes (1596-1650), filósofo e matemático, a partir de estudos sobre o movimento dos corpos, também apresenta contribuições para o desenvolvimento do princípio da conservação da energia. Para esse filósofo, depois de estudar natureza dos movimentos, era necessário conhecer a sua causa. Descartes (1975. p. 75), relata que o movimento teria duas causas distintas: “[...] a que produz geralmente todos os movimentos do mundo (universal); [...] a outra, a particular, que faz com que cada parte da matéria adquira o que antes não tinha”. O primeiro, o universal, tem sua causa explicada pela onipotência de Deus, por esse poder de Deus a origem do movimento da matéria e o repouso de suas partes. Para Descartes (1975), o movimento possui certa quantidade e que nunca aumenta e nem diminui, mas varia em suas partes, umas vezes mais e outras menos. Essa quantidade de movimento da matéria se mantém

constante. Mesmo quando uma parte da matéria duas vezes maior e que se move duas vezes mais rápido do que outra parte menor, ambas podem aumentar ou diminuir o seu movimento proporcionalmente.

A segunda causa do movimento, a particular ou secundária, diz respeito as condições das leis da Natureza, que regem os movimentos dos corpos que observamos. São elas:

A primeira é que cada coisa particular, enquanto simples e indivisa, se conserva o mais possível e nunca muda a não ser por causas externas (DESCARTES, 1997, p. 76). A segunda lei que observo na Natureza é que cada parte da matéria, considerada em si mesma, nunca tende a continuar o seu movimento em linha curva, mas sim em linha recta, embora muitas destas partes sejam muitas vezes obrigadas a desviar-se porque encontram outras no caminho [...] (DESCARTES, 1997, p. 77).; A terceira lei: se um corpo que se move encontrar outro mais forte, o seu movimento não diminui em nada; se encontrar um corpo mais fraco [que consiga mover], só perderá o movimento que lhe transmitir (DESCARTES, 1997, p. 78).

É possível perceber que as ideias de Descartes (1975) trazem elementos sobre algo que permanece constante, neste caso o movimento. Mesmo com a variação do movimento, há a conservação da sua quantidade expressa pela relação “mv” (produto entre a massa (m) e a velocidade (v)), isto quer dizer, que a força é a medida da quantidade de movimento.

Em contraposição a ideia da força como medida da quantidade de movimento, Gottfried Leibniz (1646-1716), sugere que a força não poderia ser expressa pela quantidade de movimento, mas, sim, a vis viva –  $mv^2$  que era conservada no movimento (GOMES, 2015). Leibniz enfatiza a dependência fundamental da “força viva” com “ $mv^2$ ”.

Assim, para Leibniz (1983, *apud* GOMES 2015 p. 422)

[...] a força deve ser avaliada pela quantidade do efeito que pode produzir, por exemplo, pela altura a que se pode levantar um corpo pesado de certo tamanho e espécie, o que é muito diferente da velocidade que se lhe pode imprimir. Para lhe dar o dobro da velocidade é necessário mais do dobro da força.

Leibniz também define um tipo de força quando um corpo está em repouso, como vis morta ou “força morta” (GOMES, 2015): uma pedra, por exemplo, esticada em um estilingue esperando para ser lançada. A “força viva” (vis viva), ao contrário, está associada com o movimento do corpo e, segundo Leibniz, tem uma dependência com a expressão “ $mv^2$ ”.

De acordo com Hiebert (1962, *apud* GOMES, 2015, p. 423) Leibniz desenvolve a ideia sobre a conservação da força, a origem do conceito da energia potencial:

[...] O conceito de vis foi expandido para incluir qualquer força potencial em geral, *potentia* ou *force vive absolue* como ele a chamava. Existe força potencial sempre que um objeto, por causa de sua condição, for capaz de provocar ações ou mudanças que não podem acontecer por elas mesmas, ou

seja, ações mostram a medida da força conservada, e não a quantidade de movimento. Assim, não há força (*potentia*) somente em corpos em movimento, mas também em um corpo levantado e em um corpo elástico esticado.

O princípio da conservação da energia tem uma relação estreita também com o funcionamento das máquinas térmicas. Lazare-Nicolas-Marguerite Carnot (1753-1823), de acordo com Gomes (2015), traz elementos em seus trabalhos importantes sobre o aumento da eficiência e da otimização o funcionamento das máquinas. Em seu trabalho, Carnot relaciona a conservação da força viva com o conceito de trabalho, “[...], mas também globalmente, ou seja, como um balanço sobre todo o sistema como um princípio mais geral de conservação” (OLIVEIRA, 2006, p. 207).

De acordo com Gomes (2015), o rendimento maior das máquinas era um dos objetivos dos engenheiros politécnicos franceses até então. Pois, a ideia era aproveitar toda força motriz empregada em uma máquina que produzisse o maior efeito possível. Entretanto, era conhecido que a interação entre partes da máquina gerava dissipação, isto é, perda da eficiência das máquinas.

Para os politécnicos do século XVIII, de acordo com Oliveira (2006), diminuir o atrito e os choques entre as partes da máquina significava maior quantidade de “força viva -  $mv^2$ ” conservada. Mas, nesse momento, os engenheiros politécnicos não relacionavam a perda de movimento ou do trabalho, “transformados” em calor.

A partir do final do século XVIII e por todo século XIX ocorreram significativas contribuições para a elaboração do que compreendemos hoje como princípio da conservação da energia. São momentos de investigação que envolviam: processos de conversão, o interesse pelas máquinas e a Naturphilosophie.

Bucussi (2006, p. 9) afirma que pesquisadores do início e metade do século XIX, como, por exemplo, C.F. Mohr, Willian Grove, Faraday, Liebig, “explicavam fenômenos físicos como sendo resultado da manifestação de uma única “força” que poderia aparecer sob várias formas: elétrica, térmica, dinâmica, mas nunca poderia ser criada e nem destruída”. Ainda no século XVIII alguns processos de conversão já eram conhecidos, como, geradores de eletricidade estática para produzir reações químicas, máquinas a vapor ou acionadas por água, era visível que a força latente no combustível ou na queda da água eram convertidas em força mecânica capaz de erguer peso (GOMES, 2015). O italiano Alessandro Volta (1745-1827), com a construção da pilha, que tem o processo de conversão química→elétrica, contribuiu para a relação entre as forças de afinidade química para corrente elétrica. Além disso, era sabido que a corrente elétrica convertia também para “calor” e luz. Outras conversões também foram

importantes para estabelecer a relação de conversão entre as forças (energia): 1768 Watt (1736-1819) térmica→cinética (máquina térmica); 1820 Oersted (1777-1851) elétrica→magnética (eletroímã); 1821 Seebeck (1770-1831) térmica→elétrica (termopar); 1831 Faraday (1791-1867) magnética→elétrica (indução eletromagnética); 1840 Joule (1818-1889) elétrica→térmica (efeito joule).

Nesse momento histórico, com a conversão universal dos poderes naturais (luz, calor, magnetismo, eletricidade) ainda faltava compreender como a conservação do poder era estabelecido.

[...] Uma vez que qualquer poder é capaz de produzir qualquer outro *e ser por ele produzido*, a igualdade entre causas e efeitos exige uma equivalência quantitativa uniforme entre cada um dos pares de poderes. [...]. Em todas as suas manifestações e conversões, o poder tem de ser conservado. Essa compreensão não ocorreu nem de uma vez, nem a todos, nem com perfeito rigor lógico, mas ocorreu (KUHN, 2011 *apud* GOMES, 2015 p. 432).

Os processos de conversão desempenharam um papel importante para a consolidação sobre o princípio da conservação da energia. Em conexão com os processos de conversão, o interesse pelo rendimento das máquinas térmicas e também dos motores elétricos, colocaria a discussão sobre o conceito de trabalho, a partir do produto da força pelo seu deslocamento.

“A conservação da vis viva foi importante para a derivação, feita por Helmholtz, da conservação da energia, e um caso especial (a queda livre) do mesmo teorema dinâmico foi, por fim, de grande utilidade para Mayer. Mas estes homens também obtiveram elementos significativos de uma segunda tradição geralmente separada – a da engenharia da água, do vento e do vapor – e esta tradição é muito importante para o trabalho dos outros cinco pioneiros que produziram uma versão quantitativa da conservação da energia” (KUHN, 1977, p.120).

O terceiro fator apontado por Kuhn (1977), no processo da elaboração do princípio da conservação da energia, se refere a unificação de todos os fenômenos naturais por meio dos processos de transformação e conversão. Ficou conhecido como a Filosofia Natural ou Naturphilosophie. Em contrapartida ao Iluminismo, esse movimento filosófico e romântico alemão valorizava a intuição, a vontade humana e as inspirações metafísicas da filosofia natural (GOMES, 2015). Friedrich Wilhelm Joseph Schelling (1775-1854) é o maior expoente do movimento Naturphilosophie, para este filósofo, de acordo com Kuhn (2011, *apud* GOMES, 2015, p. 433): “[...] os fenômenos magnéticos, elétricos, químicos e até mesmo os orgânicos deveriam se entrelaçar, formando uma grande associação que se estenderia por toda a natureza, e, nessa tentativa, procurou nas ciências processos de conversão e transformação [...]”.

Esses fatores apresentados por Kuhn trazem elementos que sustentam, ainda que, em algumas situações apresentadas até o momento sejam empíricas, ou seja, denota que o

pensamento científico seja influenciado por questões subjetivas, crenças, e concepções que podem levar a formulações teóricas que influenciam diretamente a maneira como se observa os fenômenos naturais e tecnológicos.

A essa altura dos acontecimentos históricos científicos, isto é, na segunda metade do século XIX, alguns autores estudiosos, experientialistas, físicos e engenheiros se debruçavam sobre a compreensão do conceito energia e o seu princípio da conservação. De acordo com Gomes (2015), cientistas, como, por exemplo, Julius Robert von Mayer (1814-1878), James Prescott Joule (1818-1889) e o físico William Thomson (1824 – 1907) conhecido também como Lord Kelvin, deixaram importantes contribuições das primeiras formulações corretas e modernas do princípio da conservação da energia e, conseqüentemente, do conceito físico sobre energia.

O médico e físico Mayer, também defendia a ideia de que a energia ou “vis viva” poderia ser conservada, mas também como um caso particular de uma lei geral de indestrutibilidade das “forças” (GOMES, 2015). De acordo com Kuhn (1977), os trabalhos de Mayer explicam, por exemplo, que a força não pode ser aniquilada, mas pode mudar de forma. Para esse físico “forças” era a causa das mudanças observadas, isto quer dizer, não há mudanças sem a existência de uma causa. Importante destacar que a ideia de força defendida por Mayer, não são as mesmas pensadas por Newton, Leibniz ou Descartes. Pois, nesse período o termo energia ainda não estava consolidado entre os pesquisadores. Talvez, de acordo com Martins (1984), esse termo deveria estar associado a algo que estava para acontecer, Mayer ainda não detinha a terminologia do conceito energia.

Além disso, o físico conseguiu calcular o equivalente mecânico do calor, a partir da diferença entre os calores específicos de gases a pressão e volume constantes, dentro da nova teoria termodinâmica. Com isso, Mayer explica que a expansão de um gás está relacionada com o calor e o efeito mecânico produzido. Mas, foi sobre um fenômeno biológico, a cor do sangue nos países quentes, que Mayer elaborou a construção do princípio da conservação da energia (GOMES, 2015). Ao investigar a diferença entre as cores de sangue de europeus que viviam a noroeste de Java com os habitantes da Europa, devido a uma infecção nos pulmões dos marinheiros, Mayer, de acordo com Martins (1984, p. 64) explica:

[...] a diferença entre a cor do sangue arterial e venoso seria devida à diferença entre seus conteúdos de oxigênio e gás carbônico. [...] portanto a produção de calor e o processo de oxidação, assim como a diferença de cor dos dois tipos de sangue, devem ser globalmente menores nas zonas tórridas do que em regiões temperadas.

Já era de conhecimento de Mayer que a fonte de calor animal era derivada dos alimentos absorvidos pelo organismo e também pelo atrito entre os seus órgãos, e isso era válido para qualquer processo da natureza. Assim, segundo Martins (1984, p. 66), “Mayer conclui que o calor produzido através de uma ação mecânica qualquer é proporcional ao trabalho empregado”. Portanto, Mayer considera que alguma coisa deve conservar nas transformações físicas. “Ele justifica essa ideia a partir de princípios metafísicos de que “nada pode surgir do nada”, “nenhuma coisa pode se transformar do nada” e “a causa é igual ao seu efeito” (MARTINS, 1984, p. 67).

Outro aspecto citado por Gomes (2015) é o conceito físico de energia e de seu princípio da conservação, que tem uma relação estreita com o desenvolvimento do conceito de calor, mais especificamente com a dinâmica do calor.

O primeiro trabalho de James Prescott Joule (1818-1889), de acordo com Martins (1984), data de 1843 e que estuda a relação do calor gerado nos fenômenos eletromagnéticos.

A partir dos trabalhos de Joule sobre o rendimento de motores elétricos, esse cientista mostrou que ao estabelecer a corrente elétrica em um condutor, existe um "efeito" chamado “calorífico”, um aumento da temperatura, produzido pela passagem da corrente em um fio, o que é conhecido hoje em dia por “efeito Joule”. Assim, Joule conclui que o calor não era transportado de um lugar para outro, e sim criado pela passagem da corrente elétrica, em oposição a teoria do calórico (GOMES, 2015). Isso implicou na concepção moderna do conceito de calor como um processo da variação da energia (GOMES, 2012). Assim, esse fenômeno elétrico se refere a variação da energia elétrica, por meio da interação eletromagnética, para uma nova configuração da energia. Essas variações existentes entre as diferentes “formas” de energia ocorrerão, justamente, por meio de alterações das formas de interação. Durante estas variações vale o “Princípio de Conservação da Energia” (1ª Lei da Termodinâmica).

Joule investigou, com mais precisão que Mayer, o equivalente mecânico do calor, partindo tanto de experimentos de eletricidade quanto de queda de pesos que movimentam pás imersas na água. De acordo com Gomes (2015), Joule também considerava a conservação da “vis viva” ou “força viva”, porém a dissipação da “vis viva pelo atrito, durante o funcionamento de uma máquina elétrica, por exemplo, traz à tona a diferença entre ele e Leibniz.

Diferentemente de Joule, que defendia a conversão do calor em trabalho em uma máquina térmica, mas que defendia algumas de suas ideias, Thomson não acreditava nesta conversão. Pois, Kelvin ainda era adepto da teoria do calórico e sobre as explicações de Sadi Carnot no funcionamento das máquinas térmicas (GOMES, 2015). Para aceitar a conversão de

calor em efeito mecânico, Kelvin necessitava compreender o que ocorria com a dissipação do calor nos fenômenos térmicos. Para tanto, Kelvin se rende a teoria do mecânico do calor. Isto quer dizer, que a dissipação do calor poderia ser uma situação de “transformação” da energia em processos irreversíveis (GOMES, 2015).

O conceito de energia que foi se consolidando a partir do fim da década de 1840, finalmente pôde servir como elemento de ligação entre a mecânica e a termodinâmica.

Ao analisar os aspectos lógico e histórico do conceito energia a partir do levantamento bibliográfico, autores como Bucussi (2006), Doménech (*et al.*, 2003), Fontes (2021), Gomes (2015), Morais e Guerra (2013), Pozo e Crespo (2009) apontam que o conceito de energia e o princípio da sua conservação é algo complexo, por se tratar de um conceito não tangível e abstrato. Além disso, os conhecimentos do cotidiano da ampla maioria dos estudantes sobre esse assunto é também um aspecto que dificulta a compreensão sobre esse conhecimento, principalmente quando a energia é pensada como algo material, substancial.

Para os autores mencionados é possível pensar que na apropriação do conceito energia e a sua conservação passa pela apreensão dos conceitos que orbitam a gênese desse conteúdo. Conceitos como, por exemplo, variação, interação (força), sistemas, configuração, movimento, são fundamentais para apreender a gênese do conceito energia, o princípio da conservação da energia.

Segundo Fontes (2021, p. 1070) o “ensino desenvolvimental sugere que necessitamos analisar a estrutura teórica (relações essenciais) por trás desses conteúdos”. Tais relações essenciais se referem ao sistema de conceitos que estão inter-relacionados com a gênese do conteúdo. Para Freitas (2016), ao analisarmos um conceito, devemos considerar que ele pertence a um sistema de conceitos e nunca isoladamente.

Para Doménech (*et al.*, 2003) o ensino do conceito de energia deve propor a apreensão da ideia de configuração (cinética, eólica, elétrica, etc.) e suas variações devidas às diferentes formas de interação com a matéria. Isso evita conceber a energia como algo que possui formas e, com isso, reforçar uma concepção de energia como algo material "que muda de forma". Ainda de acordo com esse autor, o conceito de energia deve estar associado à configuração de um sistema e às interações que essa configuração permite. Com isso, não faz sentido em falar que a energia está em um corpo isolado e sim em um sistema de objetos. Também não é possível determinar a energia absoluta de um sistema e sim as variações que ele permite. Na concepção da didática desenvolvimental, isso se constitui o modo generalizado da ação, ou seja, o domínio dos conceitos científicos e a formação das habilidades práticas.

Outra ideia apontada no decurso desta investigação e que consideramos importante no processo de apropriação sobre a gênese do conteúdo energia se refere, de acordo como Gomes (2015, p. 407) “o fato do desenvolvimento do conceito físico de energia estar intimamente relacionado com o desenvolvimento do princípio de que há uma “constância no meio de mudança”. Isso quer dizer que o processo da variação da energia tem uma íntima relação com o princípio da conservação da energia.

É importante destacar que o ensino sobre o conceito de energia, seu processo de conservação, principalmente a geração da energia elétrica, deve ser analisado e pensado na relação que estabelece com a natureza (DOMÉNECH *et al.*,2003). Pois a geração da energia elétrica, por exemplo, a partir das usinas hidroelétricas, implica impactos sociais, ambientais, políticos e econômicos.

Por fim, salientamos que a revelação da gênese do conceito de energia mostra a necessidade de incorporar um sistema de conceitos na organização do ensino. Dessa maneira, podemos dizer que há elementos dos autores supracitados que dialogam com a perspectiva das teorias abordadas nesta pesquisa.

### **3 ASPECTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS: O EXPERIMENTO DIDÁTICO FORMATIVO, SUJEITOS E LOCAL DA PESQUISA**

Neste capítulo são apresentadas as bases do percurso da investigação, a relação do sujeito com o objeto, o modo de interagir entre o investigador e o fenômeno em análise. É o momento da observação, do contato mais estreito e direto da relação do sujeito que pesquisa com o seu objeto. São apresentados o contexto da pesquisa, o desenvolvimento do experimento didático formativo e os sujeitos participantes que fazem parte da investigação.

No levantamento de dados, foram utilizados os instrumentos: gravação de áudio e vídeo, produção dos estudantes na realização das tarefas de estudo, caderno de registros do regente/pesquisador e questionários, com a finalidade de apreender “[...] a essência do objeto de estudo, capturar sua lógica interna de funcionamento que corresponde à estrutura e à dinâmica essencial (MARTINS, 2018, p. 226).

#### **3.1 O local, os sujeitos da pesquisa e os instrumentos de coleta de dados**

Esta pesquisa, de cunho qualitativo, tem como sujeitos-participantes, regente/pesquisador da turma e os estudantes do 8º ano dos anos finais do Ensino Fundamental da Escola Estadual Militarizada Tiradentes CB PM Vanilson Silva Carvalho, no município de Barra do Garças – MT. O município, segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) para 2021, possui cerca de 60.000 habitantes. A cidade de Barra do Garças-MT faz divisa, por meio do rio Araguaia, com a cidade de Aragarças, estado de Goiás e também com outro município do estado de Mato Grosso pelo rio Garça-MT, Pontal do Araguaia, com isso, diversificam-se os locais de origem dos estudantes da pesquisa. Por ser uma escola militarizada, 40% das vagas são destinadas aos filhos de militares e 60%, por meio de um processo seletivo envolvendo 20 questões de matemática e 20 questões de Língua Portuguesa. Na escola é ofertado os anos finais de Ensino Fundamental, período matutino e vespertino, com, aproximadamente, 500 estudantes matriculados em 2022.

O trabalho de investigação foi realizado com 28 estudantes, a turma composta por 20 meninos e 8 meninas, na faixa etária entre 13 e 14 anos. Esse período etário é uma fase de desenvolvimento humano de transição entre infância e a fase adulta, que não é definido apenas pela faixa etária, mas pela unidade dos aspectos biológicos e sociais. Ao mesmo tempo, é o período da maturação sexual e social da personalidade (FRANCO; SOUZA; FEROLA, 2019). Para essas autoras, nessa etapa,

[...] as mudanças antropométricas (estrutura corporal e peso), fisiológicas (irritabilidade, hipersensibilidade, transtornos do sono), endócrinas (intensa atividade do hipotálamo, da hipófise, glândulas suprarrenais, gonadotrópicas ovários e testículos), do adolescente repercutem intensamente em seu psicológico, sentimentos, afetos, desejos, emoções, vontades, na percepção de si mesmos, dos outros, do mundo e que impactam tanto a sua autoestima quanto os comportamentos.(GARCIA, 2006 *apud* FRANCO; SOUZA; FEROLA, 2019, p. 479) .

Esse momento é caracterizado pela atividade principal de comunicação íntima pessoal, é a comunicação entre as pessoas da mesma idade, traçando uma situação em que os adolescentes se articulam por meio de vínculos de amizade e formação de grupos fechados, cujo conteúdo é a troca de conhecimentos e experiências sobre a vida. São diálogos que tratam sobre os aspectos gerais da vida, as relações entre as pessoas, o próprio futuro, em síntese, o sentido da própria existência (DRAGUNOVA, 1985). De acordo com Facci (2004), nessa fase denominada de adolescência, a interação entre os sujeitos é mediatizada por determinadas normas morais e éticas de grupo. A atividade principal para os jovens continua sendo o estudo, pelo domínio da estrutura geral da atividade de estudo, a formação de seu caráter voluntário, a tomada de consciência das particularidades individuais de trabalho e a utilização desta atividade como meio para organizar as interações sociais com os companheiros de estudo. Para Leontiev,

A atividade principal é então a atividade cujo desenvolvimento governa as mudanças mais importantes nos processos psíquicos e nos traços psicológicos da personalidade da criança, em um certo-estágio de seu desenvolvimento (LEONTIEV, 2001, p. 65).

Por isso, enfatizamos, no desenvolvimento do experimento didático formativo, o modo de organizar o ensino, os conteúdos e as estratégias que potencialize as relações entre os sujeitos, as atividades coletivas, o desenvolvimento de novas atitudes, interesses e motivos dos adolescentes diante das ciências e sua relação com o mundo.

Diante do rigor e da ética da pesquisa científica, os estudantes que participaram não serão identificados por seus nomes, utilizando-se apenas a denominação E (estudante), seguida de um número atribuído a cada escolar a partir do critério da ordem de entrevistas que precederam as aulas do experimento didático formativo. Esta investigação não foi submetida ao comitê de ética, mas todos os participantes (estudantes e responsáveis) assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE.

Cabe destacar que aspectos socioculturais dos estudantes, identificados na pesquisa, como, renda familiar, a profissão e a instrução dos pais ou responsáveis dos estudantes, a finalidade da escola para os estudantes, a dedicação aos estudos durante a semana, a relação que eles estabelecem com o conhecimento científico dimensionam a relação com o processo de

aprendizagem e desenvolvimento. Por exemplo, mais de 70% (20 estudantes) dos estudantes compreendem que a escola é para preparar para o trabalho, para não ficar desempregado no futuro. Isso demonstra que a finalidade da educação é utilitarista e que o ensino deve estar voltado para o mundo do trabalho e se adaptar a ele. Porém, os estudantes, durante o percurso do processo da apropriação do conhecimento científico, concluíram que ao construir uma hidroelétrica há impactos negativos tanto sociais como ambientais e, por isso, necessita de outras formas de produção e geração de eletricidade.

Outro achado da pesquisa mostra que cerca de 80% (22 estudantes) dos estudantes não tem a prática de estudar em casa ou em outro ambiente diferente da escola, mesmo com tarefas de estudo a fazer. Além disso, é possível inferir, ainda que provisoriamente, que o fato de 50% dos pais e responsáveis possuírem curso superior em diversas áreas de conhecimento, não tem impacto significativo na extensão do tempo, por parte do estudante, ao acesso do conhecimento científico.

A pesquisa também identificou que a renda familiar dos estudantes, acima de três salários mínimos (R\$ 1212, 00), demonstra uma vinculação entre as dificuldades de aprendizagem com o poder aquisitivo dos estudantes.

De mais a mais, é importante destacar que o regente da turma é também o pesquisador, representado pela letra P. A formação do regente/pesquisador é em Ciências da Natureza e Matemática, com habilitação em Física. Trabalha na Secretaria Estadual de Educação de Mato Grosso desde o ano 2000, na disciplina de Física, Ensino Médio e Ciências da Natureza, nos anos finais do Ensino Fundamental.

Por se tratar de uma pesquisa de mestrado, com um período relativamente curto para o estudo e o desenvolvimento do produto educacional, em nossa avaliação consideramos que não teria tempo hábil para que outro docente se apropriasse de categorias e conceitos das teorias que sustentam esta investigação, justificando o professor regente e o pesquisador constituírem o mesmo sujeito. Destaca-se que, na escola na qual foi realizada a pesquisa os professores de Ciências da Natureza não tinham conhecimentos sobre a perspectiva teórica defendida neste trabalho.

Nesta investigação, utilizamos os seguintes instrumentos de coleta de dados: gravação de áudio e vídeo, produção dos estudantes na realização das tarefas de estudo, caderno de registros produzido pelo regente/pesquisador, durante a intervenção pedagógica.

O registro das observações foi efetivado por meio de gravações em áudio e em vídeo, com prévia autorização. O recurso à gravação em vídeo e áudio ocorreu por permitir o acesso aos episódios de ensino por várias vezes e, desse modo, ver aquilo que não foi possível observar

de imediato durante as aulas e fazer as inferências. Outro recurso importante para coleta de dados foram os registros no caderno campo do regente/pesquisador durante o desenvolvimento das tarefas de estudo por parte dos estudantes, além das produções escritas elaboradas pelos escolares.

A coleta de dados ocorreu no dia 9 de maio de 2022 até 7 de julho do mesmo ano. Esta ação teve a colaboração da coordenação pedagógica da escola, nas filmagens e gravação dos áudios. Os dados provenientes dos questionários foram agrupados e apresentados na forma de textos, buscando expressar a quantidade e a qualidade do conteúdo das respostas.

Por fim, para realizar as ações didáticas, foram necessárias 16 aulas de 55 minutos. As ações, previstas no plano de ensino, foram realizadas pelos estudantes sob a orientação do professor regente/pesquisador. A finalização das ações do experimento didático ocorreu em duas aulas de 55 minutos em que se procedeu à avaliação da aprendizagem dos estudantes. Foram apresentadas aos escolares algumas perguntas da avaliação diagnóstica que inicialmente teve o objetivo de verificar seus conhecimentos iniciais sobre o conceito de energia.

### **3.2 O experimento didático formativo: origem, conceito e peculiaridades**

Esta pesquisa se fundamentou na perspectiva epistemológica do materialismo histórico-dialético de Marx, a qual procura desvelar a essência e não a aparência do fenômeno/objeto de estudo. A compreensão da realidade parte do mundo material, da sua historicidade e suas contradições. Dentro dessa lógica,

[...] Isto significa estabelecer os aspectos essenciais do fenômeno, seu fundamento, sua realidade e possibilidades, seu conteúdo e sua forma, o que nele é singular e geral, o necessário e o contingente etc. Para atingir a realidade concreta do fenômeno, realiza-se um estudo das informações, observações, experimentos etc. A descrição, a classificação, a análise, a síntese, a busca da regularidade estatística que determina com precisão o concreto do objeto, as inferências (indutivas e dedutivas), a experimentação, a verificação das hipóteses etc. são momentos da investigação que tendem a estabelecer a realidade concreta do fenômeno. (TRIVIÑOS, 1987, p. 74)

Nesse sentido, utilizamos como parte da metodologia o experimento didático formativo, amparada no método genético experimental ou genético-causal de Vygotsky (2007). Inspirado na base materialista dialética, Vygotsky elabora uma psicologia capaz de investigar e compreender fenômenos psíquicos humanos na sua complexidade, na sua origem processual histórica vinculada nas relações sociais, resultante de processos de mediação pela atividade humana concreta.

Vygotsky se manteve coerente com o método adotado, principalmente em relação ao processo histórico da gênese dos fatos e não da descrição dos fatos. Assim,

[...] a ideia de processo é equivalente à ideia de gênese histórica do fato pesquisado. É no estudo dessa gênese que apuramos a natureza e a significação desse fato. Isso equivale a dizer que o procedimento metodológico é histórico-genético, uma vez que o processo de gênese de um fato humano constitui a história desse fato. (PINO, 2005, p. 179)

Nessa perspectiva, a investigação sobre o fenômeno/objeto - o processo de aprendizagem e desenvolvimento do sujeito - deve caminhar para a análise do processo de sua gênese histórica (genotípica), para além das suas manifestações externas (fenotípica). Isso significa dizer que a ideia fundante de Vygotsky foi compreender o caráter histórico do psiquismo humano, ou seja, ele coloca o psiquismo no tempo. Assim, para Vygotsky (2007, p. 33): “Se os processos psicológicos superiores surgem e sofrem transformações ao longo do aprendizado e do desenvolvimento, a psicologia só poderá compreendê-los completamente determinando a sua origem e traçando a sua história”.

Partindo da lógica da constituição da consciência humana pelas relações sociais mediadas pela cultura, resultante de uma necessidade que movimenta a ação humana sob determinadas condições de produção, Lev Semenovitch Vygotsky (1898-1934) e seus colaboradores, elabora o experimento formativo. Ele é considerado uma das modalidades particulares do método genético causal de estudo do desenvolvimento do psiquismo da criança (DAVIDOV; MÁRKOVA, 1987). O nuclear desse método é expresso pelo estudo dos processos da formação de novas funções psicológicas superiores a partir das funções que ainda estão em processo de maturação sob determinadas condições necessárias para que elas surjam. Este experimento é uma representação material ou mental que reflete ou reproduz o objeto de investigação, capaz de oferecer novas informações sobre o objeto pesquisado.

Além de Vygotsky, o experimento formativo foi amplamente usado na psicologia e na didática por pesquisadores como A. N. Leontiev, L. V. Zankov, A. R. Luria, P. Ya. Galperin, N. Talizina, A. Zaporózhnet, D. B. Elkonin e o próprio V. Davidov, dentre outros (DAVIDOV; MÁRKOVA, 1987, p. 326).

A partir do esboço sobre o experimento formativo, podemos inferir que Vygotsky buscava a relação entre psicologia e pedagogia e suas interfaces no processo de desenvolvimento de neoformações psicológicas superiores<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> Neoformações psicológicas superiores denominadas por Vygotsky (2007) são novas qualidades psíquicas especificamente humanas, tais como o pensamento lógico, a imaginação criativa, a regulação voluntária das ações, memória lógica, linguagem, representação, pensamento teórico, dentre outras.

Rubinstein (1976), outro psicólogo que se ampara na concepção marxista, destaca um aspecto importante sobre a relação da pedagogia com a psicologia, a partir da atividade de ensino intencional e planejada pelo pesquisador, que cria as condições para que as mudanças ocorram. Assim, para Rubinstein,

[...] o mais importante para a prática das tarefas de investigação psicológica é *descobrir o conteúdo psicológico interno da atividade humana* o qual se manifesta e forma o homem, suas qualidades psíquicas. Para a prática pedagógica, a tarefa será descobrir o conteúdo psicológico interno da atividade da criança em curso no qual se realiza seu desenvolvimento e se formam suas qualidades psíquicas. (RUBINSTEIN, 1976, p. 201, grifos do autor)

O experimento formativo, para Vygotsky, trata-se de uma investigação para desvelar os fenômenos psicológicos da formação de conceitos. O experimento é um processo mediado por signos e instrumentos que tem por finalidade a transformação de um processo interpessoal num processo intrapessoal. Os fenômenos psicológicos são processuais, dinâmicos, sobre os quais o pesquisador não age de modo neutro, sua interferência é assumida como parte da investigação.

Vygotsky, ao elaborar as bases teóricas do experimento formativo, pensou em uma nova estrutura analítica das formas superiores psíquicas, capaz de captar a influência dos fenômenos externos socioculturais, mediados por signos e instrumentos, sob desenvolvimento do pensamento. Assim, conforme Vygotsky (2007), três princípios formam a base dessa nova abordagem analítica sobre a formação das funções psicológicas superiores, a saber: analisar processos, e não objetos; explicação versus descrição e o problema do comportamento fossilizado.

O primeiro princípio explica que a análise psicológica de objetos é diferenciada da análise de processos, a qual requer uma disposição dinâmica dos principais pontos constituintes da história dos processos. É a psicologia do desenvolvimento que fornece a abordagem da análise que necessitamos, e não a psicologia experimental, conforme Vygotsky. Esse método é denominado “desenvolvimento-experimental”, pois provoca ou cria situações de um processo de desenvolvimento psicológico.

O princípio da explicação em oposição à descrição denota que a mera descrição não revela as reais relações dinâmico-causais que deram a origem ao objeto, não passando de uma análise baseada nas suas manifestações externas e aparências comuns. Para Vygotsky (2007), a característica fundante de qualquer explicação científica é exatamente a superação de procedimentos descritivos, fenomênicos, com vista à descoberta das relações e dos nexos dinâmico-causais que sustentam a existência objetiva dos fenômenos. Vygotsky exemplifica:

Uma baleia, do ponto de vista de sua aparência externa, situa-se mais próxima dos peixes do que dos mamíferos; mas, quanto à sua natureza biológica está mais próxima de uma vaca ou de um veado do que de uma barracuda ou de um tubarão. (VIGOTSKI, 2007, p. 64).

Seguindo essa mesma linha, Lukács (1967) profere que uma autêntica e verdadeira aproximação e compreensão da realidade exige a explicitação das relações existentes entre as dimensões singular, particular e universal dos fenômenos. Uma relação dialética entre as dimensões no sentido de desvelar o nuclear dos fenômenos investigados, desvinculando da aparência imediata em direção ao concreto pensado. Na compreensão dos fenômenos investigados a particularidade se estabelece como processo de mediação entre a singularidade e a universalidade do objeto, enquanto que a singularidade expressa a universalidade, esta se concretiza na diversidade das singularidades.

O último princípio, processos fossilizados, descreve que esses processos passaram por um longo estágio do desenvolvimento histórico e tornaram-se fossilizados, como o que se observa nos processos psicológicos automatizados ou mecanizados. Por outras palavras, processos fossilizados entendem-se os elementos da conduta humana organizados pela própria historicidade da vida em sociedade. São comportamentos instituídos na sociedade que se perpetuam nas relações entre os homens e se transformam ao longo da história da produção humana e das relações de classe. Em uma investigação, apreender o processo de desenvolvimento de determinada coisa, em todos os seus períodos e transformações, requer descobrir sua natureza, sua gênese e, isso só é possível a partir do seu processo de mudança. No método experimental de investigação proposto por Vygotsky (2007), captar o desenvolvimento de uma perspectiva histórica significa que passado e presente do sujeito se fundem, sendo o presente visto à luz dessa história. O que é e o que foi o indivíduo, são duas linhas que se cruzam. Portanto, afirmou Vygotsky, o estudo histórico não é um aspecto teórico auxiliar, e sim a verdadeira base da investigação do desenvolvimento humano.

Essa abordagem analítica, proposta por Vygotsky (2007), sobre a formação das funções psicológicas superiores, supera a psicologia puramente descritiva dos fenômenos e a psicologia associacionista, que explica fenômenos pela simples soma de processos elementares e estabelece uma nova forma qualitativa que aparece no processo de desenvolvimento.

O experimento didático formativo, no enfoque histórico-cultural, é uma pesquisa didática que busca compreender as relações entre as ações de ensino elaboradas pelo professor com as mudanças qualitativas no desenvolvimento mental dos estudantes. É o modo, um método de investigação sobre a prática docente em unidade com a atividade de aprendizagem dos estudantes sob certas condições em sala de aula. Esse método tem a finalidade de

compreender que o desenvolvimento do pensamento humano se dá a partir da sua historicidade, isso quer dizer, segundo Vygotsky (2007, p. 68), compreender “ [...] alguma coisa historicamente significa estudá-la no processo de mudança: esse é requisito básico para o método dialético”.

O experimento didático formativo, com base na psicologia histórico-cultural, pensado para essa pesquisa, tem as ideias do psicólogo Zankov e utilizado por Davíдов (1988), que entende que esse método está vinculado à atividade de ensino em unidade com a atividade de aprendizagem. A esse respeito declara,

Para o método do experimento formativo é característico a intervenção ativa do investigador nos processos psíquicos que ele estuda. [...] Para nós, se pode chamar ao experimento formativo experimento genético modelador, o que traduz a unidade entre a investigação do desenvolvimento psíquico das crianças e sua educação e ensino (DAVÍDOV, 1988, p. 196, grifos do autor).

O método de investigação, o experimento didático formativo ou experimento formativo, é utilizado para analisar e apreender as ações de ensino que possibilitem o desenvolvimento mental do sujeito no processo de aprendizagem sob certas condições. A organização do ensino deve ser pautada pela resolução de tarefas de estudo, que permitam a possibilidade de analisar mudanças qualitativas no desenvolvimento psíquico do estudante. A tarefa de estudo é “[...] a unidade básica (célula) da atividade de estudo. Seu objetivo e resultado constituem em modificar o próprio sujeito atuante, quer dizer, em dominar determinados modos de ação. Seu objetivo e ações de estudo são elementos estruturantes fundamentais e inter-relacionados” (ELKONIN, 2019, p. 141) a tarefa e seus momentos (organizado pelo professor) visam a apropriação e a internalização do conhecimento sistematizado por parte dos estudantes (sujeitos da pesquisa). Mas antes, é fundamental estabelecer alguns condicionantes para a elaboração e desenvolvimento das tarefas de estudo nesta perspectiva. De acordo com Sforini (2017, p. 92), “o ponto de partida para o planejamento é a análise do objeto e do sujeito da aprendizagem e dos processos afetivo-cognitivos a serem mobilizados”. Essas ações desenvolvidas pelo professor pesquisador corroboram as ideias de Libâneo (2016).

Partindo desse pensamento e com base no sistema de ações de estudos de Davíдов (1988), propomos nesta pesquisa a organização do ensino em unidade com a aprendizagem capaz de promover pelo estudante a apropriação das capacidades humanas. A esse respeito, Leontiev (1978) afirma que o sujeito se apropria das conquistas das gerações passadas, mediada pela atividade humana, assim

[...] Para se apropriar dos objetos ou dos fenômenos que são o produto do desenvolvimento histórico, é necessário desenvolver em relação a eles uma atividade que se reproduza, pela sua forma, os traços essenciais da atividade

encarnada, acumulada no objeto. [...] O homem não nasce dotado das aquisições históricas da humanidade. Resultando estas do desenvolvimento das gerações humanas, não são incorporadas nem nele, nem nas suas disposições naturais, mas no mundo que o rodeia, nas grandes obras da cultura humana. Só apropriando-se delas no decurso da sua vida ele adquire propriedades e faculdades verdadeiramente humanas. Este processo coloca-o, por assim dizer, aos ombros das gerações anteriores e eleva-o muito acima do mundo animal (LEONTIEV, 1978, p. 286, 301).

Por meio dos conteúdos escolares, historicamente produzidos e acumulados, a atividade de ensino deve colocar o estudante em atividade de estudo; nesse processo, o escolar é um sujeito ativo, condição fundamental para a aprendizagem. Não é a apropriação em si do conhecimento, do conceito, mas operar mentalmente com o conceito. Isso implica transformar, não necessariamente o aspecto de sua natureza, um objeto que era desconhecido em objeto conhecido. Ao se apropriar do objeto, o estudante modifica a si mesmo, ou seja, mudanças significativas no seu desenvolvimento.

A partir dessas premissas, organizamos o experimento didático formativo, por meio da elaboração da atividade de ensino, conforme proposta de Moura (2010):

**I - Diagnóstico da prática sociocultural do estudante acerca do conceito energia:** na primeira aula, o professor deve analisar as práticas socioculturais e históricas (o modo como o sujeito se relaciona e compreende o mundo) dos estudantes sobre o conteúdo energia. Não apenas para identificar o que sabem ou não do conteúdo, mas principalmente como o estudante pensa sobre ele na sua inter-relação com o mundo e com os fenômenos que o constituem. Com isso, o docente pode identificar o nível real de desenvolvimento do estudante e principalmente a zona de desenvolvimento proximal, isto é, quando o estudante não é capaz de realizar uma tarefa de forma independente.

Para o diagnóstico foram propostas algumas perguntas impressas, como mostra o quadro 2, para os estudantes individualmente responderem e, logo, o debate sobre as suas respostas e comentários.

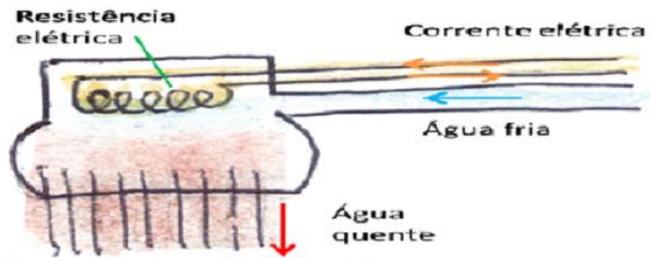
#### **Quadro 2 – Diagnóstico da prática social do estudante**

1 - *O conceito de energia é muito utilizado nos meios de comunicação, no ambiente familiar, na escola e em tantos outros espaços. Com isso, ela é mencionada para representar diversas situações do cotidiano de muitas pessoas. Por exemplo, uma notícia de jornal “Brasileiros recorrem à energia solar para escapar dos aumentos na conta de luz” (CASTRO, 2022); uma orientação de um adulto sobre a importância de se alimentar para dar energia ao corpo ou*

quando uma residência fica sem luz e alguém diz: acabou a energia. Após esta explanação, relate em que situações você utiliza o conceito energia? Por quê?

2 - Como explicar o funcionamento do chuveiro elétrico, na figura 1, já que, a entrada da água no aparelho tem uma temperatura menor do que a de saída?

Figura: 1



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

3 - Por que Armandinho, na Figura 2, personagem da história em quadrinhos, necessita levar seu carro até o alto do morro?

Figura: 2



Fonte: <https://tirasarmandinho.tumblr.com/post/140234463904/tirinha-original>

Fonte: elaborado pelo autor

A análise inicial do diagnóstico apontou que os estudantes trazem a ideia de energia como uma substância contida nos corpos. Eles apenas possuem a descrição das situações singulares envolvendo o fenômeno energia como ponto fundante do diagnóstico e nenhuma relação entre o aspecto nuclear da energia, a conservação da energia, com as situações singulares sobre o objeto de estudo. Por exemplo, na questão 1 do quadro 2, alguns estudantes relataram em suas respostas que os pais ou responsáveis dizem sobre a necessidade de comer bem, pois, se não comer, vão ficar sem energia. Nessa situação, a energia é algo que tem existência quase material e pode ser armazenada dentro dos objetos, essa é uma ideia de substância, algo concreto. Assim, a energia pode ser gasta, como também pode desaparecer.

Na questão 3 do quadro 2, alguns estudantes explicaram que o personagem deve colocar o carro no alto do morro para pegar “embalo” e assim ganhar velocidade, ou seja, corpos que movem têm energia. Ainda sobre o questionamento 3, alguns estudantes associaram a energia com a ideia de força, uma das explicações mais presentes entre os estudantes, pois sem o “impulso”, “força” ou “energia”, o carro não consegue se mover, ele não tem energia. Como já discorremos nesta pesquisa, o movimento lógico-histórico do conceito energia mostra que o

termo força, “vis viva”, durante muito tempo, foi utilizado para representar aquilo que hoje denominamos de energia.

É possível perceber que este tipo de conhecimento ainda é empírico, apenas a aparência do objeto, uma relação imediata com o fenômeno. Isso mostra como os estudantes pensam o conteúdo energia, seus conhecimentos em processo de maturação, e que na perspectiva da psicologia histórico-cultural, compreendemos ser a zona de desenvolvimento proximal sobre o conceito energia.

Após esse momento, elaboramos e aplicamos o plano de ensino, partindo dos resultados do diagnóstico.

O plano de ensino, dentro do experimento formativo, é o eixo articulador para sua organização e aplicação (AQUINO, 2017). Nesse plano, deve-se estabelecer a articulação coerente entre os objetivos, conteúdo, os métodos, as condições e os recursos necessários para trabalhar os conhecimentos sistematizados. Essa didática busca desenvolver ações de estudo que buscam compreender a relação geral do objeto. Para Davídov,

O eixo da disciplina escolar e seu programa, ou seja, a descrição sistemática e hierárquica dos conhecimentos e atitudes que devem ser assimilados. O programa, que fixa o conteúdo da disciplina, determina, a sua vez os métodos de ensino, o caráter do material didático, os prazos do ensino e outros momentos do processo. E, o que é essencial, ao assinalar a composição dos conhecimentos a serem assimilados e suas relações, o programa projeta com isso o tipo de pensamento que se forma nos escolares durante a assimilação do material de estudo que oferece. Por isso, a elaboração do programa e a determinação do conteúdo de uma ou outra disciplina escolar [...] não são questões estreitamente metodológicas, senão problemas radicais e complexos de todo o sistema de ensino e educação das jovens gerações (DAVÍDOV, 1988, p.192).

Nota-se na citação acima a importância dada ao conteúdo da disciplina e sua organização. O programa da disciplina e sua sistematização, seguindo a lógica científica, necessitam da articulação com os aspectos didáticos-pedagógicos. Cabe ao professor pensar na lógica histórica do objeto, com a intenção de desvelar a relação geral-universal do fenômeno.

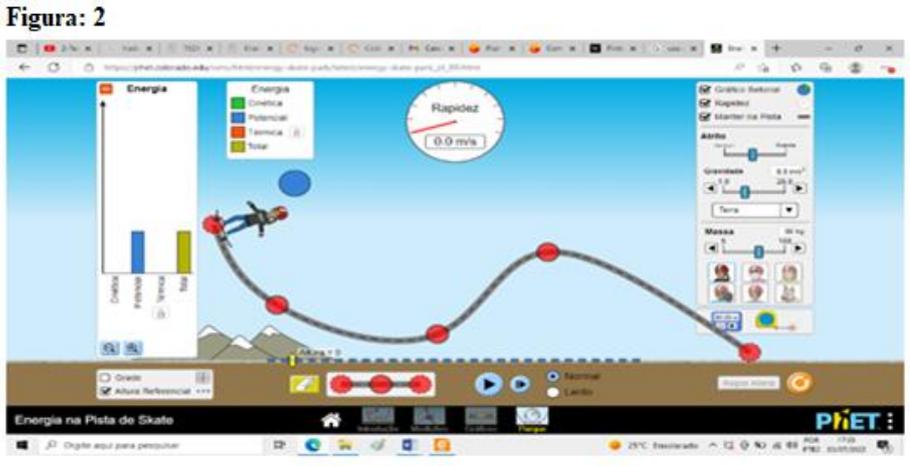
**II – Desenvolvimento do plano de ensino a partir do sistema de ações de estudo de Davídov (1988), como aponta o quadro 3:**

**Quadro 3 – Sistema de ações de estudo: formação do conceito energia**

<b>1ª Ação - Transformação dos dados da tarefa de aprendizagem com a finalidade de revelar a relação universal do conceito energia</b>	
Conteúdo/conceitos :	Movimento lógico-histórico da elaboração do conceito Energia e o princípio da sua conservação, ou seja, a conservação da energia.

Objetivo de aprendizagem:	Apreender que a conservação da energia, algo que permanece constante, é a gênese do conceito energia.
Procedimentos / recursos didáticos:	Apresentar a seguinte pergunta para os estudantes - Por que, ao girar a hélice do aparato construído no filme, faz a bomba d`água funcionar? Os estudantes, com a orientação do professor, vão assistir ao filme “O menino que descobriu o vento”, para analisar os aspectos relacionados com a energia e seu princípio da conservação, além da leitura orientada dos textos em pequenos grupos: “Energia essencial” e “A Energia em nossas vidas”.
Condições:	Os estudantes deverão assistir ao filme na sala de aula. Para isso, será necessário, a utilização do projetor de imagem, caixa de som e computador para a exposição em sala. Logo, serão distribuídos os textos para os grupos, relacionando com as questões investigativas e o filme.
Avaliação:	O professor deverá registrar, analisar e discutir as respostas dos estudantes a partir da apresentação dos grupos.
<b>2ª Ação - Modelação da relação universal do conceito energia</b>	
Conteúdo/conceitos :	O modelo pode ser expresso em forma literal, gráfica ou objetivada. Deverá modelar/criar/reproduzir a relação geral universal do objeto. As formas dos modelos não serão estabelecidas pelo regente/pesquisador, cada grupo escolheu a sua forma (experimentos, maquetes e desenhos). Nesta ação, a modelagem deverá apresentar o princípio da conservação da energia como nuclear do objeto, em conexão com outros conceitos como interação, variação da energia e configurações da energia.
Objetivo de aprendizagem:	representar de forma criativa, com variadas formas de expressão, a relação geral universal do conceito energia.
Procedimentos / recursos didáticos:	Em grupo, os estudantes vão construir um modelo que represente o princípio geral do conceito energia.
Condições:	Serão distribuídos alguns materiais necessários aos grupos, como, folhas sem pauta, lápis de cor e outros.
Avaliação:	O professor deverá avaliar, por meio de registros no seu caderno campo ou áudio, se os estudantes conseguiram relacionar o modelo construído com a relação nuclear do objeto.

<b>3ª Ação - Transformação do modelo para estudar as propriedades intrínsecas do conceito energia</b>	
Conteúdo/conceitos :	A transformação do modelo tem a função de possibilitar aos estudantes o estudo das propriedades - relações teóricas - da relação universal do objeto.
Objetivo de aprendizagem:	Compreender as relações intrínsecas ou propriedades que se constituem as estruturas do objeto energia.
Procedimentos / recursos didáticos:	Apresentar aos estudantes algumas situações singulares, como imagens, que representem a modelação apresentada na 2ª ação. Esta ação requer dos estudantes uma explicação, uma conclusão de que há uma contradição e que isso descaracteriza a relação geral do objeto. A partir da pergunta: o que está errado nas afirmações sobre as imagens que representam o princípio da conservação da energia, os estudantes devem argumentar a contradição da situação singular. Por exemplo, a figura 1, não representa as variações da energia, por isso não há conservação da energia.
	<p><b>Figura: 1</b></p> <p>Fonte: <a href="http://blog_fcamp.com.br/wp-content/uploads/2020/11/o.png">http://blog_fcamp.com.br/wp-content/uploads/2020/11/o.png</a></p>
Condições:	Foi distribuído material impresso para os estudantes sobre as situações descritas nos procedimentos.
Avaliação:	O professor deve avaliar, por meio de registros no seu caderno campo ou áudio, se os estudantes conseguiram compreender na transformação do modelo e suas implicações na relação geral do objeto.
<b>4ª Ação - Construção do sistema de tarefas particulares que podem ser resolvidas por um procedimento geral</b>	
Conteúdo/conceitos :	Os estudantes deverão resolver tarefas singulares com vínculo na relação geral e universal do objeto um modo geral de ação.

Objetivo de aprendizagem:	Resolver problemas particulares a partir da aplicação do conceito energia e o princípio da sua conservação.
Procedimentos / recursos didáticos:	<p>Foram apresentadas, aos estudantes, tarefas que representem situações singulares e que expressem a relação universal do objeto de estudo, por exemplo, a partir do objeto de aprendizagem, pista de skate interativa, o estudante deverá ser capaz de analisar a relação universal na situação, (figura 2) por meio de perguntas, por que o skatista deve estar no ponto mais alto da rampa?</p> <p><b>Figura: 2</b></p> 
Condições:	Os estudantes serão orientados em cada uma das tarefas sobre os materiais necessários e as questões propostas.
Avaliação:	O professor deverá avaliar se os estudantes conseguem realizar as tarefas, responder as perguntas, a partir do princípio geral do objeto energia, a sua conservação e seu sistema de conceitos para explicá-las.
<b>5ª Ação - Controle (ou monitoramento) da realização das ações anteriores</b>	
Conteúdo/conceitos :	Esta ação tem a finalidade de assegurar a realização plena e a execução correta das ações e suas correspondentes operações, determinando se o estudante está correspondendo aos objetivos e às condições estabelecidas nas tarefas.
Objetivos de aprendizagem:	Elaborar uma síntese, por meio de um texto, relatando sobre o conceito energia, seu princípio da conservação e suas relações teóricas. Os estudantes deverão fazer uma reflexão crítica sobre suas ações, se estão realizando ativamente.

Procedimentos / recursos didáticos:	O estudante individualmente deverá produzir uma síntese, com a orientação do professor, se necessário, sobre o desenvolvimento das ações anteriores realizadas por ele.
Condições:	Os estudantes receberão uma folha com pauta para elaborar o texto.
Avaliação:	O professor deverá avaliar os estudantes durante todo o processo das ações anteriores e também desta ação.
<b>6ª Ação - Avaliação da aprendizagem</b>	
Conteúdo/conceitos :	avaliação individual do estudante sobre a internalização da relação geral do conceito energia, seus nexos conceituais e o seu modo da ação geral com o conceito.
Objetivo de aprendizagem:	Internalizar a relação geral do conceito energia, seus nexos conceituais e o seu modo geral da ação.
Procedimentos / recursos didáticos:	apresentar uma questão do diagnóstico e outras perguntas que se referem ao princípio geral da energia.
Condições:	os estudantes receberão as questões iniciais impressas.
Avaliação:	o professor deverá avaliar se os estudantes internalizaram a relação geral do conceito energia, seus nexos conceituais.

Fonte: elaborado pelo autor

O experimento didático-formativo desenvolvido nesta pesquisa foi proposto com a finalidade de apreender indícios da formação do pensamento teórico científico a partir da apropriação do conceito nuclear sobre energia e seus nexos conceituais, o que significa realizar mentalmente a transformação do objeto desconhecido para objeto conhecido, ou seja, uma modificação no sujeito, a formação de modos generalizados sobre o conteúdo estudado.

O conceito energia, por se tratar de um conceito fundamental, unificador, relevante e abrangente, é apreendido na disciplina de Física, mas têm inúmeras aplicações em diversas áreas do conhecimento. Ao organizar o ensino do conceito energia, propomos tarefas de estudos, por meio de problemas ou perguntas que requeriam a solução por meio de ações de estudo desse conceito. Além disso, ao propor as tarefas de estudo, desenvolvidas no sistema de ações, inicia o movimento do pensamento do abstrato ao concreto pensado mediado pelos sistemas de conceitos sobre energia. As tarefas de estudo devem possibilitar aos estudantes o desenvolvimento dos modos de ação generalizada sobre o conteúdo energia. Isso quer dizer, ao se apropriarem do princípio da conservação da energia e suas relações nucleares, os estudantes

deverão ser capazes de operar mentalmente, por meio dos conceitos, situações singulares envolvendo o aspecto universal sobre o conceito de energia.

Portanto, essa pesquisa didática busca no método genético causal não apenas os resultados dos processos individuais do comportamento, mas, principalmente, a maneira como eles são formados. Assim, por exemplo, o investigador além de buscar como os escolares aprendem certos conceitos, sob diferentes condições, deve ter seu foco no modo como o sujeito se relaciona com o objeto, isto é, se a apropriação do conceito nuclear sobre energia e seus nexos conceituais possibilita o desenvolvimento de ações mentais inerentes ao conceito. O experimento didático formativo, na perspectiva da teoria histórico-cultural, investiga a aprendizagem e o desenvolvimento do pensamento teórico, a partir das ações mentais inerentes ao conceito energia e seus sistemas de conceitos.

#### 4 APRESENTAÇÃO, ANÁLISES DE DADOS E RESULTADOS

Na perspectiva teórica em que se baseia esta pesquisa, o materialismo histórico dialético (MHD), as categorias como contradição, mediação e totalidade são consideradas nucleares da dialética (NETO, 2011). A categoria totalidade é representada pelas múltiplas determinações que constituem o objeto ou fenômeno investigado. Para apreensão da totalidade é necessário contextualizar o objeto da pesquisa, a sua historicidade, a relação singular-particular-universal. No processo da mediação, estabelecida na inter-relação entre o sujeito que pesquisa e seu objeto de investigação, que o investigador se apropria do objeto. Nesse processo, há uma mudança no pensamento do sujeito que pesquisa, pois o caminho percorrido na investigação é carregado de tensões e contradições no desenvolvimento da sua consciência, é o seu ser social que determina sua consciência. Assim se expressa a categoria principal da dialética, a contradição. Para apreender a realidade objetiva é necessário a articulação entre as três categorias, uma vez que elas expressam o modo de ser da concretude do objeto.

O conhecimento do real não pode se limitar àquilo que é imediatamente dado, pensado ou sentido. Se o pensamento se limita a isso, ele se põe no nível da obviedade, restringe-se a captar o evidente. Além disso, há que se considerar a efetiva distinção entre a aparência e a essência dos processos do real, como assinalou Marx (2008), ao afirmar que se a aparência das coisas se confundisse com sua essência, toda ciência seria supérflua (MARTINS, 218, p. 226).

A partir das categorias metodológicas do materialismo histórico dialético é possível traçar o modo como o pesquisador trabalha o seu objeto e, no caso desta investigação, apreender os indícios da formação do pensamento teórico em estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental, a partir do processo de apropriação do conceito de energia, segundo a organização da didática desenvolvimental. Com os dados já coletados, é necessário organizá-los a partir dos fatos observados, dos relatos gravados e escritos e da base teórica referenciada nesta investigação. No experimento didático formativo não é possível elaborar categorias de análises anterior ao desenvolvimento do experimento, pois as categorias são (re)-criadas a partir das concepções teóricas da pesquisa com os aspectos relevantes que foram observados (AQUINO, 2017).

A análise dos dados desta investigação ocorreu por meio das unidades analíticas, que se referem ao conteúdo do objeto, vinculadas às categorias do MHD, como mostra o quadro 4: a mediação, tarefas de estudo e a abstração-generalização substantivas.

Quadro 4 – Categorias analíticas

Categorias analíticas	Conceito	Contexto/situação de ensino e aprendizagem
Zona de desenvolvimento proximal/iminente	São ações intelectuais e funções mentais que a criança/adolescente/adulto é capaz de utilizar em interação, quando o desempenho independente é inadequado (CHAIKLIN, 2011).	O professor deve orientar o ensino para a zona de desenvolvimento proximal, a partir das tarefas de estudo e ações propostas no desenvolvimento do experimento didático formativo.
Tarefas de estudo	Domínio das relações generalizadas, por parte dos estudantes, na área de conhecimento estudada, isto quer dizer, formação do modo geral da ação na resolução de tarefas singulares da área estudada (ELKONIN, 2019)	As tarefas de estudos, por meio da resolução de problemas, perguntas, um desafio a ser resolvido e também do trabalho coletivo entre estudantes e entre o professor e os estudantes, devem propiciar o desenvolvimento do pensamento teórico.
Abstração-generalização substantivas	Abstração substantiva, enquanto operação mental, é o procedimento de análise inicial que busca o nuclear do objeto investigado; enquanto síntese, a generalização é a inter-relação dos fenômenos singulares com o universal do objeto, mediado pelas particularidades (DAVÍDOV, 1988).	A partir do desenvolvimento do sistema de ações de estudo, proposto por Davídov (1988), estabelecem-se os objetivos de aprendizagem com a atenção para o movimento do pensamento, do abstrato ao concreto pensado.

Fonte: elaborado pelo autor

Importante destacar que as categorias analíticas mencionadas nesta pesquisa não se desenvolveram de forma isolada, mas em um processo de inter-relação durante a análise dos dados.

A análise dos dados observados trabalha com as evidências ou indícios da aprendizagem e desenvolvimento do pensamento teórico-científico dos estudantes, que aparecem nas falas, em suas atitudes, em seus hábitos, nas suas habilidades, em seus valores e nos registros que foram feitos sobre as condições em que se realiza o processo de aprendizagem (AQUINO, 2017). De acordo com Vygotsky (1996, p. 289) “ [...] a base da observação científica consiste em sair dos limites do visível e buscar seu significado, que não pode ser observado”.

No experimento didático formativo, registramos os diálogos estabelecidos entre o estudante e o regente/pesquisador e entre os estudantes a respeito da apreensão do conceito de energia e suas relações essenciais. Dessa forma, optamos pela organização da escrita deste capítulo, sobre a análise de dados do experimento, por momentos, por compreender que as ações desenvolvidas durante o experimento se fazem por momentos, uma maneira de situar no tempo e no espaço as práticas educativas. Os momentos não têm o caráter de situações isoladas, sequências estanques e muito menos não articuladas, pois percebemos que durante o desenvolvimento do experimento foi fundamental a interação das ações didáticas no sentido de propiciar o desenvolvimento do conceito.

O momento do diagnóstico, da prática sociocultural do estudante, sobre a maneira de pensar dos estudantes em relação ao conceito de energia, foi a primeira etapa da organização do ensino e de sua aplicação em sala de aula. Destacamos algumas perguntas, diálogos e respostas proferidas pelos estudantes nesse momento. Procuramos identificar a zona de desenvolvimento proximal, os conhecimentos e capacidades que são comuns aos estudantes e também as aprendizagens que, de certo modo, já estão consolidadas sobre o conceito de energia e seu princípio fundamental, como mostra o Quadro 5. Além do aspecto da turma, a situação ou atendimento individual dos estudantes sobre o modo de pensar o conceito de energia também foram desenvolvidos na sala de aula,

Quadro 5 - Descrição do diagnóstico da turma a partir das categorias analíticas

Síntese das respostas do que é comum à turma	Zona de desenvolvimento proximal	Tarefas de estudo (Apêndice A)	Abstração-generalização substantivas
Estou com pouca ou sem energia; o Sol tem muita energia, porque ele está quente; orientação dos pais para alimentar, pois se não comer vão ficar sem energia.	Tem conhecimento sobre energia como algo contido nos corpos, como substância. É possível perceber a ideia da “mudança” da energia.	1 <sup>a</sup> , 3 <sup>a</sup> e 4 <sup>a</sup> pergunta do diagnóstico.	Conhecimento espontâneo. Ausência da abstração-generalização substantivas.
A palavra energia é utilizada para explicar que a energia faz aparelhos funcionarem. Fios elétricos transformam a água fria em água quente. A eletricidade faz esquentar a água e funcionar os aparelhos.	A energia como causa ou fonte que os corpos possuem para produzir mudanças, transformações no ambiente. O processo da conservação não está consolidado.	1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> , 3 <sup>a</sup> e 4 <sup>a</sup> pergunta do diagnóstico.	Conhecimento espontâneo. Ausência da abstração-generalização substantivas.
Ele precisa levar até o morro por causa da gravidade para produzir energia para descer o morro. O movimento da água gera energia nas hidroelétricas.	Identifica a energia com tudo aquilo que demonstra atividade, movimento. O movimento dos objetos no processo da variação da energia.	3 <sup>a</sup> e 5 <sup>a</sup> pergunta do diagnóstico.	Conhecimento espontâneo. Ausência da abstração-generalização substantivas. Mas traz alguns elementos de nexos conceituais.
Para o carro funcionar ele precisa de impulso (força), ele tem que ir até o topo do morro para ele ganhar velocidade na descida. As hidroelétricas precisam da força da água para fazer energia.	A relação entre o conceito de energia com a ideia de força. O conceito de força ou interação na variação da energia.	3 <sup>a</sup> e 5 <sup>a</sup> pergunta do diagnóstico.	Conhecimento espontâneo. Ausência da abstração-generalização substantivas. Mas traz alguns elementos de nexos conceituais.

Fonte: elaborado pelo autor

A partir da síntese das ideias da turma, podemos perceber que a turma tem o pensamento sobre energia se referindo a quatro aspectos principais: 1) a energia como algo contido nos corpos, como substância; 2) a ideia da energia como causa ou a fonte que os corpos possuem para produzir mudanças, transformações no ambiente; 3) a energia relacionada com tudo que demonstra atividade, movimento e 4) a relação do conceito energia com a ideia de força. Além disso, os estudantes, pouco tinham estudado sobre o conceito de energia em anos anteriores. Tal suposição foi confirmada no diálogo estabelecido no momento do diagnóstico.

Pelas respostas dos estudantes, podemos destacar que as explicações das perguntas se encontram no aspecto apenas descritivo do fenômeno, mas não só, pois trazem elementos sobre o conceito de energia, superados pelo processo de desenvolvimento no seu percurso lógico-histórico, quando os estudantes concebem a energia como substância. Para Davídov (1988), este tipo de conhecimento ainda é empírico, a classificação de objetos e suas características externas é preponderante nesse tipo de conhecimento. Consequentemente o pensamento também é empírico. Entretanto, na perspectiva defendida nesta obra, este tipo de saber também é importante para compreensão do conceito teórico-científico, mas insuficiente para apropriar o nuclear do conteúdo e suas relações internas com outros conceitos. De acordo com Davídov (1988), os conceitos empíricos, denominados como cotidianos ou espontâneo, não possuem uma relação linear com o conhecimento teórico-científico, mas uma unidade dialética, na qual os conceitos cotidianos são base para os científicos; é uma questão de superação em relação ao conhecimento empírico, para apropriação do conhecimento teórico.

O conceito de impulso, mencionado no diagnóstico, é interpretado como força, e o conceito de gravidade apontado em várias respostas traz uma ideia importante sobre a relação entre energia, força e movimento. Embora os estudantes não expliquem que a força é o modo de a matéria interagir e, com isso, a possibilidade de variar a energia não esteja explícita, há indícios de nexos conceituais na argumentação da situação, por exemplo, nas respostas da questão 3 do diagnóstico.

A partir da zona de desenvolvimento proximal, o diagnóstico organizado no experimento didático formativo e sua aplicação em sala de aula aponta evidências de conhecimentos em processo de maturação, ainda que empíricos, ou seja, são insuficientes para sustentar um desempenho independente, mas necessário para que o professor possa compreender como intervir nesse processo. O diagnóstico apresentado no Quadro 5 mostra que os estudantes trazem algumas concepções do conceito energia de modo empírico, mas com possibilidades para superar esse conhecimento, ao criar situações por meio de problemas, perguntas ou desafios.

No procedimento intelectual da abstração-generalização substantivas, percebemos que os aspectos apresentados pelos estudantes são exteriores e secundários do fenômeno, isto é, ainda não são o nuclear do objeto investigado pelos escolares. Isto ocorreu quando a turma não conseguiu explicar, por exemplo, que as questões 2 e 3 são situações singulares tratando da mesma relação universal do fenômeno, a conservação da energia. As respostas mostram a abstração que produz a generalização unilateral. Além disso, aspectos relacionados com a preservação ambiental, político, social e econômico na geração da energia elétrica também não foram abordados pelos estudantes, sobretudo na questão 5 (Apêndice A). Tudo isso indica que os estudantes não desenvolveram o movimento do pensamento teórico, a ascensão do abstrato ao concreto pensado sobre o objeto de conhecimento.

Logo após o diagnóstico, com o tempo de duas aulas de 55 minutos, e de posse do modo de pensamento dos estudantes em relação ao conceito energia, organizamos os materiais, recursos e as tarefas de estudos com base no sistema de ações de estudo proposto por Davíдов (1988). A elaboração do plano de ensino, com base na análise das respostas dos estudantes no diagnóstico apresentada neste capítulo, partiu da necessidade de superar o conhecimento empírico e as dificuldades de aprendizagem por parte dos estudantes, e a escolha do conteúdo na sua totalidade, por compreender que, por meio dele, é que o gênero humano se constitui (DUARTE, 2016). Ademais, o conteúdo faz parte da vivência dos estudantes.

A partir da exibição do filme “O menino que descobriu o vento”<sup>8</sup> e da situação desencadeadora da aprendizagem por meio da pergunta, *por que ao girar a hélice do aparato construído no filme, faz a bomba d'água funcionar?*, iniciamos o processo da apreensão do conceito nuclear da energia. Logo a leitura e debate do texto adaptado “A energia em nossas vidas” (Apêndice A). É a primeira ação do sistema de estudo de Davíдов, na qual busca a relação geral universal do objeto, o princípio da conservação da energia, que representa a sua base genética e a fonte de todas as suas características e peculiaridades. Esse momento do plano de ensino é a abstração substantiva inicial, é a busca das relações essenciais e necessárias do objeto investigado.

O filme proposto era de conhecimento de 50% da turma, mas sem o conhecimento do processo da variação da energia e sua conservação, como conceitos nucleares sobre energia. A exibição do filme feita em duas partes, por considerá-lo extenso. Durante a exibição do filme,

---

<sup>8</sup> O filme é baseado no livro, “O menino que descobriu o vento”, escrito por William Kamkuamba, que conta a sua própria história de vida no seu país natal, o Malawi, país africano. O filme foi dirigido por Chiwetel Ejiofor, produzido por Gail Egan e Andrea Calderwood e lançado em 2019 com duração de 113 minutos.

os estudantes demonstraram interesse sobre a história do garoto Willian. A organização da turma era composta por pequenos grupos, com base no diagnóstico, formado por 4 estudantes. Eles receberam o material impresso para responder às questões e também o texto.

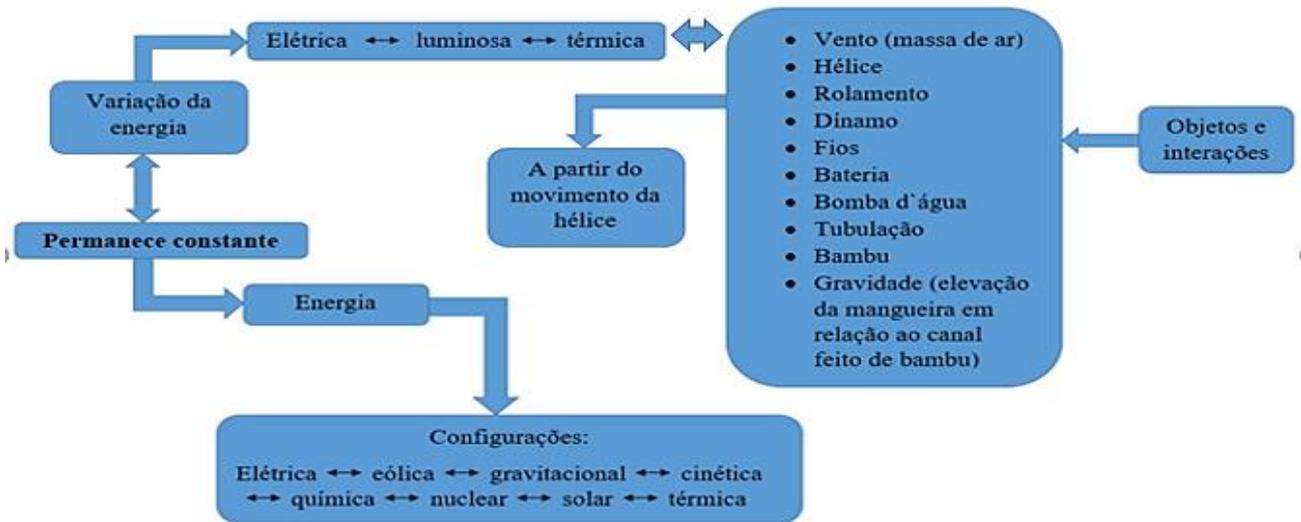
A escolha do filme se justificou a partir dos conceitos físicos sobre energia abordados na trama, além dos aspectos culturais, sociais, políticos e ambientais com presença marcante. Além disso, o filme também aborda elementos e situações que se relacionam com a estrutura da teoria da atividade proposta por Leontiev (1978), como a necessidade, o objeto (conhecimento), o motivo, as ações e condições para o desenvolvimento da torre eólica. Nessa situação, a necessidade (falta de conhecimento para resolver o problema) deve ter um objeto (conhecimento científico) para satisfazê-la. Dessa relação, cria-se o motivo, o interesse no estudante para resolver o problema.

Assim, o professor deve criar situações, como um problema, e a necessidade de superar a problemática. Para tanto, o objeto de estudo tem que ter uma íntima relação com a necessidade, isto é, a necessidade é a apropriação do objeto.

Após a exibição do filme, foi proposta a pergunta com o objetivo de apreender a gênese do conceito energia e, em seguida, a leitura do texto nos intergrupos. No primeiro momento, a leitura do texto, por opção dos intergrupos, foi feita internamente, ou seja, sem a intervenção do professor. Entretanto, após a sondagem feita pelo regente/pesquisador nos intergrupos sobre o desenvolvimento da tarefa, as respostas dos estudantes e a interpretação do texto ainda eram superficiais. A descrição do aparato construído no filme era preponderante. A partir dessa constatação, houve a necessidade da mediação do professor no coletivo. O professor organizou a turma em um só grupo para ler e debater o texto com o objetivo de apreender o conceito nuclear da energia, seus nexos conceituais e suas relações com a torre eólica construída no filme.

Esse diálogo entre professor e estudantes, a partir de perguntas guias, como, por exemplo, quais conceitos apresentados no texto são possíveis relacionar com o aparato construído no filme, “o que está ocorrendo com a energia”, proporcionou a elaboração, por parte dos estudantes, de conceitos inerentes ao princípio da conservação da energia como mostrado na Figura 2.

**Figura: 2 – Síntese de conceitos inerentes ao princípio da conservação da energia elaborada em sala de aula a partir das observações dos estudantes**

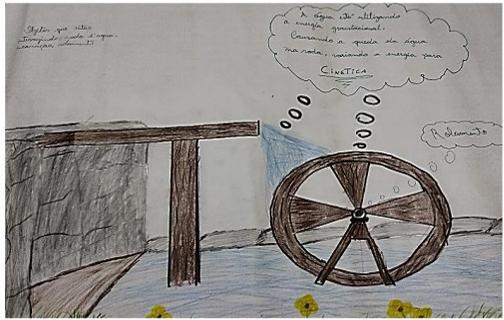


Fonte: elaborado pelo autor

Podemos observar um sistema de conceitos (variação da energia, configuração do sistema, interação e algo que permanece constante) que orbitam o conceito nuclear sobre energia. Esse momento é a apreensão da relação universal sobre o conceito de energia, algo que permanece constante. Entretanto, é possível perceber que os conceitos apresentados verbalmente pelos estudantes não estão inter-relacionados, quer dizer, não se constituem em um sistema de relações entre os conceitos. Como aponta Vygotsky (2007), um conceito se apresenta em um sistema de conceitos, nunca como um conceito isolado. Por exemplo, o conceito de interação (força) indicado pelos estudantes, um dos nexos conceituais sobre o princípio da conservação da energia, mostra a necessidade de relacioná-lo com a variação da energia.

Após as discussões sobre o texto e a elaboração dos sistemas de conceitos no quadro, os estudantes, nos intergrupos, voltaram para a situação-problema inicial. Observamos e registramos, por meio da descrição de áudio e registro nos cadernos dos estudantes, a formulação da relação correta de alguns conceitos sobre o funcionamento do aparato construído no filme. Conforme o Quadro 6:

Quadro 6 – Processo da abstração substantiva

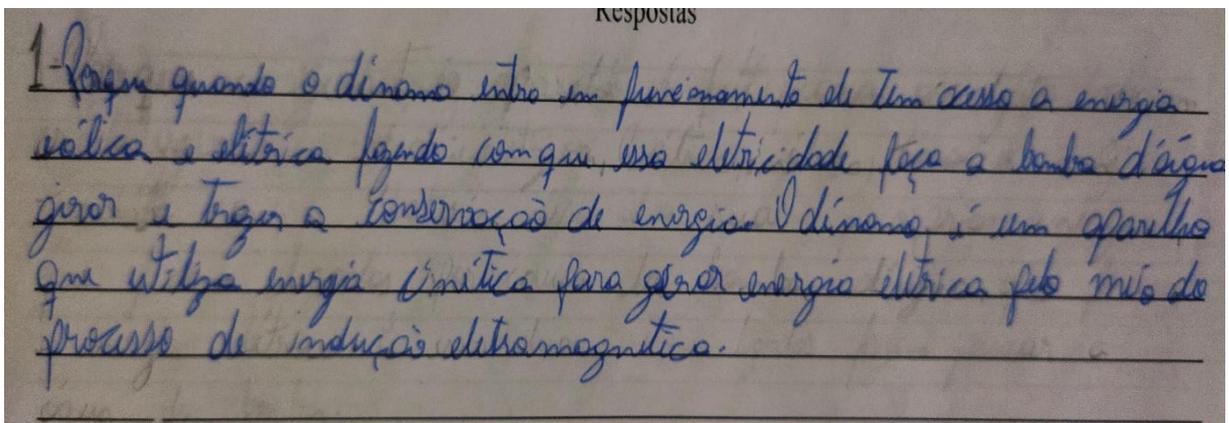
Ações de estudo	Tarefas de estudo	Descrição da síntese dos estudantes	Atributos essenciais do objeto energia a partir das ideias dos estudantes
1ª ação de estudo/objetivo: apreender o nuclear do objeto energia.	Por que, ao girar a hélice do aparato construído no filme, faz a bomba d'água funcionar?	Objetos interagindo; uma mudança de energia; variação das energias, eólica, para cinética e para elétrica; A energia permanece constante gerando energia.	Objetos interagindo; mudança de energia; variação das energias; A energia permanece constante.
2ª ação de estudo/objetivo: representar um modelo do aspecto nuclear do objeto energia.	Como representar a relação geral e universal sobre o conceito energia por meio de maquetes, experimentos, objeto de aprendizagem, ou um desenho?	<p data-bbox="1189 719 1559 740">Figura:10 – Modelação da relação geral universal da energia, GS.</p>  <p data-bbox="1126 1066 1339 1082">Fonte: elaboração pelos estudantes da pesquisa.</p>	A conservação da energia, seu processo de variação a partir das forças fundamentais da natureza. O modo geral da ação.
3ª ação de estudo/objetivo: compreender as relações intrínsecas que constituem as estruturas do objeto energia.	O que há de errado nas afirmativas representadas pelas figuras? Por que a energia se conserva?	Água não tem força. Mas a gravidade faz ela descer com força; interação entre dois corpos; forças gravitacional e eletromagnética para mudar a energia; variação da energia cinética para elétrica.	Energia faz parte de um sistema, a partir da interação entre objetos e não está contida nos corpos.

Fonte: elaborado pelo autor

As respostas do Quadro 6 corroboram o que Doménech (2003) orienta sobre o ensino do conceito de energia, a ideia de configuração (cinética, eólica, elétrica, etc.) e suas variações devidas às diferentes formas de interação com a matéria. Isso evita conceber a energia como algo que possui formas e, com isso reforçar uma concepção como algo material "que muda de forma". Entretanto, se trata apenas da abstração inicial dos estudantes sobre o conceito energia, podemos inferir que ainda não se configura a totalidade do objeto investigado, e a síntese, ainda que provisória, está em processo de maturação.

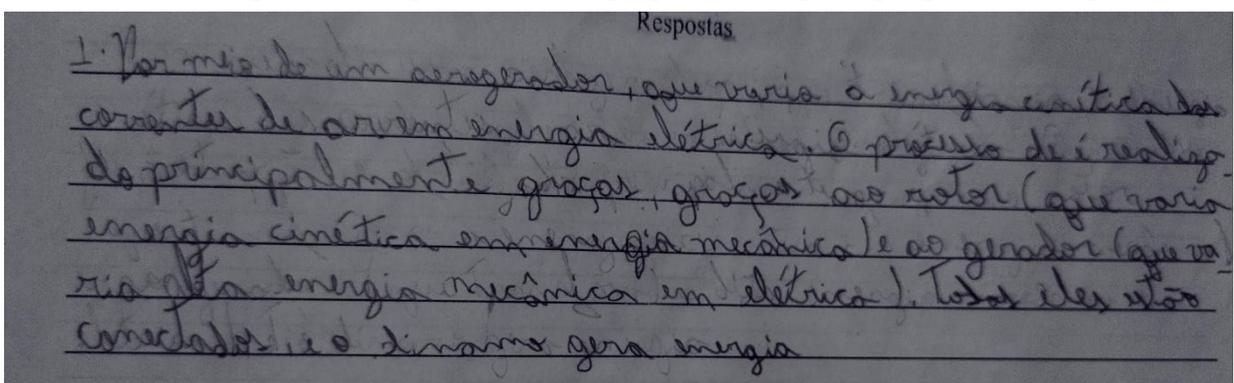
Os nexos conceituais variação da energia, interação da matéria, movimento, configuração da energia (modalidades de energia) e sistemas (conjunto de objetos) são fundamentais para apreender o princípio da conservação da energia, a gênese do conceito energia, o modo geral da ação do conteúdo energia. Destacamos dois grupos para representar indícios sobre o desenvolvimento do conceito nuclear da energia, como mostram as figuras 3 e 4. Nas repostas, a ideia da variação da energia e da conservação da energia indica uma mudança no pensamento dos escolares, sobre esse conhecimento. A apropriação da gênese do conteúdo energia mostra evidências da formação inicial do pensamento teórico pelos estudantes.

**Figura: 3 – Respostas dos intergrupos sobre o princípio geral da energia**



Fonte: elaborado pelos estudantes da pesquisa.

**Figura: 4 - Respostas dos intergrupos sobre o princípio geral da energia**



Fonte: elaborado pelos estudantes da pesquisa.

A segunda ação do sistema de estudos proposto por Davídov (1988) se refere à modelação da relação geração universal. Nesta ação, o estudante dedica a construir um modelo representativo da relação geral universal descoberta na primeira ação. É o modo geral da ação, o modo geral de aprender o conteúdo representado na pesquisa, com desenhos e experimentos. A importância de criar o modelo é que ele se torna a base para análises ulteriores do objeto, e sua representação pode ser expressa em forma literal, gráfica ou objetivada. O modelo está ligado à estrutura interna do objeto, não ao seu aspecto externo, ou seja, à relação geral que está no núcleo do seu conceito.

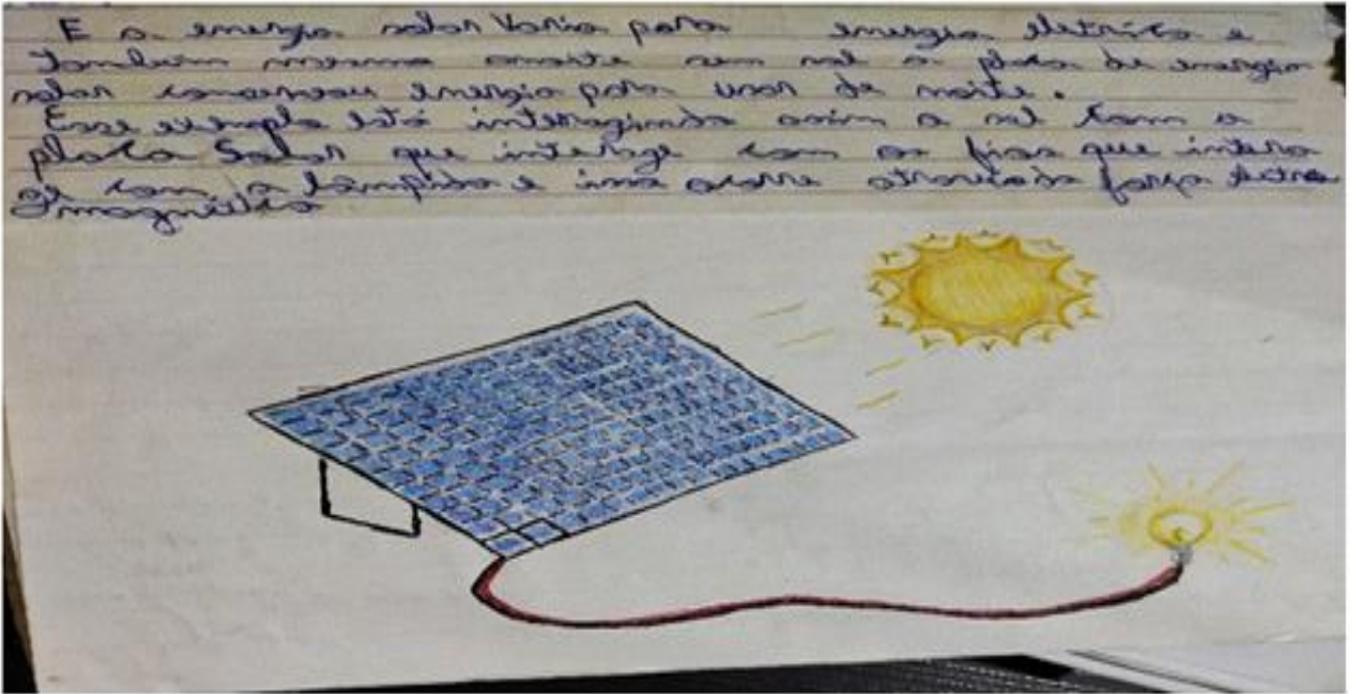
Sobre esta ação, os estudantes demonstraram que o modo geral da ação sobre o conteúdo é o princípio da conservação da energia, pertencente a um sistema de conceitos. Porém, o modo geral não era clarividente para os estudantes até aquele momento das ações de estudo.

A tarefa de estudo foi desenvolvida em sala de aula com as orientações do regente/pesquisador. Ela deve possibilitar a mudança no sujeito que aprende, uma mudança no seu intelecto, uma autotransformação (ELKONIN, 2019). Por exemplo, na primeira ação de estudo desenvolvida nesta investigação, os estudantes de uma maneira geral demonstraram dificuldades na sua resolução, ao relatar que não conseguiam resolver o problema proposto, mas que, para a sua compreensão, eles precisavam ler, estudar, perguntar, relacionar e isto pode configurar a sua zona de desenvolvimento proximal, na qual o professor deve mediar. Mais do que isso, é a contradição entre o que o sujeito sabe e o que ele ainda precisa conhecer.

Ademais, todos os materiais (folhas para impressão, materiais para confecção de desenhos, lápis de cor, entre outros) foram disponibilizados, pela escola, para todos os grupos, exceto a maquete, pois os escolares do G6 trouxeram os materiais de casa.

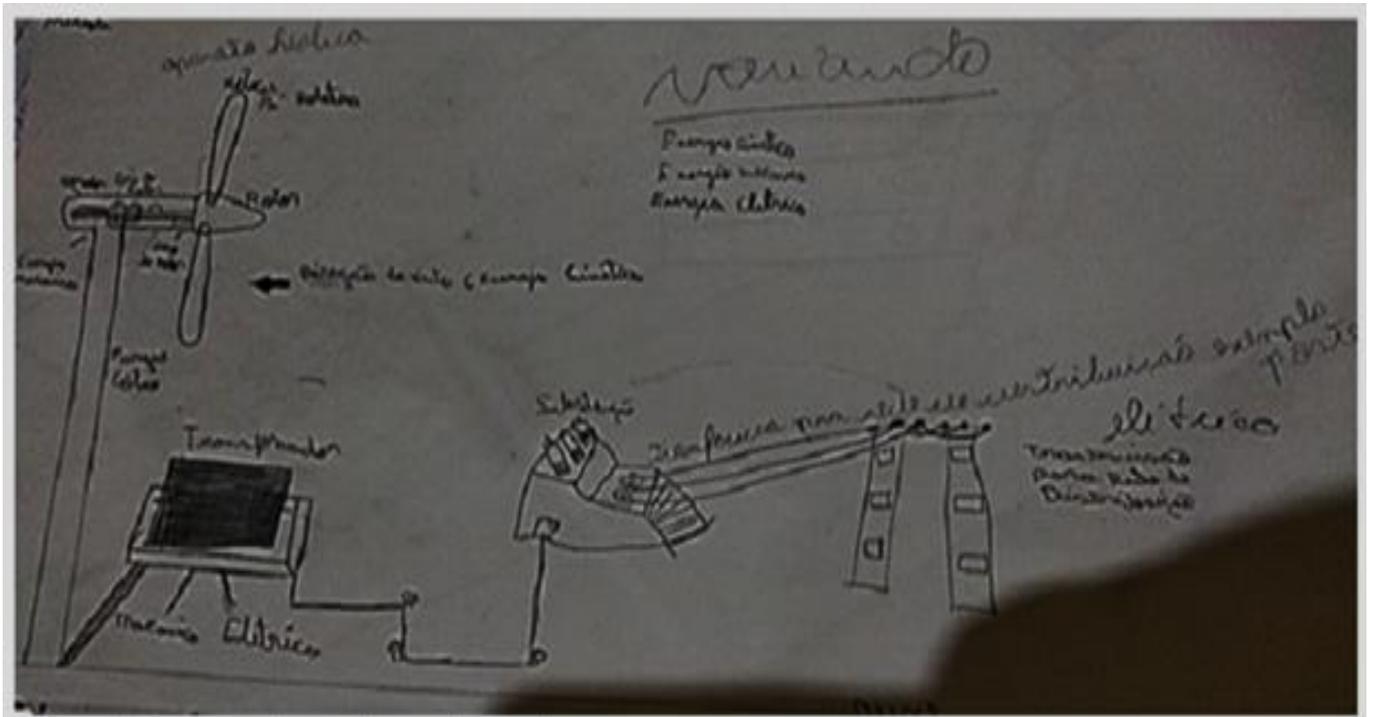
As apresentações, ou seja, a socialização dos trabalhos, foram organizadas pela sequência dos grupos G1, G2, G3, G4, G5 e G6. Todos os grupos conseguiram expressar verbalmente e graficamente a relação geral e universal da energia, isto é, o princípio da conservação da energia. Utilizando maneiras diferentes da matéria de interagir (forças fundamentais da natureza) e o seu processo de variação da energia, como mostram as Figuras 5, 6 e 7.

Figura 5 – Modo generalizado de ação, G1



Fonte: elaborado pelos estudantes da pesquisa

Figura 6 – Modo generalizado de ação, G4



Fonte: elaborado pelos estudantes da pesquisa

**Figura 7 – Modo generalizado de ação, G3**



Fonte: elaborado pelos estudantes da pesquisa

No processo da terceira ação, segundo Davídov (1988), é a transformação do modelo para estudar suas propriedades de forma pura, ou seja, apreender as relações intrínsecas inerentes ao objeto de estudo. Segundo Freitas (2016), no trabalho com o modelo, os estudantes apreendem a gênese do conceito do objeto, mas a apropriação só se revela para eles quando extraem daí as múltiplas manifestações particulares. Ao introduzir mudanças no modelo, ou seja, na relação geral universal do objeto ou nos nexos conceituais que o constituem, terá como consequência alterações no núcleo desse objeto.

Na mudança da relação geral do conceito energia, os estudantes devem entrar em contradição com o modelo apresentado nas ações anteriores. Os estudantes devem concluir que há uma contradição e que isso descaracteriza a relação geral como ela originalmente deve ser.

A tarefa de estudo desenvolvida nesta ação consistiu na construção de afirmativas e imagens que descaracterizavam a relação geral do núcleo do objeto energia. Além disso, essa tarefa era composta de duas perguntas: *o que há de errado nas afirmativas representadas pelas figuras? Por que a energia se conserva?* Por exemplo, afirmações que não levem em consideração que a energia faz parte de um sistema (conjunto de objetos) e que sua ocorrência se dá pelas suas interações, ou quando falamos “a energia potencial gravitacional de uma pedra” cometemos um erro, sob a ótica da ciência, pois, devido à interação entre a pedra e à Terra – desprezando-se os outros corpos –, a energia está associada ao conjunto formado pelos dois elementos. Outro aspecto importante que podemos apontar no desenvolvimento da terceira ação foi a necessidade dos estudantes de pesquisarem sobre as usinas geradoras de eletricidade,

que não estava previsto para esta ação, para satisfazer a necessidade de solucionar o problema proposto.

O modo investigativo da matéria ensinada, realizado pelos estudantes neste momento, pode implicar no desenvolvimento das ações mentais inerentes ao conteúdo energia. Foi possível registrar evidências do estudante em atividade de estudo, no processo de fazer as tarefas de estudo, ou seja, o objeto satisfazendo a necessidade do sujeito. Durante a pesquisa na internet e também no livro didático do escolar, o conceito de transformação e transferência de energia estava nas explicações sobre o funcionamento das usinas. Alguns estudantes questionaram por que essas palavras estavam nos textos pesquisados e os conceitos como interação e variação não se encontravam. Nesse momento, o regente/pesquisador questionou sobre o significado das palavras “transformar” e “transferência” em relação à proposta debatida sobre o conceito de energia. Os estudantes apresentaram as seguintes respostas:

E15: Professor, pesquisando no dicionário, a palavra transformar significa dar forma a alguma coisa, e a energia não tem forma! Está certo professor?

P: Sim, muito bem! Energia não tem forma!

P: E a palavra transferência?

E22: Professor, a palavra transferência tem o mesmo significado da variação?

P: Não!

E17: Então a palavra variação seria o correto, por que a energia tem variações, cinética, gravitacional e não transferência!

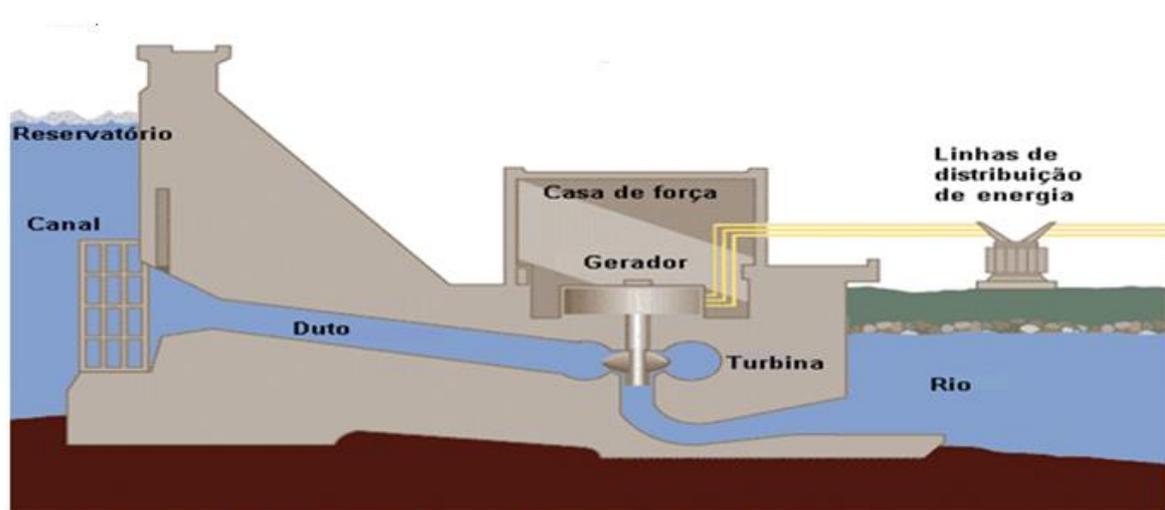
P: Muito bem! O que faz a energia variar?

E27: Uma força!

P: Correto!

A primeira afirmativa denota a ideia de pensar que a energia está contida em um corpo e não devido à interação dos corpos. Dessa interação ocorre a variação da energia do sistema. Na Figura A, *a água possui energia potencial gravitacional e com isso faz a turbina girar.*

**Figura A: Usina hidroelétrica**



Fonte: <https://querobolsa.com.br/enem/fisica/usinas-hidreletricas>

Diante dessa afirmativa, os estudantes devem expressar a alteração na relação geral universal da energia. Nessa tarefa, os escolares responderam no material impresso; no entanto os estudantes tiveram dificuldades para compreender a sua execução. Então o professor estabeleceu um diálogo, a mediação para esclarecimentos e orientações:

E25: Professor, não entendi! O que é para fazer nesta tarefa!

E17: Também não!

E19: Essa está difícil!

P: Vocês vão analisar as afirmativas com base na ideia principal sobre a energia e seus conceitos necessários para sua explicação!

E26: Então a conservação da energia e a interação dos objetos?

P: Correto!

E28: Se tiver alguma coisa que não está certo com a energia eu preciso identificar essa coisa. É isso, professor?

P: Isso! Vamos debater a afirmativa da figura A.

P: O que não está correto na afirmativa, na opinião de vocês?

E25: Para mim a água não tem força. Mas a gravidade faz ela descer com força.

P: Isso! Então tem uma interação entre dois corpos! Correto?

T: Sim!

P: Quais corpos?

E30: A água e a Terra!

P: Com base na explanação do E30, a que conclusão podemos chegar?

E3: Que a água não tem energia, mas a interação água e a Terra?

P: Muito bem!

É possível perceber que as respostas dos estudantes para as primeiras ações de estudo desenvolvidas apresentam elementos sobre a necessidade de relacionar o conceito principal da energia com outros conceitos que orbitam o nuclear da energia. De acordo com Vygotsky,

[...] o conceito científico pressupõe necessariamente a existência de relações entre os conceitos, isto é, um sistema de conceitos. Neste sentido, poderíamos dizer que qualquer conceito deve ser tomado junto com todo o sistema de suas relações de generalidade [...] (VYGOTSKY, 2007, p. 319).

É importante destacar que, no processo de desenvolvimento do pensamento teórico pelos estudantes, os conceitos ainda estavam de forma desarticulada, mas havia elementos importantes da abstração substantiva. É possível apreender que os estudantes da pesquisa conseguiram distinguir alguns aspectos essenciais do conceito energia. Podemos destacar também que as tarefas de estudo propostas para o desenvolvimento das ações indicaram dificuldades durante o desenvolvimento. Alguns estudantes não conseguiram sintetizar que as tarefas de estudo tinham como finalidade compreender o modo generalizado de ação. Ou seja, a assimilação do modo geral do objeto era apenas mais um conceito importante, mas sem anexá-lo a um sistema de conceitos. Talvez, seja plausível que os estudantes da pesquisa estivessem ou ainda estejam “treinados” para resolução de tarefas práticas e lista de exercícios, isto é, neste tipo de tarefa, as relações empíricas do fenômeno investigado é preponderante.

Na sequência do sistema de ações de estudo, podemos perceber avanços em relação à apropriação do modo do pensamento teórico a partir do conteúdo energia, como mostra o Quadro 7.

**Quadro 7 – Processo da generalização substantiva**

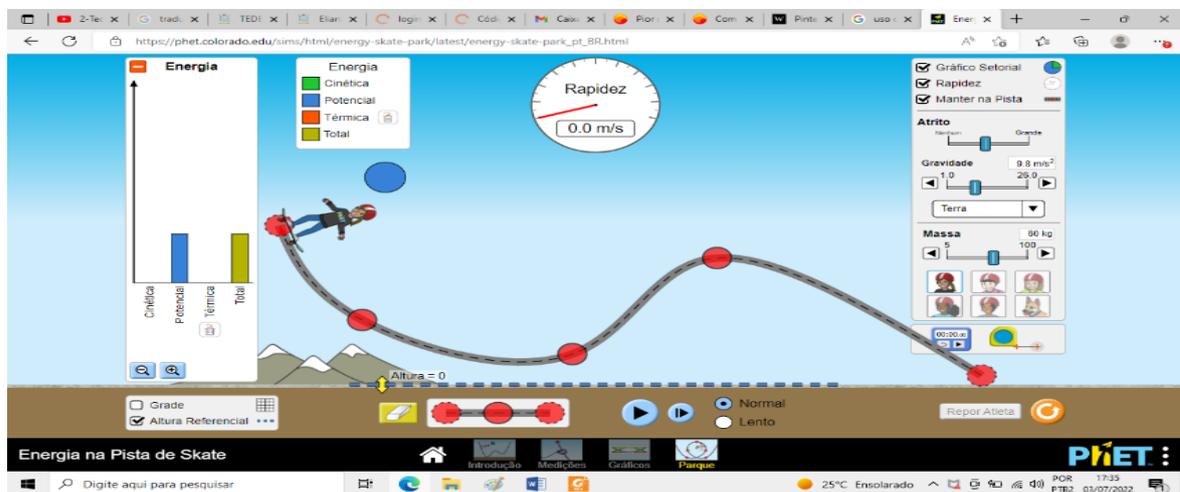
Ações de estudo	Tarefas de estudo	Descrição da síntese dos estudantes	Relação do universal com as situações singulares
<p>4ª ação/objetivo: Resolver problemas singulares a partir do modo generalizado da ação.</p>	<p>Por que o skatista deve estar no ponto mais alto da rampa? Como o princípio da conservação da energia pode ser explicado nesta situação?</p>	<p>Por causa da gravidade puxar ele para baixo e ganhar velocidade; que a energia está conservando. Porque ela só varia, mas ainda ela está lá! O skatista e a Terra têm energia potencial gravitacional, para variar para a cinética a gravidade entra em ação. Enquanto uma vai diminuindo a outra vai aumentando. A térmica aparece pelo contato das rodas do skate e isso é a conservação da energia.</p>	<p>Busca no fenômeno singular a universalidade do conceito energia e seus nexos conceituais (energia potencial gravitacional, força gravitacional, variação da energia e sua conservação).</p>
<p>5ª ação/objetivo: Controle (ou monitoramento) da realização das ações anteriores.</p>	<p>O estudante deve elaborar uma síntese e relacionar os conceitos discutidos nas ações anteriores com situações do seu contexto, da sua realidade.</p>	<p>Minha primeira reflexão sobre o conteúdo é que a energia não é só a eletricidade, tem a potencial gravitacional, a cinética, a eólica. E sempre tem variação da energia, isto é, mudar as configurações. Sobre o engajamento nas tarefas digo que foi muito produtivo porque foi algo diferente da atividade do livro. Tive algumas dificuldades, mas com o tempo</p>	<p>Autoavaliação, reflexão crítica por parte do estudante sobre suas ações e tarefas desenvolvidas anteriormente em comparação com os objetivos de ensino. Além da reflexão do estudante sobre a relação estabelecida com o fenômeno investigado.</p>

		<p>compreendi sobre a energia e como ela está presente no meu dia a dia. Ajudou a compreender melhor sobre energia. Agora faço relação da energia elétrica com outras quando ligo um aparelho em casa. Ela vai variando para térmica, cinética, luminosa. As tarefas também foram desafiadoras e diferentes do livro.</p>	
<p>6ª ação/objetivo: Avaliar se os estudantes internalizaram ou não a relação geral do conceito energia, seus nexos conceituais e o seu modo geral da ação.</p>	<p>Por que Armandinho necessita levar seu carro até o alto do morro?</p>	<p>Porque ele precisa da energia potencial gravitacional para que o carro possa andar e a força fazer ele ganhar velocidade, quando ele desce tem energia cinética, tem variações da energia.</p> <p>Armandinho necessita ir até o alto do morro para o carro dele andar porque o carro precisa da gravidade, de impulso para pegar velocidade. Ele vai ter energia potencial gravitacional que passa para a cinética e também para a térmica, isto é, a variação da energia e a sua conservação.</p>	<p>A relação do universal-particular-singular, a formação do conceito.</p>

Fonte: elaborado pelo autor

A tarefa de estudo da 4ª ação ilustra uma pista de skate de um objeto de aprendizagem que representa as variações da energia cinética, potencial gravitacional e a térmica. Na síntese descrita no Quadro 7, os estudantes apresentam atributos da generalização substantiva, o modo geral de resolver problemas sobre o conteúdo investigado. Para a tarefa dessa ação, propomos os seguintes questionamentos: Por que o skatista deve estar no ponto mais alto da rampa? O que ocorre com as configurações da energia potencial gravitacional, cinética e térmica do sistema (planeta Terra, skate, skatista, rampa de skate e o ar do ambiente) durante a queda do skatista? Como o princípio da conservação da energia pode ser explicado nesta situação?

**Figura: 8 – Pista de skate**



Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/energy-skate-park](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/energy-skate-park)

Na quinta e sexta ação, proposta por Davídov, entendemos que seja o momento da avaliação das ações anteriores e consequentemente do processo de ensino e aprendizagem. Isto é, se a aplicação do experimento didático formativo teve implicações no desenvolvimento do pensamento dos estudantes. Embora todas as ações desencadeadas no experimento fossem avaliadas pelo professor, com a finalidade de reorganizar o ensino, compreendemos a necessidade desse momento.

É possível destacar algumas repostas dos estudantes nos aspectos não só conceituais, mas também no modo como os estudantes se relacionaram com as tarefas.

Na avaliação proposta na 6ª ação voltamos com uma questão do diagnóstico para também perceber indícios na internalização de ações mentais na resolução da tarefa. A pergunta relata a situação: *por que Armandinho, personagem da história em quadrinhos, necessita levar seu carro até o alto do morro?* (Figura 9).

Figura: 9 – Tirinha do personagem Armadinho



Fonte: <https://tirasarmadinho.tumblr.com/post/140234463904/tirinha-original>

Podemos concluir sobre a questão, a partir das sínteses dos estudantes, que não se trata apenas de uma descrição do fenômeno em si, mas um modo geral de explicação envolvendo o conteúdo energia. O diagnóstico mostrou que os estudantes possuíam apenas conhecimentos do cotidiano em relação à Figura 2.

Com base na análise dos dados, a partir das categorias analíticas - zona de desenvolvimento proximal, tarefas de estudo e a abstração-generalização substantivas - é possível perceber a relação entre ensino e desenvolvimento cognitivo dos estudantes participantes da pesquisa. Além disso, há evidências do desenvolvimento do pensamento teórico-científico do estudante, por meio da apropriação do sistema de conceitos sobre o conteúdo energia. A análise dos dados mostra indícios de mudanças no modo de pensar e fazer a leitura sobre o conceito de energia. Quer dizer, o desenvolvimento do pensamento teórico científico por meio dos conceitos, inerentes às relações nucleares sobre o conceito de energia.

Por fim, destacamos que a proposta defendida nesta pesquisa necessita do trabalho coletivo, algo que não aconteceu. São fundamentais o envolvimento e o conhecimento dos professores na perspectiva dos referenciais teóricos da didática desenvolvimental, visto que, esta concepção de ensino se organiza do coletivo para o individual. Com isso, encontramos dificuldades no processo de desenvolvimento de um tipo de pensamento dos estudantes que reflita não só a aparência das coisas, mas que contribua para autotransformação do sujeito, do que se conclui que o processo de formação do pensamento teórico-científico é longo e necessita que outras matérias do currículo escolar e, que a proposta pedagógica da instituição esteja alinhada com a concepção adotada nesta pesquisa. Por exemplo, estudantes de outras turmas questionavam por que só uma turma tinha tarefas interessantes e eles não. Podemos também inferir que esta pesquisa permitiu perceber indícios sobre o desenvolvimento cognitivo, intelectual do sujeito, mas não sobre o desenvolvimento da sua personalidade, o seu desenvolvimento integral, conceito importante da teoria da atividade de estudo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta investigação se organizou a partir da teoria da psicologia histórico-cultural, da teoria da atividade e da didática desenvolvimental, as quais têm seus fundamentos amparados no materialismo histórico dialético. Esta pesquisa teve o objetivo de apreender os indícios de formação do pensamento teórico de estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental, a partir do processo de apropriação do conceito de energia, segundo a organização da didática desenvolvimental. Para tanto, buscou responder ao seguinte problema: *como a teoria do ensino desenvolvimental, pautada na lógica dialética, pode desencadear o desenvolvimento do pensamento teórico científico a partir do conceito energia?*

A pesquisa apontou indícios (quadros 6 e 7) que o desenvolvimento do pensamento teórico necessita da inter-relação entre os pressupostos teóricos da psicologia histórico-cultural, da teoria da atividade e da didática desenvolvimental. Além disso, fica evidente, nos quadros mencionados, que o estudante, diante de uma situação problema envolvendo o conceito de energia, opera-o pelo pensamento, mediado pelo signo (conhecimento teórico) e não mais pelo objeto, para explicar um fenômeno sobre a energia.

A investigação realizada mostrou também que as teorias abordadas oferecem elementos e condicionantes para o seu desenvolvimento em sala de aula. Porém, não é uma relação direta entre teoria e prática, primeiro eu estudo e logo aplico, é o processo de desenvolvimento da competência pela práxis, da unidade dos contrários, é o movimento do pensamento, como explica Kosik,

O método da ascensão do abstrato ao concreto é o método do *pensamento*; em outras palavras, é um movimento que atua nos conceitos, no elemento da abstração. A ascensão do abstrato ao concreto não é uma passagem de um plano (sensível) para outro plano (racional): é um movimento do pensamento e do pensamento (KOSIK, 1969, p. 30).

Na dimensão da práxis, a atividade teórica e prática que transforma a natureza, a sociedade e o próprio sujeito, orienta uma atividade humana, a práxis é carregada de intencionalidade que orienta a própria atividade. Então, aquela competência, ao elaborar projetos, intensões e propostas deve estar fundamentada na unidade teoria e prática, a práxis.

Ademais, consideramos ser uma teoria complexa, que exige tempo, dedicação, reflexão e criticidade. Por exemplo, as tarefas de estudos nessa perspectiva, que têm a finalidade de desenvolver novas capacidades intelectuais, necessitam de aprofundamento por parte do regente/pesquisador, pois encontramos dificuldades na elaboração das tarefas que possibilitem o desenvolvimento mental do sujeito.

O regente/pesquisador, que desenvolveu esta investigação, iniciou seus estudos, em grupo de pesquisa da Universidade Federal de Mato Grosso, sobre o ensino desenvolvimental proposto por Davídov, por um período um pouco maior que dois anos e meio. Além disso, os diálogos e estudos com o professor orientador, ao longo de aproximadamente dois anos, contribuíram com a formação do regente/pesquisador e permitiram o desenvolvimento da pesquisa. Isso quer dizer que foram dadas as condições para realizar leituras e compreender, ainda que se encontra no processo de apropriação, a psicologia histórico cultural, a teoria da atividade e a didática desenvolvimental. Por isso, optamos nessa pesquisa que o pesquisador fosse também o regente, pois na escola participante da pesquisa os professores de Ciências, assim como os demais, não tinham formação sobre as teorias mencionadas neste trabalho.

O que pode corroborar com essa afirmação sobre os professores, é o fato de nos documentos internos oficiais, como a proposta pedagógica da escola, não haver aprofundamento sobre os referenciais teóricos da didática desenvolvimental. Com isso, consideramos a necessidade de a escola promover uma formação continuada para aprofundar a perspectiva adotada na pesquisa, uma vez que o documento referencial curricular do Estado de Mato Grosso faz referências a alguns autores da psicologia histórico-cultural, como, por exemplo, Vygotsky e Leontiev.

A pesquisa também mostrou que não basta que o professor defina categorias e conceitos inerentes ao corpo teórico dessa teoria. É necessário internalizar o conhecimento, modificar o modo de pensamento sobre o fazer pedagógico e, principalmente o seu objeto de estudo, o ensino. Talvez, para estudos futuros, seja possível pensar em uma proposta de formação continuada na perspectiva da teoria da didática desenvolvimental, que atenda o coletivo dos profissionais da educação enquanto projeto político pedagógico.

Com os dados da pesquisa e com a análise elaborada a partir das categorias analíticas elencadas nesta investigação, concluímos que os conceitos como a zona de desenvolvimento proximal (VYGOTSKY, 2007), a estrutura da atividade proposta por Leontiev (2001), o ensino por problemas, as tarefas de estudo (ELKONIN, 2019), a didática desenvolvimental (DAVÍDOV, 1988) e o movimento lógico-histórico do conceito, são elementos fundantes para compreender como ocorre o processo de desenvolvimento do conceito teórico-científico na educação escolar. São elementos que contribuem para o processo de ensino-aprendizagem e o desenvolvimento na matéria de Ciências e, principalmente, para a formação do pensamento do estudante para além do empírico.

Outra contribuição que esta pesquisa mostra para o processo educativo é a organização do ensino pautada na didática desenvolvimental, que possui alguns princípios para a sua

estruturação. Eles se referem à análise do conteúdo, que busca a gênese do conceito, conhecer os estudantes nos aspectos cognitivos e afetivos (motivação) e as práticas socioculturais vivenciadas pelos estudantes (LIBÂNEO, 2012). Foi a partir desses condicionantes que o pesquisador elaborou o experimento didático formativo. Compreender a organização-lógica histórica da organização do conteúdo também foi desafiador para o regente/pesquisador, pois a sua formação inicial, e até pouco tempo, se amparava na organização do conteúdo na lógica formal. Essa lógica dá ênfase na forma externa do conteúdo, nas classificações de conceitos e características comuns do objeto. O processo lógico-histórico do conhecimento se ampara na estrutura da gênese do objeto (KOPNIN, 1978). Essa compreensão não se dá pela simples leitura de um texto, é preciso vivenciar, experienciar, debater com seus pares sobre o que deu origem ao objeto de estudo.

A compreensão de que a conservação da energia é a gênese do conceito energia, e o modo geral da ação para resolver problemas sobre esse conhecimento não se fez pelo caminho percorrido pelos cientistas, mas pela apreensão do conceito que expressa a síntese abstrata do objeto. Na compreensão do nuclear do conceito, há a necessidade da apreensão dos modos investigativos nos quais a ciência a ser ensinada produz seus conteúdos, busca a gênese e seus nexos conceituais a ela inerentes. Por isso, as práticas de ensino desenvolvidas no experimento, tiveram o caráter investigativo como caminho para apreender o nuclear do objeto.

O experimento didático formativo, desenvolvido nesta pesquisa, colocou uma questão fundamental: que relação há entre a didática e o desenvolvimento cognitivo do estudante? Esta é a ideia principal do experimento didático formativo, que investiga o processo de ensino e aprendizagem, organizado intencionalmente e em determinadas condições, se eleva a qualidade da aprendizagem e do desenvolvimento integral dos escolares (AQUINO, 2017). O experimento didático mostrou que não é possível a separação entre o sujeito que investiga, sujeito investigado e objeto da investigação. O desenvolvimento do experimento didático formativo, nesta investigação, mostrou também que a relação entre didática e desenvolvimental psíquico do sujeito depende de várias ações do regente, pautadas pelos elementos e princípios das teorias defendidas nesta investigação. Por exemplo, quando o estudante E7 perguntou por que a energia se conserva, o professor que trabalha em uma perspectiva diferente da proposta referendada nesta pesquisa talvez desse a resposta pronta. Assim, não desperta o desejo, a necessidade, o desenvolvimento do pensamento. Diferentemente, o professor que trabalha na concepção adotada neste trabalho poderia fazer outra pergunta, mas que desse condições para o estudante pensar, analisar e, se possível, responder à questão.

O sistema de ações de estudos na teoria da didática desenvolvimental elaboradas pelo psicólogo e ditada russo Davídov (1988), possibilitou a organização da atividade de ensino e de aprendizagem. As seis ações desenvolvidas no experimento didático formativo se colocaram como processo de mediação didática entre o sujeito da pesquisa e o objeto investigado. Por ser um processo, o caminho das ações não se deu de forma linear, mas em um movimento em que as ações transitam, ou seja, houve momentos em que foi necessário retomar a ação anterior.

A pesquisa denotou indícios que a organização do ensino pautada nos referenciais teóricos da didática desenvolvimental, a partir da apropriação do conteúdo energia, seus nexos conceituais e a sua gênese, promoveu uma mudança no pensamento do sujeito, a apropriação do pensamento teórico-científico, o modo como ele se relaciona com esse conhecimento. Porém, é necessário, nessa concepção de ensino, que o trabalho pedagógico seja pensado e desenvolvido por toda a escola e não apenas por uma disciplina, uma situação pontual. Isso foi uma das limitações verificada nesta investigação, pois, diferentemente da educação pautada pela transmissão do conteúdo, a formação do conceito teórico-científico não se transmite de forma pronta e acabada, mas desenvolve o conceito a partir das ações mentais inerentes a ele, um tipo de pensamento para além da aparência do fenômeno investigado.

Outro aspecto importante da pesquisa se refere ao desenvolvimento do experimento didático formativo em uma turma. Os motivos que levaram para esta situação é o fato de não haver na escola profissionais da educação suficientes para o processo, por exemplo, dos registros em outras turmas, pois a coordenação pedagógica da escola, que participou desse momento, também estava envolvida em outras ações educativas.

Por fim, na introdução deste trabalho, mencionamos o desafio sobre o processo de ensinar (professor), de aprender e desenvolver (estudante) na área da Ciências da Natureza por compreendermos que a formação do professor tem que ser contínua e, muitas vezes carregada de tensões ao longo da sua jornada. Esta pesquisa mostrou a necessidade do docente de se apropriar de teorias didático-pedagógicas críticas no intuito de fortalecer o movimento da tese-antítese-síntese, ação-reflexão-ação. Para consolidar esse processo, os professores devem ter condições materiais e imateriais para superar os desafios apresentados nos últimos anos. Estamos diante de uma situação de precarização do trabalho docente. Somos meros cumpridores de tarefas, treinadores de estudantes, visando os resultados positivos nas avaliações de larga escala. Por isso, é importante que o professor crítico, que se constitui no processo da sua formação, compreenda a educação e o ensino para além do plano pedagógico. É uma prática sociocultural, coletiva e também institucionalizada e que passa por condicionantes externos.

## REFERÊNCIAS

- AQUINO, O. F. O experimento didático-formativo: contribuições de L. S. Vigotski, L. V. Zankov e V. V. Davidov. Fundamentos psicológico-didáticos para um ensino na perspectiva histórico-cultural: a unidade dialética obutchénie-desenvolvimento. In: LONGAREZI, A. M.; PUENTES, R. V. (Orgs.). **Fundamentos psicológicos e didáticos do Ensino Desenvolvimental**. Uberlândia: Edufu, 2017.
- AQUINO, O. F. Influências da pergunta na formação de conceitos científicos: um ensaio de interpretação. **Revista de Didática e Psicologia Pedagógica Obutchénie**. v.1, n.1 jan/abr. 2017, pp.168-186. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/Obutchenie/issue/view/1448>. Acesso em: 19 jun. 2021.
- BITTENCOUR, I. G. de S.; FUMES, N. de L. F. Vivências em Vygotsky: contribuições teórico-metodológicas para análise do contexto histórico-cultural nos estudos com indivíduos. **Educação: Teoria e Prática**. Rio Claro, v. 31, n.64, 2021. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/educacao/article/view/15018/12273>. Acesso em: 20 maio. 2022.
- BRASIL, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira. **Pisa**. 2019. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/pisa>. Acesso em: 02 ago. 2019.
- BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso em: 15 mar. 2021.
- BUCUSSI, A. A. **Introdução ao conceito de energia**. Dissertação de mestrado (mestrado profissional). Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2007.
- CEDRO, W. L. **O espaço de aprendizagem e a atividade de ensino: o clube de Matemática**. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de São Paulo: São Paulo, 2004.
- CHAIKLIN, S. A zona de desenvolvimento próximo na análise de Vigotski sobre aprendizagem e ensino. Tradução Juliana Campregher Pasqualini. **Psicologia em Estudo**. Maringá, v. 16, n. 4, p. 659-675, out. /dez. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pe/a/jCGfKbkrHPCr8KyZD4xjB3C/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 01 jul. 2019.
- DAVIDOV, V.; MÁRKOVA, A. La concepción de la actividad de estudio de los escolares. In: **La psicología evolutiva y pedagógica en la URSS**. (Antología). Biblioteca de Psicología Soviética. Moscú: Progreso, 1987.
- DAVÍDOV, V. V. **La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico: investigación psicológica, teórica y experimental**. Moscou: Editorial Progreso, 1988.

DESENVOLVIMENTO humano e teoria histórico-cultural: aspectos psicológicos e didáticos. Palestrante: Flávia da Silva Ferreira Asbahr e Andréa Maturano Longarezi. Goiânia: Universidade Federal de Goiás (UFG), 2021. 1 vídeo (129 min). Transmitido ao vivo em 21 de setembro de 2021 pelo Canal UFG Oficial. Disponível em:

[https://www.youtube.com/watch?v=hBkps2DrwRg&list=PLTtVU0kdT\\_nIdE9wati3t8ffc10Tl8AI7&index=8](https://www.youtube.com/watch?v=hBkps2DrwRg&list=PLTtVU0kdT_nIdE9wati3t8ffc10Tl8AI7&index=8). Acesso em: 16 out. 2021.

DESCARTES, R. **Princípios da filosofia**. Tradução: João Gama. Lisboa: Edições 70, 1997.

DOMÉNECH, J. L. et al. La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 20, n. 3, p. 285-311, 2003.

ELKONIN, D. B. Questões psicológicas relativas à formação da atividade de estudo. In: PUENTES, Roberto; CARDOSO, Cecília Garcia Coelho; AMORIM, Paula Alves Prudente (org.). **Teoria da atividade de estudo: contribuições de D. B. Elkonin, V. V. Davidov e V. V. Repkin**. Curitiba: CRV; Uberlândia: Edufu, 2019, p. 141-144, 1961.

FACCI, M. G. D. A periodização do desenvolvimento psicológico individual na perspectiva de Leontiev Elkonin e Vigotski. **Educação & Sociedade**. Revista quadrimestral de Ciências da Educação/Centro de Estudos Educação e Sociedade (CEDES), Campinas, v. 24, n. 62, p. 64–81, abr. 2004.

FONTES, D. T. M. **Uma análise do ensino de eletromagnetismo a partir da teoria do ensino desenvolvimental de Davydov**. 2020. 122 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

FRANCO, P. L. J.; SOUZA, L. M. de A.; FEROLA, B. de C. F. Princípios didáticos e movimentos para uma “Obutchénie por Unidades.

**Linhas Críticas**. v.24, p. 475-497, 2019. Disponível em:

<https://periodicos.unb.br/index.php/linhascriticas/article/view/19820>. Acesso em: 12 de set. 2020.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários a prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREITAS, R. A. M. M.. **Pesquisa em didática: o experimento didático formativo**. In: Encontro de Pesquisa em Educação da ANPED Centro-Oeste, 2010, Uberlândia. X Encontro de Pesquisa em Educação da ANPED Centro-Oeste: Desafios da Produção e Divulgação do Conhecimento. Uberlândia, 2010. v. I. p. 1-11.

FREITAS, R. A. M. M.; LIMONTA, S.V. A educação científica da criança: contribuições da teoria do ensino desenvolvimental. **Linhas Críticas: ensino de ciências e matemática**. v.18, nº 35, p. 69-86, jan./abr. 2012. Disponível em:

<https://www.periodicos.unb.br/index.php/linhascriticas/article/view/3841>. Acesso em: 10 de ago. 2019.

FREITAS, R. A. M. M. Ensino por problemas: uma abordagem para o desenvolvimento do aluno. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 403-418, abr./jun. 2012. Disponível

em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/sk8JPtqzGPdVN4jyTXyB7wd/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 25 nov. 2020.

FREITAS, R. A. M. M. A Teoria do ensino para o desenvolvimento humano e o planejamento de ensino. **Revista educativa**. Goiânia, PUC, v. 19. n. 2, p. 388-418, maio/ago. 2016. Disponível em: <http://seer.pucgoias.edu.br/index.php/educativa/article/view/5391/2954>. Acesso em: 07 out. 2019.

GALPERIN, P. Ya. **Sobre la formación de los conceptos y de las acciones mentales**. In: ROJAS, L. Q. La formación de las funciones psicológicas durante el desarrollo del niño. Tlaxcala: Universidade Autonoma de Tlaxcala: 2001.

GAMBOA, S. S. **Projetos de pesquisa, fundamentos lógicos: a dialética entre perguntas e respostas**. Chapecó: Argos, 2013.

BITTENCOURT, I. G. de S.; FUMES, N. de L. F. Vivências em Vygotsky: contribuições teórico-metodológicas para análise do contexto histórico-cultural nos estudos com indivíduos. **Educação: Teoria e Prática**, v. 31, n. 64, 2021. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/educacao/article/view/15018/12273>. Acesso em: 10 fev. 2022.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados**. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt/barra-do-garcas.html>. Acesso em 10 ago. 2021.

KOPNIN, P. V. **A dialética como lógica e teoria do conhecimento**. Tradução Paulo Bezerra. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978.

KOSIK, K. **Dialética do Concreto**. Tradução Célia Neves e Alderico Toríbio. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1969.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade. O caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**. São Paulo, n. 14, vol. 1, p. 85-93, mar. 2000. Disponível em: [http://produtos.seade.gov.br/produtos/spp/v14n01/v14n01\\_09.pdf](http://produtos.seade.gov.br/produtos/spp/v14n01/v14n01_09.pdf). Acesso em: 17 jan. 2022.

LEONTIEV, A. **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa: Horizonte, 1978.

LEONTIEV, A. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. IN: VYGOTSKY, Lev Semenovich.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ícone, 2001.

LENOIR, Y. A intervenção educativa, um construto teórico para analisar as práticas de ensino. Tradução de Joana Peixoto e Cláudia Helena dos Santos Araújo. **Revista Educativa**. Goiânia, PUC, v. 14, n. 1, p. 9-38, jan./jun. 2011. Disponível em: <https://seer.pucgoias.edu.br/index.php/educativa/article/view/1614/1016>. Acesso em: 19 out. 2019.

LIBÂNEO, J. C. A Teoria do ensino para o desenvolvimento humano e o planejamento de ensino. **Revista educativa**. Goiânia, PUC, v. 19. n. 2, p. 353-387, maio/ago. 2016. Disponível

em: <http://seer.pucgoias.edu.br/index.php/educativa/article/view/5391/2954>. Acesso em: 07 de out. 2019.

LIBÂNEO, J. C. SILVA, Eliane. Atividade de estudo e desenvolvimento humano: a metodologia do duplo movimento no ensino. **Revista de Didática e Psicologia Pedagógica**. Uberlândia: EDUFU, v. 5, n. 3, p. 700-725, set./dez. 2021. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/Obutchenie/article/view/59160/32201>. Acesso em: 07 jul. 2021.

LONGAREZI, A. M. Para uma Didática Desenvolvimental e dialética no contexto de escolas públicas brasileiras. **Revista de Didática e Psicologia Pedagógica**. Uberlândia: EDUFU, v.1, n.1, p. 187-230, jan./abr. 2017. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/Obutchenie/article/view/39912/21575>. Acesso em 10 jan. 2019.

Lukács, G. (1967). **Estetica i: la peculiaridad de lo estético**. Barcelona, México, DF: Grijalbo.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MAJMUTOV, M. I. **La enseñanza problémica**. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1983.

MARTINS, L. M. LAVOURA, T. N. Materialismo histórico-dialético: contributos para a investigação em educação. **Educar em Revista**, Curitiba, Brasil, v. 34, n. 71, p. 223-239, set./out. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/75VNGFj5PH5gy3VsPNp3L6t/>. Acesso em: 05 de jan. 2023.

MARENGÃO, L. A. **O Ensino de Física no Ensino Médio: descrevendo um experimento didático na perspectiva histórico-cultural**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2011.

MARZARI, Ma. **Ensino e aprendizagem de didática no curso de Pedagogia: contribuições da teoria desenvolvimental de V.V. Davídov**. 2010. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás: Goiânia, 2010.

MELO, J. M. S. de. História da Educação no Brasil. Coordenação Cassandra Ribeiro Joye. Fortaleza: **Universidade Aberta do Brasil. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará**, 2012. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/207142/2/Historia%20da%20educa%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2022.

MORAIS, A.; GUERRA, A. História e a filosofia da ciência: caminhos para a inserção de temas física moderna no estudo de energia na primeira série do Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 1502-1508, 2013.

MOURA, M. O. et al. Atividade Orientadora de Ensino como unidade entre ensino e aprendizagem. In: MOURA, M. O. (Org.). **A atividade pedagógica na teoria histórico-cultural**. Brasília: Liber livro, 2010. p. 81-110.

NETO, J. P. **Introdução ao estudo do método de Marx**. São Paulo: Expressão Popular, 2011.

PINO, A. **As marcas do humano: às origens da constituição cultural da criança na perspectiva de Lev. S. Vygotsky**. São Paulo: Cortez, 2005.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o Ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5ª Edição. São Paulo: Artimed, 2009.

PUENTES, R. V.; LONGAREZI, A. M. Escola e didática desenvolvimental: seu campo conceitual na tradição da teoria histórico-cultural. **Educação em Revista**. Belo Horizonte v. 29, n. 01, p. 247-271, mar. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edur/a/Dvk4NkTkgnNb4hL8Jrbtz4q/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 jul. 2019.

RUBINSTEIN, S.L. (1973). **Princípios da psicologia geral**. Lisboa: Editorial Estampa.

RUBTSOV, V. A atividade de aprendizagem e os problemas referentes à formação do pensamento teórico dos escolares. In: GARNIER, C.; BEDNARZ, N.; ULANOSVSKAYA, I. (org.). **Após Vygotsky e Piaget: perspectivas social e construtivista - escolas russa e ocidental**. Tradução de Eunice Gruman. Porto Alegre: Artes Médicas, 2003. p. 129-137.

SAVIANI, D. **Escola e democracia: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educação e política!** 32 ed. Campinas: Autores Associados, 1999.

SAVIANI, D. **Educação: do senso comum à consciência filosófica**. Campinas: Autores Associados, 2000.

SFORNI, M.S.F. O método como base para reflexão sobre um modo geral de organização do ensino. In: MENDONÇA, Sueli Guadalupe de Lima; PENITENTE, Luciana Aparecida Araújo; MILLER, Stela Miller (orgs). **A Questão do método e a teoria histórico-cultural: bases teóricas e implicações pedagógicas**. São Paulo: Cortez, 2017.

SFORNI, M. S. F. Interação entre didática e teoria histórico cultural. **Educação e Realidade**, v. 40, n. 2, p. 375-397, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edreal/a/Fx3RsNJtkq8QVxzXWCvYg6p/?lang=pt>. Acesso em: 02 ago. 2019.

SFORNI, M.S.F; SERCONEK, G. C.; BELIERI, C. M. (orgs). **Aprendizagem conceitual e organização do ensino: experimentos didáticos na educação básica**. Curitiba: CRV, 2019.

SILBA-BATISTA, I. C. da; MORARES, R. R. História do ensino de Ciências na Educação Básica no Brasil: do império até os dias atuais. **Revista Educação Pública**, v. 19, nº 26, 22 de outubro de 2019. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/19/26/historia-do-ensino-de-ciencias-na-educacao-basica-no-brasil-do-imperio-ate-os-dias-atuais>. Acesso em: 10 dez. 2021.

TRIVINÕS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo, Atlas S.A., 1987.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Trad. Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VIGOTSKI, L. S. *Psicologia Pedagógica*. Edição Comentada por Guilherme Blanck. Tradução de Cláudia Schilling. Porto Alegre: Artes Médicas, 2003.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. Tradução. José Cipolla Neto; Luís Silveira Menna Barreto; Solange Castro Afeche. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

## **APÊNDICES**

## **APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL**



**EXPERIMENTO DIDÁTICO FORMATIVO: A FORMAÇÃO  
DO PENSAMENTO TEÓRICO A PARTIR DA  
APROPRIAÇÃO DAS RELAÇÕES NUCLEARES SOBRE O  
CONCEITO DE ENERGIA**

André Luiz Fernandes de Oliveira  
Paulo Henrique de Souza

Jataí  
2023



## TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

### Identificação da Produção Técnico-Científica

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Tese   | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação  | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização  | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação  | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input checked="" type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: Material didático / Sequência de Ensino |   |

Nome Completo do Autor: André Luiz Fernandes de Oliveira.

Matrícula: 2021018709507895.

Título do Trabalho: Experimento didático formativo: a formação do pensamento teórico a partir da apropriação das relações nucleares sobre o conceito energia.

### Autorização - Marque uma das opções

- Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_ (Embargo);
- Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- O documento está sujeito a registro de patente.  
 O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.  
 Outra justificativa: \_\_\_\_\_

### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Jataí, 03/09/2023.

Local                      Data



Documento assinado digitalmente  
ANDRE LUIZ FERNANDES DE OLIVEIRA  
Data: 03/09/2023 19:39:39-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

## TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

### Identificação da Produção Técnico-Científica

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Tese   | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação  | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização  | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação  | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input checked="" type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: Material didático / Sequência de Ensino |   |

Nome Completo do Autor: Paulo Henrique de Souza

Matrícula: 1164692

Título do Trabalho: EXPERIMENTO DIDÁTICO FORMATIVO: a formação do pensamento teórico a partir da apropriação das relações nucleares sobre o conceito de energia

### Autorização - Marque uma das opções

- Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_ (Embargo);
- Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2** ou **3**, marque a justificativa:

- O documento está sujeito a registro de patente.  
 O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.  
 Outra justificativa: \_\_\_\_\_

### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

André Luiz Fernandes de Oliveira  
Paulo Henrique de Souza

**EXPERIMENTO DIDÁTICO FORMATIVO: A FORMAÇÃO DO  
PENSAMENTO TEÓRICO A PARTIR DA APROPRIAÇÃO DAS  
RELAÇÕES NUCLEARES SOBRE O CONCEITO ENERGIA**

Produto Educacional vinculado à dissertação: O desenvolvimento do conceito de energia por estudantes dos anos finais do ensino fundamental a partir dos referenciais teóricos da didática desenvolvimental

Autorizo, para fins de estudo e de pesquisa, a reprodução e a divulgação total ou parcial desta dissertação, em meio convencional ou eletrônico, desde que a fonte seja citada.

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)**

Oliveira, André Luiz Fernandes de.

Experimento didático formativo: a formação do pensamento teórico a partir da apropriação das relações nucleares sobre o conceito energia: Produto Educacional vinculado à dissertação O desenvolvimento do conceito de energia por estudantes dos anos finais do ensino fundamental a partir dos referenciais da didática desenvolvimental [manuscrito] / André Luiz Fernandes de Oliveira; Paulo Henrique de Souza. -- 2023.

32 f.; il.

Produto Educacional (Mestrado) – IFG – Câmpus Jataí, Programa de Pós – Graduação em Educação para Ciências e Matemática, 2023.

Bibliografias.

1. Psicologia histórico-cultural. 2. Teoria da atividade. 3. Ensino desenvolvimental. 4. Ensino de Ciências. I. Souza, Paulo Henrique de. II. IFG, Câmpus Jataí. III. Título.

**ANDRÉ LUIZ FERNANDES DE OLIVEIRA**

**EXPERIMENTO DIDÁTICO FORMATIVO: a formação do pensamento teórico a partir da apropriação das relações nucleares sobre o conceito de energia**

Produto educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação para Ciências e Matemática, defendido e aprovado, em 26 de junho de 2023, pela banca examinadora constituída por: **Prof. Dr. Paulo Henrique de Souza** - Presidente da banca / Orientador - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG; **Prof.ª Dra. Vanderleida Rosa de Freitas e Queiroz** - Membro Interno - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG e **Prof.ª Dra. Adda Daniela Lima Figueiredo Echalar** - Membro Externo - Universidade Federal de Goiás – UFG. A sessão de defesa foi devidamente registrada em ata que depois de assinada foi arquivada no dossiê do aluno.

(assinado eletronicamente)

Prof. Dr. Paulo Henrique de Souza  
Presidente da Banca (Orientador - IFG)

(assinado eletronicamente)

Prof.ª Dra. Vanderleida Rosa de Freitas e Queiroz  
Membro Interno (IFG)

(assinado eletronicamente)

Prof.ª Dra. Adda Daniela Lima Figueiredo Echalar  
Membro Externo (UFG)

Documento assinado eletronicamente por:

- **Vanderleida Rosa de Freitas e Queiroz**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 01/08/2023 11:23:23.
- **Adda Daniela Lima Figueiredo Echalar**, Adda Daniela Lima Figueiredo Echalar - 234515 - Docente de ensino superior na área de pesquisa educacional - Ufg (01567601000143), em 26/07/2023 16:04:45.
- **Paulo Henrique de Souza**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 26/07/2023 12:17:15.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 04/07/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 427063

Código de Autenticação: 6eaaff1bfb



**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás**  
Av. Presidente Juscelino Kubitschek, nº 775, Residencial Flamboyant, JATAÍ / GO, CEP 75804-714  
(64) 3514-9699 (ramal: 9699)

**SUMÁRIO**

<b>Apresentação.....</b>	<b>8</b>
<b>O Experimento Didático Formativo.....</b>	<b>9</b>
<b>Estrutura do Diagnóstico.....</b>	<b>11</b>
<b>Sistema de ação de estudo.....</b>	<b>12</b>
<b>1ª ação de estudo.....</b>	<b>13</b>
<b>2ª ação de estudo.....</b>	<b>16</b>
<b>3ª ação de estudo.....</b>	<b>17</b>
<b>4ª ação de estudo.....</b>	<b>18</b>
<b>5ª ação de estudo.....</b>	<b>20</b>
<b>6ª ação de estudo.....</b>	<b>21</b>
<b>Referências.....</b>	<b>22</b>

## **Apresentação**

Prezado professor é com imensa satisfação que apresentamos o produto educacional como resultado da pesquisa de mestrado intitulada “O desenvolvimento do conceito de energia por estudantes dos anos finais do ensino fundamental a partir dos referenciais teóricos da didática desenvolvimental”, cujo objetivo geral foi apreender os indícios de formação do pensamento teórico em estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental, a partir do processo de apropriação do conceito de energia, no contexto da didática desenvolvimental. Esta investigação foi desenvolvida no Programa do Mestrado em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Goiás-Câmpus Jataí. Esse produto educacional trata-se de um experimento didático formativo (EDF), uma proposta de organização de ensino, fruto da investigação teórica-metodológica amparada na perspectiva dos referenciais teóricos da didática desenvolvimental.

O experimento didático formativo (EDF) tem como objetivo materializar uma proposta de ensino para os anos finais do Ensino Fundamental na área da Ciências da Natureza sobre o conceito de energia, com embasamento nos referenciais teóricos da didática desenvolvimental. Esse experimento é o desdobramento da inter-relação dos aspectos filosófico (materialismo histórico-dialético), psicológico (histórico-cultural/teoria da atividade) e didático-pedagógico (didática desenvolvimental). O referencial teórico abordado no experimento é uma concepção de educação escolar crítica pautada nas contradições emanadas da prática social humana. Por isso, professor, é fundamental compreender a distinção entre uma educação escolar emancipatória, transformadora em relação a educação pensada para o mundo do capital.

O experimento didático formativo foi elaborado, partindo da vivência dos estudantes e das suas situações sociais de desenvolvimento (VYGOTSKY, 2007), por meio do diagnóstico. Ao elaborar o experimento, amparamos na teoria da atividade e na sua estrutura (necessidade, motivo, objeto, objetivo, ações e condições) proposta por Leontiev (1978) e, principalmente, no sistema de ações de estudo proposto por Davídov (1988).

O (EDF) está organizado a partir do diagnóstico sobre o modo como os estudantes pensam o conceito de energia, sua leitura de mundo, sua prática social, mediados pelo sistema de conceitos sobre energia no ensino de Ciências Naturais. Logo, com base na análise do diagnóstico, elaboramos o sistema de ações de estudo por meio das tarefas de estudo a partir da resolução de problemas.

Assim, esperamos que esta organização de ensino possa contribuir com a sua práxis, professor. Esta forma de estruturar a atividade de ensino busca desenvolver um tipo de



pensamento, mais especificamente o pensamento teórico-científico do estudante e também do professor.

Bom trabalho!!!!

### **O EXPERIMENTO DIDÁTICO FORMATIVO**

O experimento didático formativo consiste em uma intervenção do profissional da educação no processo de novas formações psicológicas superiores dos estudantes por meio de ações e tarefas de estudos. Este método consiste em investigar a organização do ensino e sua influência sobre o desenvolvimento dos estudantes. Para Vygotsky (2007), o pesquisador tem como finalidade em seu trabalho, apreender a relação entre as tarefas externas e suas implicações sobre o desenvolvimento mental (ações internas) dos escolares. As tarefas de estudo na perspectiva dos referenciais teóricos da didática desenvolvimental, no processo da formação do pensamento teórico, ocupa um lugar central para o desenvolvimento mental do sujeito (DAVÍDOV, 2019). De acordo com Davídov (2019, p. 221), “[...] ao resolver tarefa de estudo, os alunos realizam certo microciclo da ascensão do abstrato ao concreto como forma de assimilação do conhecimento teórico.”

Nessa perspectiva, a investigação sobre o fenômeno/objeto, o processo de aprendizagem e desenvolvimento do sujeito, deve caminhar para a análise do processo de sua gênese histórica (genotípica), para além das suas manifestações externas (fenotípica). “É no estudo dessa gênese que capturamos a natureza e a significação desse fato. Isso equivale a dizer que o procedimento metodológico é histórico-genético, uma vez que o processo de gênese de um fato humano constitui a história desse fato” (PINO, 2005, p. 179). Isso significa dizer que a ideia fundante de Vygotsky foi compreender o caráter histórico do psiquismo humano, ou seja, ele coloca o psiquismo no tempo. Assim, para Vygotsky (2007, p. 33), “Se os processos psicológicos superiores surgem e sofrem transformações ao longo do aprendizado e do desenvolvimento, a psicologia só poderá compreendê-los completamente determinando a sua origem e traçando a sua história”.

Partindo da lógica da constituição da consciência humana pelas relações sociais mediadas pela cultura, resultante de uma necessidade que movimenta a ação humana sob determinadas condições de produção, Vygotsky (1898-1934) e seus colaboradores elaboraram o experimento formativo. Este experimento é uma representação material ou mental que reflete ou reproduz o objeto de investigação, capaz de oferecer novas informações sobre o objeto pesquisado.



Para o desenvolvimento do experimento didático formativo destacamos alguns conceitos fundantes na organização do ensino para o processo de aprendizagem e desenvolvimento do estudante, a saber:

- Zona de desenvolvimento proximal (VYGOTSKY, 1997);
- Conceitos espontâneos e científicos (VYGOTSKY, 1997);
- A estrutura (necessidade, motivo, objeto, objetivo, ações e condições) da teoria da atividade, (LEONTIEV, 1978);
- Tarefas de estudo (ELKONIN, 2019);
- Conhecimento empírico, conteúdo teórico científico, abstração-generalização substantivas (DAVÍDOV, 1988);
- Sistema de ações de estudo (DAVÍDOV, 1988).

O plano de ensino, dentro do experimento formativo, é o eixo articulador para sua organização e aplicação (AQUINO, 2017). Nesse plano deve estabelecer a articulação coerente entre os objetivos, conteúdo, os métodos, as condições e os recursos necessários para trabalhar os conhecimentos sistematizados. A organização e a aplicação do experimento formativo, sobretudo as ações de estudo (DAVÍDOV, 1988) não se constituem de forma separada, também não se trata de passos ou etapas, mas são processos que ocorrem na totalidade. A metodologia utilizada no plano de ensino, com base na perspectiva dos referenciais teóricos da didática desenvolvimental é o ensino por problemas (FREITAS, 2012). Para Saviani (2000), o problema não é uma questão qualquer, como se fosse apenas uma situação desconhecida, mas algo que necessita ser conhecida. “Trata-se de uma necessidade que se impõe objetivamente e é assumida subjetivamente” (SAVIANI, 2000, p. 16).

Para Sforzi (2017), o ponto de partida para o planejamento de ensino é analisar o nuclear do objeto investigado, o sujeito da aprendizagem e os seus processos afetivos-cognitivos a serem mobilizados.

O nuclear do objeto se refere ao movimento lógico-histórico do objeto. Isto é, investigar a origem do fenômeno enquanto instrumento simbólico produzido para compreender a realidade objetiva (SFORZI, 2017).

Conhecer o nível real de desenvolvimento dos estudantes e o que ainda eles não conseguem realizar individualmente uma tarefa, são aspectos fundamentais para a organização do ensino. Além de conhecer suas práticas sociais em relação ao conteúdo a ser ensinado (SFORZI, 2017).



A motivação, enquanto aspecto do processo afetivo-cognitivo do estudante, pode ser desencadeada por meio do ensino por problemas. São problemas que busquem a gênese do objeto, que coloquem em contradição o conhecimento real do sujeito com que está sendo proposto (SFORNI, 2017).

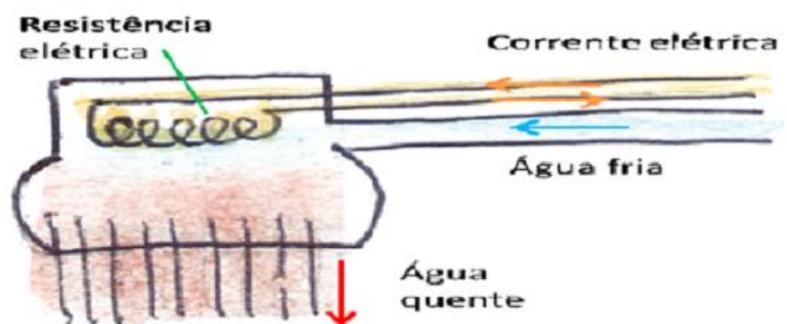
A organização do ensino teve início com a elaboração e aplicação do diagnóstico (60 minutos para os estudantes responderem) em relação aos saberes e o modo de pensamento do estudante sobre o conceito de energia e seus nexos conceituais, a saber:

### ESTRUTURA DO DIAGNÓSTICO

1) O conceito de energia é muito utilizado nos meios de comunicação, no ambiente familiar, na escola e em tantos outros espaços. Com isso, ela é mencionada para representar diversas situações do cotidiano de muitas pessoas. Por exemplo, uma notícia de jornal “Brasileiros recorrem à energia solar para escapar dos aumentos na conta de luz” (CASTRO, 2022); uma orientação de um adulto sobre a importância de se alimentar para dar energia ao corpo ou quando uma residência fica sem luz e alguém diz: acabou a energia. Após esta explanação, explique em que situações você utiliza o conceito energia? Por quê?

2) Como explicar, a partir da Figura 1, o funcionamento do chuveiro elétrico, já que, a entrada da água no aparelho tem uma temperatura menor do que a de saída?

Figura: 1



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

3) Por que Armandinho, na Figura 2, personagem da história em quadrinhos, necessita levar seu carro até o alto do morro?

Figura: 2



Fonte: <https://tirasarmandinho.tumblr.com/post/140234463904/tirinha-original>



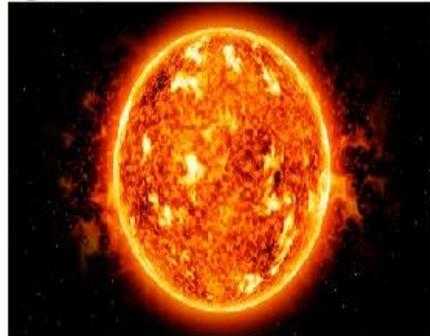
4) Nas figuras abaixo, identifique ou não presença de energia e **argumente** cada resposta. (Situações: um fogão em funcionamento, imagem do sol feita por uma espaçonave, um ferro elétrico ligado e uma pessoa andando de bicicleta).

Figura: 3



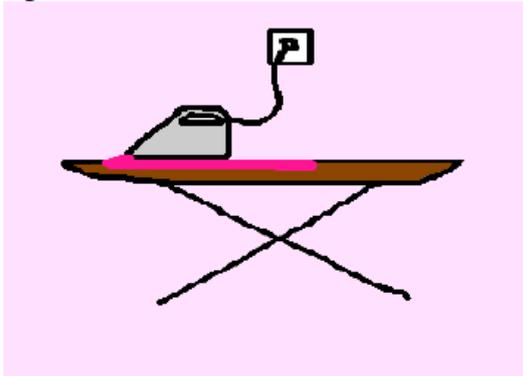
Fonte: <http://www.if.usp.br/gref/termo/termo2.pdf>

Figura: 4



Fonte: <https://programadoresbrasil.com.br/2020/07/nova-foto-do-sol-divulgada-pela-nasa/>

Figura: 5



Fonte: <https://gartic.com.br/thay1234/desenho-jogo/ferro-de-passar-roupa>

Figura: 6



Fonte: <https://www.gettyimages.com.br/ilustra%C3%A7%C3%B5es/adult-riding-kids-bike>

5) “Pior seca em quase um século aprofunda crise energética no Brasil”, esse é o título da reportagem, exibida pelo site UOL no dia 01/09/2021, sobre a iminência de passarmos por racionamento de energia elétrica. De acordo com notícia, “A crise se tornou palpável para os consumidores na conta de luz, que voltou a subir na terça-feira, 31/10/2021, em quase 7% para cobrir os custos de produção de outras fontes alternativas mais caras e importantes”. Por que passamos por crise energética em períodos com pouca chuva?

Com as informações do diagnóstico e análise das respostas dos estudantes elaboramos as tarefas de estudo com base no sistema de ações de estudo de Davídov (1988):



Sistema de ações de estudo	Conteúdo/conceitos	Objetivos de aprendizagem /ações mentais desenvolvidas	Procedimentos/recursos didáticos	Condições	Avaliação
<p><b>1ª Ação:</b> Transformação dos dados da tarefa de aprendizagem com a finalidade de revelar a relação universal do conceito energia.</p>	<p>1ª, 2ª, 3ª, 4ª e 5ª aulas/ 55 minutos por aula. Movimento lógico-histórico da elaboração do conceito Energia e o princípio da sua conservação. Não se trata de uma narrativa histórica apresentada aos estudantes, mas sim, tarefas de aprendizagem, no modo de situações-problema, que possibilitam criar situações semelhantes que gestaram a necessidade e que deu origem a elaboração do conceito. Nesse momento é importante destacar a apropriação, por parte dos estudantes, dos nexos conceituais, aqueles conceitos que orbitam, desenvolve e formam o conceito mais geral, contendo, a lógica, a história, as abstrações e formalizações</p>	<p>Aprender que a conservação da energia, algo que permanece constante, é a gênese do conceito energia. É a partir desta apropriação, por meio de leitura de textos, vídeos e experimentos, que os estudantes sejam capazes de relacionar os conhecimentos do seu cotidiano com o científico, além de possibilitar a abstração (análise, síntese) e a generalização, ou seja, descobrir a lei de formação da unidade interna do objeto. Para tanto é necessário a apropriação das relações teóricas inerentes ao princípio da conservação da energia: interação, variação, movimento, sistema, configuração e dissipação da energia.</p>	<p>1ª e 2ª aulas – Apresentação do filme: “O menino que descobriu o vento” <b>Operação 1:</b> a) Apresentar as seguintes perguntas para os estudantes:  1) Por que ao girar a hélice do aparato construído no filme, faz a bomba d`água funcionar?  2) Como relacionar o funcionamento do liquidificador (quando ligado ele faz “barulho”, aquece e ainda faz</p>	<p>Os estudantes deverão assistir o filme na sala de aula. Para isso, será necessário a utilização do projetor de imagem, caixa de som e computador para a exposição em sala. Logo, será distribuído os textos para os grupos, relacionando com as questões investigativas e o filme. No final, a</p>	<p>O professor deve analisar os acertos, os erros e discutir sobre as respostas que os estudantes pensaram. Os grupos devem apresentar seus argumentos e suas reflexões. O professor, a partir da exposição dos grupos, deve inferir e registrar no quadro como os estudantes estão pensando, atuando mentalmente com os conceitos discutidos.</p>



	<p>do pensamento humano na sistematização do conhecimento. São eles: a interação, a variação, o movimento, o sistema, a configuração e a dissipação da energia.</p>		<p>girar/movimentar as lâminas para triturar os alimentos) com o moinho construído pelo personagem William?</p> <p>Durante as discussões sobre as perguntas, o professor pode, se necessário, propor outras perguntas guias com o intuito de orientar o modo do pensamento sobre o princípio geral e seus nexos conceituais. Por exemplo, por que os objetos do aparelho construído no filme estão organizados daquela maneira? É possível a bomba d'água funcionar sem a bateria? Por quê? Quais conceitos apresentados nos textos que se</p>	<p>socialização de cada grupo.</p>	
--	---	--	--	------------------------------------	--



			<p>relacionam com outros aparelhos do filme?</p> <p>b) Os estudantes, com a orientação do professor, vão assistir ao filme “ O menino que descobriu o vento”, para analisar os aspectos relacionados com a energia e seu princípio da conservação;</p> <p><b>Operação 2:</b> 3ª aula: leitura orientada dos textos em pequenos grupos: “ Energia essencial” e “A Energia em nossas vidas”.</p> <p><b>Operação 3:</b> 4ª e 5ª aulas:</p> <p>a) Responder as perguntas apresentadas no</p>		
--	--	--	--	--	--



			<p>início da operação 1.</p> <p><b>b) Socialização das respostas elaboradas pelos grupos de estudantes.</b></p>		
<p><b>2ª Ação:</b> Modelação da relação universal do conceito energia.</p>	<p>6ª, 7ª e 8ª aulas / 55 minutos por aula. A Modelação como meio do pensamento científico. O modelo pode ser pensado como um sistema representado mentalmente ou realizado materialmente que, refletindo ou reproduzindo o objeto de investigação, é capaz de substituí-lo de modo que seu estudo nos dê uma nova informação sobre este objeto. O modelo pode ser expresso em forma literal, gráfica ou objetivada. Deve modelar/criar/reproduzir a relação geral universal do objeto.</p>	<p>Representar de forma criativa, com variadas formas de expressão, a relação geral universal do conceito energia. É uma representação mental objetivada pela modelação. A modelação é uma abstração, na qual as relações fundamentais do objeto estão localizadas nos enlces e relações visualmente perceptíveis, por meio de maquetes, experimentos ou desenhos.</p>	<p>6ª e 7ª aulas – <b>Operação 1:</b> Em grupo, os estudantes vão construir um modelo que represente o princípio geral do conceito energia. A partir do questionamento, como representar o princípio nuclear sobre energia por meio de maquetes, experimentos ou desenhos? Os estudantes devem explicar, oralmente e por escrito, a relação do modelo com o princípio nuclear da energia e seu sistema de conceitos. Esta tarefa é em grupo,</p>	<p>Serão distribuídos alguns materiais necessários aos grupos, como, por exemplo, folhas sem pauta, lápis de cor, pilha, fio, uma lâmpada de LED e moedas. Com a orientação do professor os estudantes vão montar um circuito elétrico. Nesta</p>	<p>Nesta tarefa, durante a construção dos modelos e das apresentações dos grupos, o professor deve avaliar, por meio de registros no seu caderno campo ou áudio, se os estudantes conseguiram relacionar o modelo construído com a relação nuclear do objeto.</p>



			mas a produção escrita é individual. <b>Operção2:</b> 8ª aulas - Logo, um representante de cada grupo deverá apresentar as suas explicações, as ações que levaram a construção do modelo.	tarefa é necessário que o professor discuta com os grupos sobre a relação geral do conceito energia com as questões iniciais apresentadas na 1ª ação.	
<b>3ª Ação:</b> Transformação do modelo para estudar as propriedades intrínsecas do conceito energia.	9ª, 10ª e 11ª aulas - A transformação do modelo tem a função de possibilitar aos estudantes o estudo das propriedades – relações teóricas- da relação universal em seu aspecto concreto e não apenas abstrato (DAVIDOV, 1988, p. 189). Freitas (2016), explica que o trabalho com o modelo, os escolares apreendem o nuclear do conceito, mas a adequação do “núcleo” ao objeto só se revela para eles quando extraem daí as múltiplas	Compreender as relações intrínsecas ou propriedades que se constituem as estruturas do objeto energia. Com isso, uma mudança na relação geral do conceito energia, os estudantes devem entrar em contradição com o modelo apresentado nas ações anteriores. Os estudantes devem concluir que há uma contradição e que isso descaracteriza a relação geral como ela originalmente deve ser. Por exemplo, apresentar algumas imagens que não levem em consideração que a energia faz parte de um sistema (conjunto de objetos) e sua ocorrência se dá pelas suas interações. Quando falamos, “a energia potencial	<b>Operação 1:</b> Apresentar aos estudantes, algumas situações com imagens que requererão deles uma explicação, uma conclusão de que há uma contradição e que isso descaracteriza a relação geral do objeto. Por meio de da pergunta: O que está errado nas situações apresentadas? Por quê? A explicação deverá ser feita no caderno da disciplina do estudante. <b>Operação 2:</b>	Os estudantes devem observar e analisar as situações que contrapõem a relação geral básica do conceito energia e também as relações sociais, econômicas e ambientais. Esta tarefa será	O professor deve avaliar, por meio de registros no seu caderno de campo ou áudio, se os estudantes conseguiram compreender na transformação do modelo e suas implicações na relação geral do objeto. Deve-se registrar também, como os estudantes leem o mundo a partir das contradições sociais, políticas,



	<p>manifestações em situações particulares. Qualquer transformação em um dos elementos nucleares que constituem o geral do conceito energia implicará em alterações que o descaracterizam sua gênese.</p>	<p>gravitacional de uma pedra”, cometemos um erro, sob a ótica da ciência. Devido à interação entre a pedra e à Terra – desprezando-se os outros corpos –, a energia está associada ao conjunto formado pelos dois elementos.</p>	<p>Após a tarefa anterior, os grupos deverão apresentar, socializar suas ideias, argumentos sobre as imagens apresentadas, dando ênfase nas contradições identificadas nas situações particulares.</p>	<p>feita com material impresso apresentando as situações singulares. O estudante deve registrar no seu caderno as suas conclusões e implicações da transformação do modelo.</p>	<p>econômicas e ambientais apresentadas no filme.</p>
<p><b>4ª Ação:</b> Construção do sistema de tarefas particulares que podem ser resolvidas por um procedimento geral.</p>	<p>12ª, 13ª, 14ª aulas – Os estudantes deverão resolver tarefas singulares com vínculo na relação geral e universal do objeto, um modo geral de ação. Com isso, os estudantes devem identificar a relação nuclear nas situações singulares que representem o fenômeno estudado. Nas tarefas que representam as situações singulares, por meio de problemas de aprendizagem,</p>	<p>Resolver problemas particulares a partir da aplicação do conceito energia e o princípio da sua conservação. O professor deve elaborar tarefas singulares que podem ser resolvidas por um modo geral apropriados pelos estudantes. O estudante deve apresentar e explicar a relação nuclear do objeto energia nas situações singulares. Por exemplo, propor a solução de tarefas a partir do objeto de aprendizagem pista de skate interativa ou Energy Skate Park. (Disponível em: <a href="http://phet.colorado.edu/pt_BR/contribu">http://phet.colorado.edu/pt_BR/contribu</a></p>	<p>12ª, 13ª e 14ª aulas – <b>Operação 1:</b> Serão apresentadas, aos estudantes, tarefas que representem situações singulares e que expressem a relação universal do objeto de estudo: <b>a) Tarefa 1:</b> A partir do objeto de aprendizagem, pista de skate interativa, o estudante deverá ser</p>	<p>Os estudantes serão orientados em cada uma das tarefas sobre os materiais necessários e as questões propostas. Para as tarefas 1 e 3, realizada em grupo, ela pode ser projetada para que todos os</p>	<p>O professor deve avaliar se os estudantes conseguem realizar as tarefas, responder as perguntas, a partir do princípio geral do objeto energia, a sua conservação e seu sistema de conceitos para explica-las.</p>



	<p>deve destacar o sistema de conceitos, os nexos conceituais a qual estabelece a estrutura do conceito nuclear sobre energia.</p>	<p><a href="#">tions/view/3513</a>). Outro aspecto importante é diversificar as tarefas, ou seja, as situações singulares que expressem a relação nuclear do conceito energia.</p>	<p>capaz de responder os seguintes questionamentos - o que faz o skatista chegar com a velocidade maior do que no início do seu movimento na rampa? O que ocorre com a configuração (potencial e cinética) do sistema?</p> <p><b>b) Tarefa 2:</b> Debater o texto, “Pior seca em quase um século aprofunda crise energética no Brasil”, a partir dos seguintes questionamentos: por que passamos por essa crise em períodos com pouca chuva? Como resolver ou minimizar esta situação?</p>	<p>estudantes tenham acesso a simulação e ao momento do filme. Todas as perguntas serão impressas e distribuídas para os estudantes.</p>	
--	--	--	--	--	--



			<p><b>c) Tarefa 3:</b> Por que ao girar a roda da bicicleta, mostrado no filme da 1ª tarefa, a lâmpada acende?</p>		
<p><b>5ª Ação:</b> Controle (ou monitoramento) da realização das ações anteriores</p>	<p>15ª aula – Esta ação tem a finalidade de assegurar a realização plena e a execução correta das ações e suas correspondentes operações, determinando se o estudante está correspondendo aos objetivos e às condições estabelecidas nas tarefas. Essa etapa, mas não só ela, permite aos estudantes verificarem se estão aprendendo sobre o modo geral da ação na solução de problemas. Esta ação não deixa de ser uma autoavaliação, professor e estudante.</p>	<p>O estudante deve fazer uma síntese: um texto, desenho, ou vídeo relatando sobre o conceito energia e seu princípio de conservação e suas relações teóricas. Nesta síntese, deve relacionar os conceitos discutidos nas ações anteriores com situações do seu contexto, da sua realidade. Os estudantes devem fazer uma reflexão consciente e crítica sobre suas ações, se estão realizando ativamente, as suas operações e condições para sua consolidação. Assim, identificam, também, se é necessário rever, refazer, retomar ou redirecionar determinada ação.</p>	<p>15ª aula – <b>Operação 1:</b> Tarefa - cada estudante deverá produzir uma síntese, com a orientação do professor, se necessário, sobre o desenvolvimento das ações anteriores realizadas por ele. Os estudantes devem fazer uma reflexão consciente e crítica sobre suas ações, se estão realizando ativamente, as suas operações e condições para sua consolidação. Além disso, o estudante deve relacionar os conceitos discutidos nas ações anteriores com</p>	<p>Os estudantes receberão uma folha com pauta ou sem pauta, dependendo da tarefa (texto, mapa mental, desenho). Para a produção do vídeo será disponibilizados os materiais/objetos necessários.</p>	<p>O professor deve avaliar a produção dos estudantes durante todo o processo da 5ª ação, assim como em todas as anteriores, se apropriaram da relação nuclear sobre energia e seus nexos conceituais, além de analisar seu modo da ação geral com o conceito na resolução das situações singulares.</p>



			situações do seu contexto, da sua realidade.		
<b>6ª Ação:</b> Avaliação da aprendizagem	16ª aula – Avaliação, individual do estudante, sobre a internalização ou não a relação geral do conceito energia, seus nexos conceituais e o seu modo da ação geral com o conceito.	Avaliar se os estudantes internalizaram ou não a relação geral do conceito energia, seus nexos conceituais e o seu modo geral da ação. Ou seja, avaliar como os estudantes estão atuando mentalmente, como estão pensando e como explicam fenômenos relacionados com a energia.	16ª aula - <b>Operação 1: tarefa 1:</b> o professor pode apresentar as questões do diagnóstico e solicitar aos estudantes a resolução das questões.	Os estudantes irão receber as questões iniciais impressas para que possam responder individualmente.	O professor deve avaliar se os estudantes internalizaram o ou não a relação geral do conceito energia, seus nexos conceituais e o seu modo geral da ação. Ou seja, avaliar como os estudantes estão atuando mentalmente, como estão pensando e como explicam fenômenos relacionados com a energia.



## REFERÊNCIAS

DAVÍDOV, V. V. **La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico**: investigación psicológica, teórica y experimental. Moscou: Editorial Progreso, 1988.

FREITAS, R. A. M. M; LIMONTA, S.V. A educação científica da criança: contribuições da teoria do ensino desenvolvimental. **Linhas Críticas: ensino de ciências e matemática**. v.18, nº 35, p. 69-86, jan./abr. 2012. Disponível em: <https://www.periodicos.unb.br/index.php/linhascriticas/article/view/3841>. Acesso em: 10 de ago. 2019.

SAVIANI, D. **Educação: do senso comum à consciência filosófica**. Campinas: Autores Associados, 2000.

SFORNI, M.S.F. O método como base para reflexão sobre um modo geral de organização do ensino. In: MENDONÇA, Sueli Guadalupe de Lima; PENITENTE, Luciana Aparecida Araújo; MILLER, Stela Miller (orgs). **A Questão do método e a teoria histórico-cultural**: bases teóricas e implicações pedagógicas. São Paulo: Cortez, 2017.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. Tradução. José Cipolla Neto; Luís Silveira Menna Barreto; Solange Castro Afeche. São Paulo: Martins Fontes, 2007.



## TAREFAS DE ESTUDO

**1ª Ação:** Transformação dos dados da tarefa de aprendizagem com a finalidade de revelar a relação universal do conceito energia.

Problema 1: Por que ao girar a hélice do aparato construído no filme, faz a bomba d'água funcionar?

Problema 2: Como relacionar o funcionamento do liquidificador (quando ligado ele faz “barulho”, aquece e ainda faz girar/movimentar as lâminas para triturar os alimentos) com o moinho construído pelo personagem William?

**Texto como suporte teórico para 1ª ação: “A energia em nossas vidas”**

**Texto (adaptado): A energia em nossas vidas**

André Luiz Fernandes de Oliveira

Mestrando em Educação para Ciências e Matemática pelo IFG/Jataí

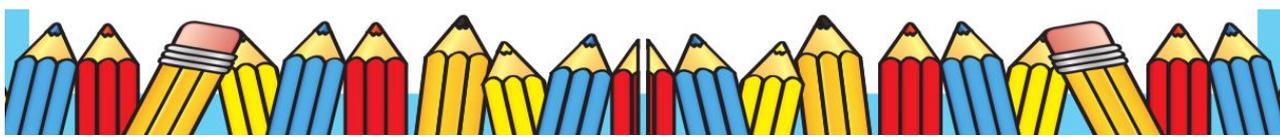
Texto elaborado a partir do estudo logico-histórico

Alguns conceitos físicos são tão fundamentais e profundos que perpassam diversas áreas do conhecimento. Um deles, sem dúvida, é o conceito de energia, um dos mais centrais nas ciências naturais, como a física, a química e a biologia. Usamos a palavra ‘energia’ em nosso cotidiano em diferentes contextos. Por exemplo, ao reclamarmos da alta de preços da energia elétrica ou ao empregarmos o termo em sentido figurado, como ‘força física ou moral’, ‘firmeza no modo de agir’ ou ‘rigor’, comer alimentos para dar energia. e tantas outras expressões utilizando o termo energia.

Chamo a atenção para a palavra “energia”. Nesse contexto, ela é utilizada como sinônimo de alegria, disposição, vigor, veemência ou vontade. Ter energia é participar com intensidade dessa festa popular. O período do horário de verão – que se inicia em plena primavera – terminou no dia 14 de fevereiro de 2009 (início, 19 outubro de 2008) e teve como objetivo diminuir o consumo de energia, principalmente no horário de pico (das 18h às 20h). Durante o tempo em que vigora, esse tipo de medida normalmente gera uma economia equivalente ao desligamento de uma cidade de médio porte, embora pouco percebida no valor da nossa conta de energia elétrica, que é cobrada em kWh (quilowatt-hora) e calculada pela expressão:  $E = P \cdot T$ . no qual P é a potência (variação da energia, por exemplo variação da energia elétrica para energia térmica) e T, o tempo de funcionamento do aparelho medido em horas.

Por outro lado, encontramos nas embalagens de alimentos o valor energético do produto em calorias ou joules. Muitos ficam preocupados com esses valores. Normalmente os alimentos mais energéticos costumam ser os mais desejados. Ninguém resiste a pudim que tem milhares de calorias. E se não gastamos toda a energia que ingerimos dos alimentos, ela fica armazenada geralmente na região do abdômen na forma de gordura.

Energia, em seu sentido estrito, é um termo muito comum ao nosso vocabulário e é empregado com muitos adjetivos: energia elétrica, energia nuclear, energia química, energia solar, entre outros. Mas talvez ele seja pouco compreendido pela maioria das pessoas. Afinal, sabemos realmente o que é energia?



## Conceito científico central

O conceito de energia é um dos mais centrais das ciências naturais. Ele é empregado em praticamente todas as áreas, como a física, a química e a biologia. Em particular, os modelos e teorias da física são alicerçados nesse conceito. Contudo, o termo energia é relativamente recente no contexto em que ele é empregado nas teorias físicas, tendo aparecido apenas em meados do século 19, assim como a ideia de que algo permanece constante. O nosso universo é composto de dois elementos principais: matéria e energia.

O primeiro é fácil de conceituar (pelo menos à primeira vista), pois a matéria é tangível (palpável, tocável) e visível ao nosso olhar. Podemos tocá-la, senti-la e observá-la diretamente. Já a energia é algo abstrato, que somente percebemos quando está em um processo de variação. Embora esteja localizado a cerca de 150 milhões de quilômetros da Terra, o Sol é nossa principal fonte de energia.

Ao utilizarmos um automóvel, por exemplo, a energia acumulada nas ligações químicas das moléculas que compõem o combustível é liberada devido a uma explosão que ocorre no interior do motor. Durante esse processo, parte dessa energia fará com que o automóvel se movimente, mas outra parte será e liberada para o meio ambiente, aumentando a temperatura do seu entorno.

A energia que absorvemos dos alimentos tem origem no Sol. Embora esteja a cerca de 150 milhões de quilômetros de distância, o astro-rei continua sendo a principal fonte energética de nosso planeta. Essa energia, que chega à Terra na forma de ondas eletromagnéticas, surge devido aos processos de fusão nuclear que ocorrem no interior do Sol. Basicamente, o processo envolve quatro núcleos de átomos de hidrogênio que, após diversas reações de fusão nuclear, se transformam em um núcleo de hélio. Esse processo gera um saldo energético, que surge da transformação da matéria em energia, como postula a mais famosa equação da física, proposta por Albert Einstein (1879-1955):  $E = mc^2$ , na qual E é a energia, m a massa e c a velocidade da luz.

Ao chegar aqui na Terra, a luz do Sol é utilizada pelas plantas no processo de fotossíntese e armazenada nas ligações químicas das moléculas resultantes, que posteriormente iremos ingerir nos alimentarmos.

## Energia e a variação das configurações do sistema

Nos exemplos citados acima, podemos perceber também uma das características mais importantes da energia: o fato de ela se conservar, ou seja, durante os processos, ela pode adquirir diversas configurações<sup>9</sup> (térmica, elétrica, química, gravitacional, cinética) do sistema (conjunto de objetos), mas a sua quantidade total ainda permanece constante. Infelizmente, outra característica da variação da energia é que nem sempre há uma variação da configuração para uma energia útil. É o que acontece com o calor gerado na combustão, que se dissipa no motor do carro, ou o produzido pelo nosso próprio organismo, que é simplesmente liberado para o meio externo.

A energia, enquanto grandeza física, é mensurável. Contudo, não podemos medi-la de maneira absoluta, apenas relativa. Sempre estamos medindo a sua variação. O valor que recebemos na conta de energia elétrica, por

<sup>9</sup> Atribuir forma a algo ou de passar a possuir determinada representação: configuração atual do planeta Terra; Forma exterior, aspecto, figura, aparência: configuração de um terreno.



exemplo, expressa a potência (em watts) gasta durante certo intervalo de tempo (hora). A potência é definida como a taxa de variação da energia por unidade de tempo. Por sua vez, a unidade de energia definida como padrão é o joule. O termo calorias, muito comum para quantificar a energia de alimentos e para formular dietas, equivale a 4,184 joules.

Podemos compreender a energia como algo que pode modificar a matéria e transformá-la nas mais diversas configurações. A energia, de acordo com Gomes (2015, p. 761), “[...] *está associada à configuração de um sistema e às interações que essa configuração permite. Desse modo, não faz sentido falar em energia de um objeto isolado, além de não ser possível determinar de modo absoluto a energia de um sistema, somente a sua variação*”. Essas variações ocorrem devido à ação das interações fundamentais da natureza, como a força gravitacional (que nos mantém presos sobre a superfície da Terra e faz com que as galáxias se movam através do espaço), a força eletromagnética (responsável pelas interações entre os átomos e moléculas, bem como pela existência da luz), a força nuclear forte (que confere estabilidade ao núcleo atômico) e a força nuclear fraca (que controla processos de decaimento radioativo).

No caso da fusão nuclear no interior do Sol, é a força nuclear forte que atua. Já o processo de fotossíntese é conduzido pela força eletromagnética.

Diante da variedade de configurações que a energia pode assumir, podemos chegar a uma simples conclusão sobre sua definição. Para Doménech *et al.* (2003), devemos associar a noção de energia com a configuração de um sistema e às interações que essa configuração permite. Embora esse termo que tanto utilizamos tenha diferentes significados, em sua essência ele indica sempre a mesma coisa: um processo da variação das configurações do sistema (conjunto de objetos), algo que permanece constante.

**2ª Ação:** A Modelação é um sistema representado mentalmente ou realizado materialmente que, refletindo ou reproduzindo o objeto de investigação, é capaz de substituí-lo de modo que seu estudo nos dê uma nova informação sobre este objeto. O modelo pode ser expresso em forma literal, gráfica ou objetivada. Deve modelar/criar/reproduzir a relação geral universal do objeto de estudo ou o conteúdo. A modelação tem a possibilidade de ser representada por meio de maquetes, experimentos, objeto de aprendizagem ou um desenho.

#### **Elaboração do modelo (orientação):**

- Cada grupo formula o modelo representativo da relação geral e universal da energia utilizando esquemas, desenhos, maquetes ou experimentos;
- Os grupos apresentam seu modelo, isto é, explicam o caminho percorrido para a conclusão da tarefa, no qual deve ser discutido pelos demais sendo sugeridas correções e alterações, se necessário;
- Ao fim da tarefa de estudo os estudantes devem chegar a relação geral e universal da energia.

Como representar a relação geral e universal sobre o conceito energia por meio de maquetes, experimentos, objeto de aprendizagem, ou um desenho?

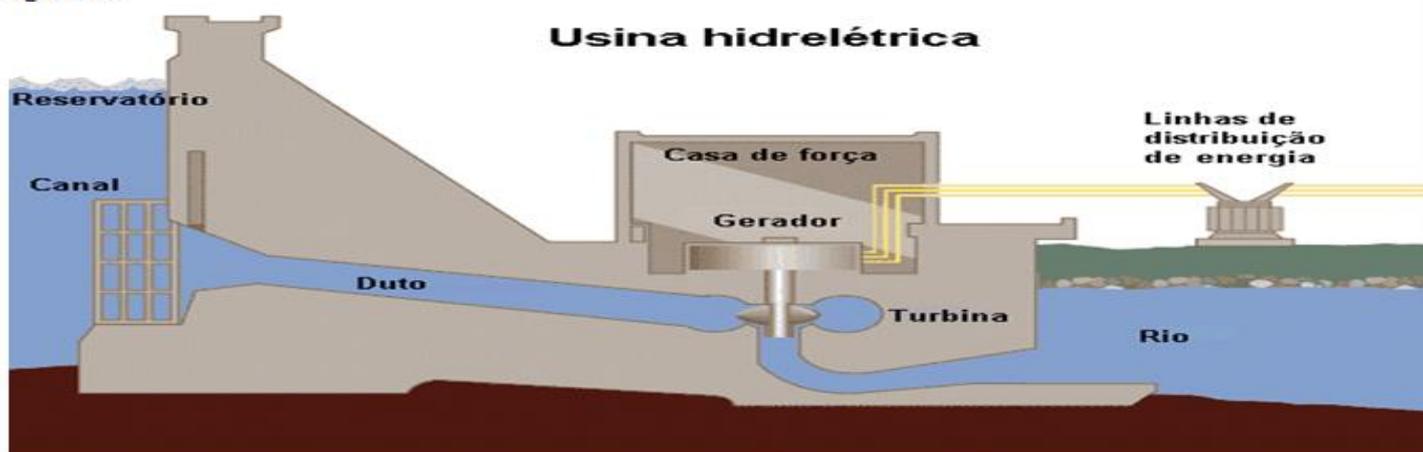


**3ª Ação:** Transformação do modelo para estudar as propriedades intrínsecas do conceito energia. Estudar e compreender as relações intrínsecas ou propriedades que se constituem as estruturas do objeto energia. Com isso, uma mudança na relação geral do conceito energia, os estudantes devem entrar em contradição com o modelo apresentado nas ações anteriores.

A partir das tarefas propostas nas aulas anteriores, 1ª e 2ª ação, debatemos sobre o princípio da conservação da energia e os conceitos que a constituem. Nesta tarefa o estudante deve analisar as situações representadas pelas figuras e seus respectivos textos com a finalidade de argumentar sobre a seguinte questão: **O que há de errado nas afirmativas representadas pelas figuras, A, B, C, D e E? Por que a energia se conserva?**

- Na figura A, a água possui energia potencial gravitacional e com isso faz a turbina girar.

Figura: A



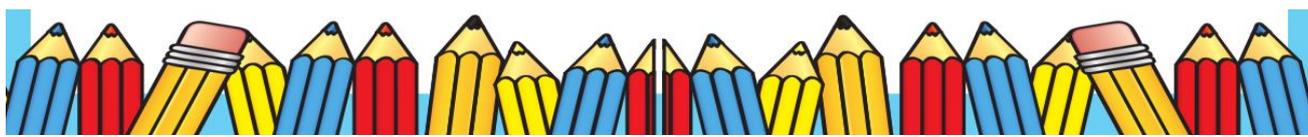
Fonte: <https://querobolsa.com.br/enem/fisica/usinas-hidreletricas>

- Na figura B, o Sol transforma energia solar em energia elétrica.

Figura: B

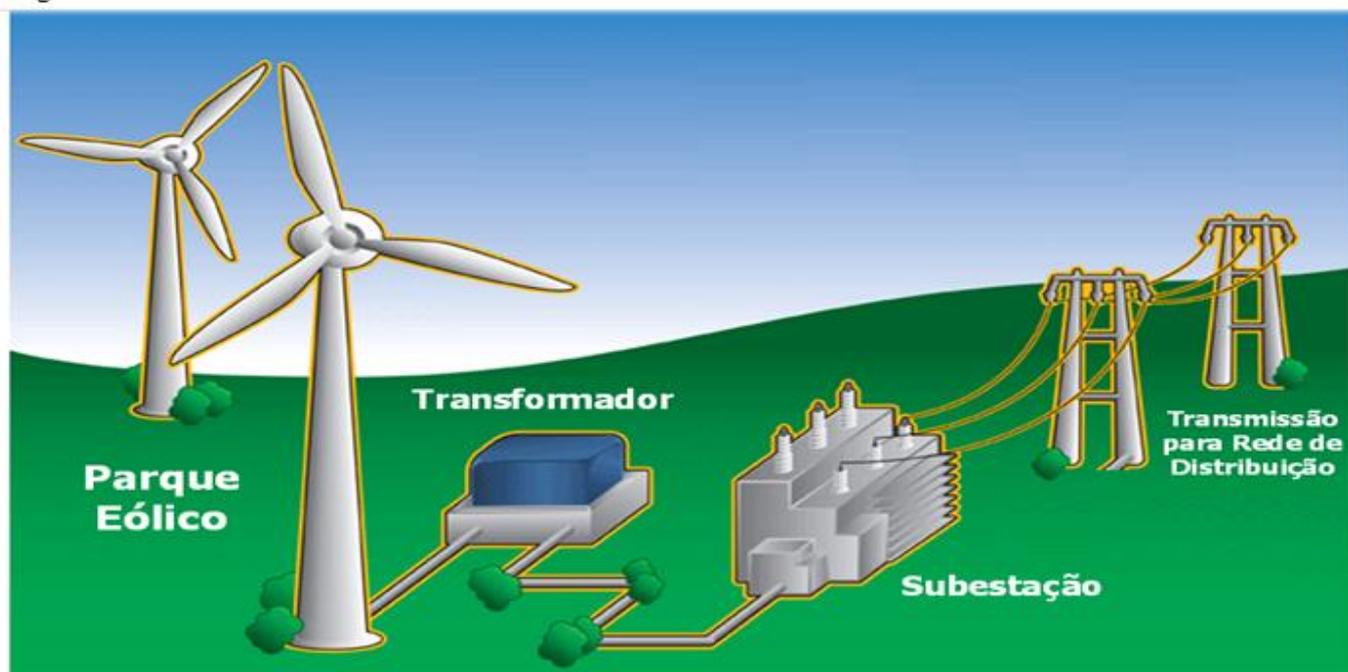


Fonte: <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>



- A figura C está representada por um sistema (conjunto de Objetos) e para funcionar não há necessidade das interações (forças) entre os objetos, pois com a ação do vento a energia elétrica chega até as residências.

Figura: C



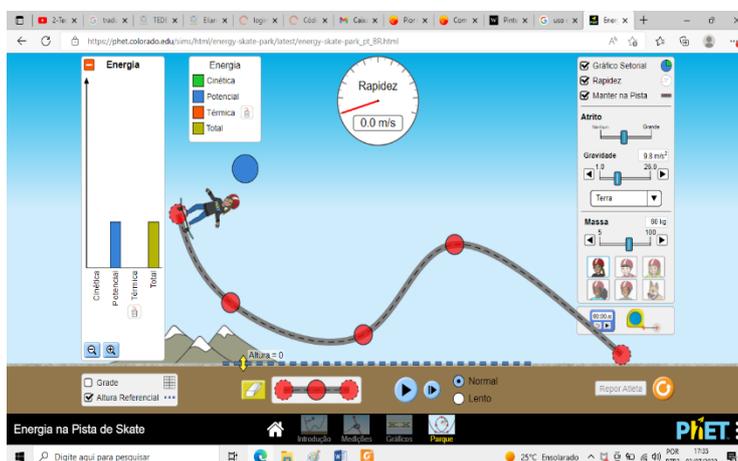
Fonte: <https://cbie.com.br/artigos/como-funciona-a-geracao-eolica/>

**4ª Ação:** Construção do sistema de tarefas particulares que podem ser resolvidas por um procedimento geral.

As tarefas propostas nas aulas anteriores, 1ª, 2ª e 3ª ação, debatemos sobre o princípio da conservação da energia e os conceitos que a constituem. Nesta tarefa, o estudante, deve analisar e sintetizar as situações particulares representadas por meio de perguntas e imagens. É o processo da generalização, a partir do modo geral de ação, consolidado nas ações anteriores, a solução de situações e fenômenos singulares.

### Situações singulares:

- 1) A partir do objeto de aprendizagem, pista de skate interativa, o estudante deverá ser capaz de responder os seguintes questionamentos:
  - a) Por que o skatista deve estar no ponto mais alto da rampa?
  - b) O que ocorre com as configurações da energia potencial gravitacional, cinética e térmica do sistema (planeta Terra, skate, skatista, rampa de skate e o ar do ambiente) durante a queda do skatista?
  - c) Como o princípio da conservação da energia pode ser explicado nesta situação?



2) Ler e debater o texto, “**Pior seca em quase um século aprofunda crise energética no Brasil**”, a partir dos seguintes questionamentos:

- a) Por que passamos por essa crise em períodos com pouca chuva?
- b) Como resolver ou minimizar esta situação?

### **Pior seca em quase um século aprofunda crise energética no Brasil (texto adaptado)**

São Paulo, 1 Set 2021 (AFP) - A seca que colocou o Brasil à beira do colapso energético se aprofunda e acelera as medidas governamentais, focadas em evitar apagões, apelando para fontes de energia mais caras, financiadas com aumentos nas tarifas de eletricidade. A pior seca em 91 anos reduziu a níveis críticos os reservatórios das hidrelétricas do Centro-Oeste e do Sul, fontes de 70% da energia hidráulica do país, à medida que a economia se recupera após o colapso provocado pela pandemia de coronavírus.

A crise se tornou palpável para os consumidores na conta de luz, que voltou a subir na terça-feira em quase 7% para cobrir os custos de produção de outras fontes alternativas mais caras e importações. "Estamos no limite do limite", disse o presidente Jair Bolsonaro dias atrás, pedindo aos consumidores que "apaguem alguma luz em casa".

Na terça-feira, 31/08/2021, três usinas fotovoltaicas, uma de biomassa e quatro eólicas foram adicionadas à rede de geração. Nivalde de Castro, professor do grupo de estudos Gesel do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), explica o problema: "Os reservatórios da região Centro-Oeste e Sudeste (...) estão em níveis críticos, na faixa do 23%. O que é historicamente um dos níveis mais baixos que o país já enfrentou.

A situação desses reservatórios piorou mais que o esperado em agosto e continuará se deteriorando em setembro, estimou o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). "A previsão para os próximos meses, caso continue chovendo abaixo da média histórica, é que em outubro já teremos um problema de desequilíbrio entre oferta e demanda nos horários de pico", alerta Castro.

Fonte: <https://economia.uol.com.br/noticias/afp/2021/09/01/pior-seca-em-quase-um-seculo-aprofunda-crise-energetica-no-brasil.htm?cmpid=copiaecola>

3) A partir do filme, “O menino que descobriu o vento”, na situação em que o garoto tenta compreender porque a luz “acende” quando o pneu entra em movimento, responda o seguinte questionamento:

- a) Quais são as variações da configuração da energia ocorrem neste sistema?
- b) Como é possível isso acontecer?

4) Ler e debater as informações (tarifa, valor pago pelas variações da energia, impostos) contidas no talão de energia elétrica das residências dos estudantes.

- a) Quando um aparelho elétrico entra em funcionamento, podemos calcular as variações da energia que ocorrem durante o seu funcionamento. Como calcular algumas dessas variações da energia no funcionamento de aparelhos elétrico?



5) A partir do texto “**Com mais de 8 mil torres eólicas, NE (região nordeste) sofre com danos ambientais silenciosos**”, analisar e sintetizar sobre os seguintes questionamentos:

- a) Por que a configuração da energia eólica, mesmo sendo considerada ‘limpa’, causa danos para o ambiente?
- b) Qual a relação que podemos estabelecer com o texto apresentado na questão 2?
- c) Se a energia se conserva, porquê temos que construir sistemas eólicos, usinas hidroelétricas e tantos outros sistemas de geração de energia?

**Com mais de 8 mil torres eólicas, NE sofre com danos ambientais silenciosos (texto adaptado)**

A instalação em grande escala de parques eólicos na região Nordeste se tornou motivo de preocupação para pesquisadores do tema, que dizem que o avanço do setor ao longo das últimas duas décadas ocorreu sem minimizar corretamente os danos ambientais. A coluna conversou com pesquisadores e leu estudos mais recentes, que revelam impactos como desmatamento e redução na movimentação de dunas e da recarga de lençóis freáticos (água subterrânea, essencial especialmente no semiárido). Tida como uma das energias produzidas mais limpas, a produção eólica, que utiliza o vento, vem ganhando força no país. Segundo a Abeeólica (Associação Brasileira de Energia Eólica), são 805 parques, 708 deles no Nordeste. Ao todo são 8.211 torres instaladas somente na região. Recentemente, a coluna mostrou os danos sociais que a instalação de parques estava causando no interior do Nordeste, com casas e cisternas rachadas e estradas com acesso deteriorado.

Danos cumulativos A coordenadora do Labocart (Laboratório de Geoprocessamento e Cartografia Social) da UFC (Universidade Federal do Ceará) —que reúne pesquisadores sobre a energia eólica em todo o país—, Adryane Gorayeb, alerta que, com a instalação dessas milhares de torres, é preciso trabalhar agora com o conceito de impactos cumulativos. "Hoje se estuda de forma isolada. É como se só aquele empreendimento fosse causar dano, mas não estamos falando de um empreendimento, mas de vários construídos em épocas e distâncias diferentes", afirma. Segundo Gorayeb, os estudos deixaram claro os impactos, que começam antes da obra, quando há desmatamento, em muitos casos, para construção de estradas para que caminhões pesados passem. "Muitas vezes eram ambientes fechados, que não tinha nenhum acesso", explica. Se a construção de estrada vier por calçamento ou asfalto, o impacto afeta o ecossistema. "Raios solares sobre o asfalto acumulam muito mais calor maior que um solo exposto com argila e areia", diz. Outro fator já clarificado pelas pesquisas é que essas obras causaram impermeabilização do solo, que prejudica o reabastecimento dos aquíferos. Especialmente em áreas secas, esses lençóis.

A pesquisadora Raquel Morais, da UFC, fez uma análise sobre a qualidade das águas subterrâneas em Camocim, no extremo oeste do litoral cearense. No local, o parque eólico ocupou uma área de 1.040 hectares (o equivalente a 10,4 km<sup>2</sup>), e que 5% desse terreno foi impermeabilizado. No estudo ela perfurou 15 poços, que depois foram fechados e expostos a mudanças de solo similares às causadas pelos empreendimentos. O resultado obtido foi que os poços estavam com menos pressão e vazão de água. "As interferências são muito relevantes e influenciaram



também a recarga das lagoas entre as dunas, muitas delas que eram permanentes antes da instalação do parque", diz. Ela cita que, após a implementação do empreendimento, esses volumes hídricos secaram, comprometendo a pesca.

A bióloga Paula Tavares, que é mestre em geografia pela UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), também pesquisou o impacto nos pássaros com as torres e cita que há danos encontrados. "Os principais são as colisões, os afugentamentos e o efeito de barreira", diz. Ela defende que o licenciamento ambiental deve analisar o local, onde o parque vai ser erguido para saber o impacto. Quando já erguido, existem formas também de reduzir impactos, como a pá pintada de preto na turbina —que consegue reduzir em até 70% a morte acidental de pássaros.

Fonte: <https://noticias.uol.com.br/colunas/carlos-madeiro/2022/07/03/com-mais-de-700-parques-eolicos-ne-sofre-com-danos-ambientais-silenciosos.htm?cmpid=copiaecola>

- A figura D, não representa as variações da energia, por isso não há conservação da energia.

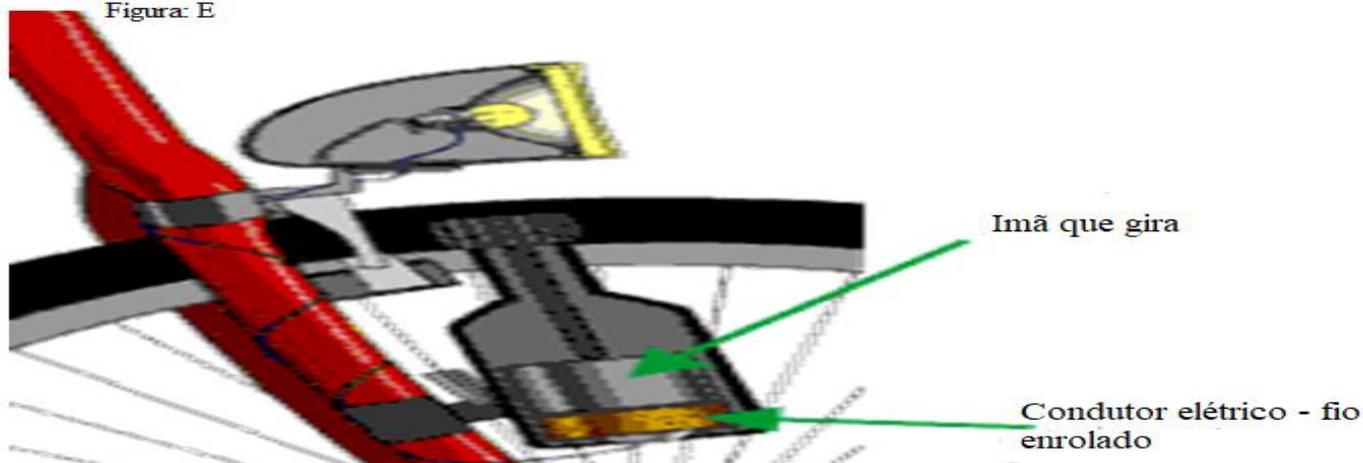
Figura: D



Fonte: <http://blog.fcamp.com.br/wp-content/uploads/2020/11/o.png>

- Na figura E, a lâmpada ascende só com o movimento da roda.

Figura: E



Fonte: [http://www.clarionweb.es/6\\_curso/c\\_medio/cm603/cm60316.htm](http://www.clarionweb.es/6_curso/c_medio/cm603/cm60316.htm)



**6ª Ação:** Avaliação da aprendizagem. Avaliar se os estudantes internalizaram ou não a relação geral do conceito energia, seus nexos conceituais e o seu modo geral da ação. Ou seja, avaliar como os estudantes estão atuando mentalmente, como estão pensando e como explicam fenômenos relacionados com a energia.

- 1) Por que Armandinho necessita levar seu carro até o alto do morro?
- 2) No mundo contemporâneo há um debate sobre “geração” de energia sem agredir o meio ambiente, ou seja, a humanidade busca alternativas para “produção” de energia com menor impacto socioambiental. Mas ainda existem obstáculos para a concretização de ações voltadas para o processo da energia “limpa”. Por que o humano, ainda que ciente de tal situação, não consegue superar o modelo atual de destruição ao meio ambiente, na “produção”, por exemplo, da energia elétrica? Quais ações poderiam impactar na consolidação do processo da geração da energia “limpa”?

Figura: 2



Fonte: <https://tira sarmandinho.tumblr.com/post/140234463904/tirinha-original>

- 3) Por que a “geração” da energia elétrica a partir das usinas hidroelétricas, da energia “solar”, da energia eólica, das usinas de biomassa e de outros modos de produção, mesmo com materiais e objetos diferentes, permite a existência do processo da energia?



## **APÊNCIE B – QUESTIONÁRIO PARA PESQUISA**



INSTITUTO FEDERAL DE GOIÁS-CAMPUS JATAÍ  
PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM EDUCAÇÃO PARA CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA

### Questionário Socioeconômico dos estudantes

Título da pesquisa: A FORMAÇÃO DE CONCEITOS SOBRE ENERGIA POR ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL: CONTRIBUIÇÕES DA PSICOLOGIA HISTÓRICO-CULTURAL E DA TEORIA DA ATIVIDADE.

Autor da pesquisa: Mestrando André Luiz Fernandes de Oliveira.

Nome fictício (escolha pelo próprio estudante): \_\_\_\_\_

#### QUESTIONÁRIO

Responsável: Mestrando André Luiz Fernandes de Oliveira.

1. Qual é a sua idade? \_\_\_\_\_

2. Você mora na cidade de Barra do Garças? [  ] Sim [  ] Não

Caso não, onde você mora?

\_\_\_\_\_

3. Você vive com a sua família [  ] Sim [  ] Não.

Caso não, com quem você vive? \_\_\_\_\_

4. Qual a formação de seu pai?

[  ] Pós-graduação [  ] Superior [  ] Ensino Médio [  ] Ensino Fundamental [  ] Outro

5. Qual a formação de sua mãe?

[  ] Pós-graduação [  ] Superior [  ] Ensino Médio [  ] Ensino Fundamental [  ] Outro

6. Qual a Formação de seus responsáveis?

[  ] Pós-graduação [  ] Superior [  ] Ensino Médio [  ] Ensino Fundamental [  ] Outro

7. Qual a profissão do seu pai? (se não há profissão informe se ele realiza algum trabalho remunerado e qual). \_\_\_\_\_

8. Qual a profissão da sua mãe? (se não há profissão, informe se ela realiza algum trabalho remunerado e qual). \_\_\_\_\_

9. Qual a profissão de seus responsáveis? (se não há profissão, informe se ela realiza algum trabalho remunerado e qual). \_\_\_\_\_

10. Qual a renda de sua família (em salários mínimos)? Considere que o valor atual do salário mínimo é R\$ 1.212,00.

[  ] Menos de 1 [  ] De 1 a 2 [  ] De 2 a 5 [  ] Mais de 5.

11. Você exerce trabalho remunerado?

Sim  Não

Caso sim, informe em que atividade, quantas vezes por semana e qual a remuneração.  1 dia/sem  2 dias/sem  3 dias/sem  4 ou mais dias/sem.

Remuneração: \_\_\_\_\_

12. Você exerce trabalho não remunerado (é responsável por tarefas domésticas, cuidado de irmãos ou pessoas mais velhas, trabalha com pai, mãe, responsáveis ou outros parentes etc.).

13. Qual (is) disciplina (s) você considera que tem facilidade em aprender? Por quê?

14. Qual (is) disciplina (s) você considera que tem dificuldade em aprender? Por quê?

15. Qual (is) disciplina (s) não gosta? Por quê?

16. Quantas horas por semana, aproximadamente, você se dedica aos estudos, excetuando as horas em que está na aula?

Nenhuma  Uma a duas  Três a cinco  Seis a oito  Mais de oito

17. Você tem alguma crença religiosa?

Sim  Não

Caso sim, qual? \_\_\_\_\_

18. Você realiza atividades de lazer?

Sim  Não

Caso sim, qual ou quais? \_\_\_\_\_

19. Você participa de algum grupo social (grupos de jovens, escoteiros, grupo da igreja, alguma associação, alguma comunidade etc.)?

Sim  Não

Caso sim, qual(is)? \_\_\_\_\_

20. Você tem aparelho celular?

Sim  Não

Caso responda sim, quais as coisas principais para as quais você utiliza o celular?

21. Você tem internet em casa?

Sim  Não

Com que frequência você utiliza internet (horas por dia)? \_\_\_\_\_

Por que você utiliza a internet?

---



---

22. Quantos aparelhos elétricos você tem na sua casa?

Quais?

---



---

### **Roteiro do questionário com os estudantes**

Título da pesquisa: A FORMAÇÃO DE CONCEITOS SOBRE ENERGIA POR ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL: CONTRIBUIÇÕES DA PSICOLOGIA HISTÓRICO-CULTURAL E DA TEORIA DA ATIVIDADE.

Autor da pesquisa: Mestrando André Luiz Fernandes de Oliveira.

Nome (fictício): \_\_\_\_\_

#### QUESTÕES:

##### Tema I: Contexto Sociocultural

- 1) Fale sobre a importância de seus pais ou responsáveis e sua família em sua vida em geral. Em que contribuem para a sua vida escolar? Qual sua relação com a família? Como considera o apoio e incentivo que recebe da família para estudar? (Percepção das condições motivacionais familiares para o estudo, a aprendizagem, a relação com a escola).
- 2) Que valores considera importante para uma boa convivência em sociedade? Em que seus pais lhe ajudam para adquirir tais valores?
- 3) O que considera importante a uma pessoa para a vida em sociedade? De onde acha que vem essa sua compreensão? (explorar se dá importância à aprendizagem escolar na formação de sua visão da vida, da sociedade etc.)
- 4) Fale sobre suas expectativas futuras de vida (percepção de motivos que podem estar impulsionando o estudo, como trabalho, emprego, vida familiar, carreira profissional etc.)?
- 5) Atualmente, o que você faz que considera como a atividade principal em sua vida? (Aqui perceber a atividade dominante: estudo, trabalho, concilia os dois, outros).
- 6) O que considera que mais motiva você estudar ou trabalhar? Por quê?
- 7) Você costuma ler com frequência? Por que? Se sim, quanto tempo semanal se dedica à leitura?
- 8) O que mais gosta de ler?

- 9) Qual a atividade que mais gosta de fazer em seu dia-a-dia?
- 10) Quais as atividades que mais gosta de fazer nos feriados estendidos e períodos de férias?

## **Tema II: Relações com a escola e o conhecimento (disciplina de Ciências)**

- 11) O que você pensa sobre a educação que recebe na escola e a relação com seu desenvolvimento?
- 12) Como essa educação está influenciando em sua vida?
- 13) Qual é a finalidade da educação escolar na sua concepção?
- 14) Por que estudar, apropriar dos conteúdos de Ciências?
- 15) Qual é sua dedicação aos estudos?
- 16) O que mais motiva você a aprender um conhecimento na escola? E o que mais dificulta a você aprender?
- 17) Como você considera ser a sua aprendizagem em Ciências?
- 18) Você gosta de estudar Ciências? Por quê? Que relação você identifica entre os conhecimentos da disciplina de Ciências e a vida das pessoas na sociedade, a sua vida, seu cotidiano?
- 19) Você considera que apreende os conteúdos de Ciências explicados durante as aulas? Por quê?
- 20) O que tem a dizer sobre o modo como os professores ensinam Ciências? E como você considera que deveria ser o ensino de Ciências? Qual o método utilizado por você para aprender um conteúdo de Ciências? Como desenvolveu esse modo de aprender?
- 21) O que pensa sobre as condições existentes em sua escola para que o aluno aprenda os conteúdos de Ciências (professor, material didático, biblioteca, laboratório de Ciências, laboratório de informática, internet, outros)?
- 22) As condições em que você estuda em casa são boas? Em sua casa possui acesso a livros, internet, revistas, outros? (Aqui também atentar para as práticas institucionais e as situações de aprendizagem).

## **APENDICE C – Documentos para realizar a pesquisa**

**TERMO DE ANUÊNCIA DA INSTITUIÇÃO COPARTICIPANTE**

A **Escola Estadual da Policia Militar Tiradentes CB PM Vanilson Silva Carvalho** está de acordo com a execução do projeto de pesquisa intitulado “FORMAÇÃO DO PENSAMENTO TEÓRICO A PARTIR DO CONCEITO ENERGIA POR ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL II: CONTRIBUIÇÕES DOS REFERENCIAIS TEÓRICOS DA DIDÁTICA DESENVOLVIMENTAL”, coordenado pelo(a) pesquisador(a) André Luiz Fernandes de Oliveira, desenvolvido em conjunto com o pesquisador/orientador Prof. Dr. Paulo Henrique de Souza no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

A **Escola Estadual da Policia Militar Tiradentes CB PM Vanilson Silva Carvalho** assume o compromisso de apoiar o desenvolvimento da referida pesquisa pela autorização da coleta de dados durante os meses de junho/2022 até outubro/2022.

A **Escola Estadual da Policia Militar Tiradentes CB PM Vanilson Silva Carvalho** disponibiliza a existência de infraestrutura necessária para o desenvolvimento da pesquisa e para atender eventuais consequências dela resultantes.

Declaramos ciência de que nossa instituição é coparticipante do presente projeto de pesquisa e requeremos o compromisso do (a) pesquisador (a) responsável com o resguardo da segurança e bem-estar dos participantes da pesquisa nela recrutados.

Barra do Garças-MT, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022.

\_\_\_\_\_  
Assinatura/Carimbo do  
responsável pela instituição pesquisada



TERMO DE CONSENTIMENTO DE LIVRE ESCLARECIMENTO  
PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM EDUCAÇÃO PARA CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA

**TERMO DE CONSENTIMENTO DE LIVRE ESCLARECIMENTO**

Seu filho está sendo convidado (a) ou outra pessoa por quem você responsável, para participar, como voluntário (a), de uma pesquisa. Meu nome é André Luiz Fernandes de Oliveira, curso o programa de Mestrado em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Goiás, campus Jataí, sou o pesquisador responsável e minha área de atuação é Ensino de Física/Ciências. O nome deste documento é o Termo de Consentimento de Livre Esclarecimento.

Antes de decidir se deseja que ele(a) participe (de livre e espontânea vontade) você deverá ler e compreender todo o conteúdo. Ao final, caso decida permitir a participação, você será solicitado(a) a assiná-lo e receberá uma cópia do mesmo. Seu filho(a) (ou outra pessoa por quem você é responsável) também assinará um documento de participação. Uma das cópias é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, você não será penalizado (a) de forma alguma. Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com os pesquisadores responsáveis André Luiz Fernandes de Oliveira ou Paulo Henrique de Souza nos telefones: 64- 9 99689156 ou 64-3632-8600, respectivamente. Em casos de dúvidas sobre os seus direitos como participante nesta pesquisa, você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do IFG Câmpus Jataí, nos telefones: (064) 3632-8600, Ramal 8652.

**INFORMAÇÕES IMPORTANTES SOBRE A APLICAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA**

- **Título do Projeto:** A formação de conceitos sobre energia por estudantes do Ensino Fundamental: contribuições da teoria Histórico-cultural e da Atividade.
- **Esclarecimentos sobre a pesquisa:** O processo de Ensino e Aprendizagem em Ciências da Natureza ainda é um desafio para professores e professoras desta área, principalmente quando se pensa na organização de um Ensino que consolide a aprendizagem (apropriação do conhecimento) e o desenvolvimento (operações mentais) do (a) estudante. Isso é refletido no desinteresse e na baixa motivação dos (as) escolares em relação à aprendizagem de Ciências da Natureza tanto no Ensino Fundamental (Ciências) quanto no Ensino Médio (Biologia, Física, Química) nas Escolas Estaduais do município de Barra do Garças – MT. Diante do exposto, pretende-se usar a Psicologia Histórico-cultural, a Teoria da Atividade e a Didática Desenvolvimental para responder o seguinte problema: *Como a Psicologia Histórico-Cultural e a Teoria da Atividade contribui para o processo da formação do conceito de energia, por estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental de uma escola estadual de Barra do Garças?* Para responder a essa pergunta inicialmente se fez um estudo bibliográfico e pretende-se agora aplicar o experimento didática formativo, para apropriação e internalização do conceito energia.

- **Objetivo:** Aprender, a partir do experimento didático formativo, as contribuições da Psicologia Histórico–Cultural e da Teoria da Atividade no processo da formação de conceitos científicos de Física, por estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental.

#### Alguns esclarecimentos:

- Salienta-se que não haverá despesas e gratificações financeiras para que os estudantes participem da pesquisa;
- As informações advindas das análises das aulas serão utilizadas para avaliação da metodologia aplicada;
- Tanto os estudantes, quanto o professor e a direção poderão cancelar o termo de autorização e se desligarem da pesquisa em qualquer momento, não acarretando prejuízos a nenhuma das partes;
- Esta pesquisa garante a liberdade do/a participante de se recusar a responder questões que lhe causem *desconforto emocional* e/ou *constrangimento* em entrevistas e questionários que forem aplicados na investigação;
- As informações dos (as) estudantes serão utilizadas pelo pesquisador, seu orientador para efetuar as análises da metodologia aplicada nas aulas. As entrevistas, questionários, registros fotográficos, sonoros e/ou audiovisuais da conversa, poderá ser divulgado, desde que, garantido o sigilo e a privacidade e o anonimato dos/as participante/s:
  - ( ) Permito a divulgação da minha imagem/voz/opinião nos resultados publicados da pesquisa;
  - ( ) Não permito a publicação da minha imagem/voz/opinião nos resultados publicados da pesquisa.
- Os resultados da pesquisa serão tornados públicos, sejam eles favoráveis ou não;
- A pesquisa acontecerá prioritariamente no turno vespertino, no horário das aulas de Ciências, e a participação dos estudantes consistirá em: elaborar e fazer as tarefas propostas em aula, participar de momentos avaliativos e de entrevistas com o pesquisador para avaliar a metodologia utilizada;
- Se houver um possível *desconforto emocional* e/ou de possíveis *riscos psicossociais*, por parte do estudante, como, por exemplo, constrangimento, intimidação, angústia, insatisfação, irritação, mal-estar, o pesquisador deverá conversar e orientar o estudante e com os colegas de turma, comunicar a gestão da escola como também aos seus pais/responsáveis;
- Informamos aos pais/responsáveis e ao/à participante sobre o direito de pleitear indenização (reparação a danos imediatos ou futuros), garantida em lei, decorrentes da sua participação na pesquisa;
- A participação do estudante na pesquisa pode mostrar ao pesquisador as transformações ocorridas na atividade mental do (a) estudante por meio da organização do ensino elaborada pelo (a) pesquisador (a). Além disso, o (a) estudante poderá se apropriar dos conceitos teóricos científicos sobre energia a partir da didática que busca o desenvolvimento do (a) seu intelecto. Por se tratar de um tema que não se limita aos aspectos das Ciências Naturais, o (a) estudante será desafiado a olhar para o conteúdo na sua totalidade. Incluindo aspectos sociais, econômicos e ambientais.

## CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO COMO SUJEITO DA PESQUISA

Eu, \_\_\_\_\_, (nome do aluno) abaixo assinado, concordo em participar do estudo “FORMAÇÃO DO PENSAMENTO TEÓRICO A PARTIR DO CONCEITO ENERGIA POR ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL II: CONTRIBUIÇÕES DOS REFERENCIAIS TEÓRICOS DA DIDÁTICA DESENVOLVIMENTAL”, como sujeito. Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo pesquisador André Luiz Fernandes de Oliveira sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Jataí, \_\_\_\_\_ de abril de 2022.

---

Assinatura do aluno

### RESPONSÁVEL LEGAL

Eu, \_\_\_\_\_, (Nome do Responsável Legal) (  ) RG/ (  ) CPF \_\_\_\_\_, abaixo assinado, responsável por \_\_\_\_\_, autorizo sua participação no estudo “FORMAÇÃO DO PENSAMENTO TEÓRICO A PARTIR DO CONCEITO ENERGIA POR ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL II: CONTRIBUIÇÕES DOS REFERENCIAIS TEÓRICOS DA DIDÁTICA DESENVOLVIMENTAL”, como sujeito. Fui devidamente informado (a) e esclarecido(a) pela pesquisador André Luiz Fernandes de Oliveira sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da sua participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção do acompanhamento/ assistência/tratamento prestado ao sujeito pesquisado.

Jataí, \_\_\_\_\_ de abril de 2022.

---

Assinatura do responsável legal

---

Assinatura por extenso do(a) pesquisador(a) responsável

