

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**

**Daniel Batista de Freitas**

**Diagramas categoriais como ferramenta da pedagogia  
histórico-crítica no ensino de física: o caso da categoria  
concreta “Satélites artificiais”**

**Porto Alegre**

**2023**



**Daniel Batista de Freitas**

**Diagramas categoriais como ferramenta da pedagogia  
histórico-crítica no ensino de física: o caso da categoria  
concreta “Satélites artificiais”**

Tese de doutoramento apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física do Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Área de concentração: Inovações didáticas em Física na Educação Básica, Superior e na formação de professores

Orientador: Prof. Dr. Alexsandro Pereira de Pereira

**Porto Alegre**

**2023**

Daniel Batista de Freitas

**Diagramas categoriais para auxiliar estudantes de física do ensino médio a realizar a ascensão do pensamento abstrato ao concreto**

Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do título de doutor em Ensino de Física pelo Programa de Pós-graduação em Ensino de Física do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Pereira de Pereira.

Porto Alegre, 13 de novembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. Alessandro Pereira de Pereira – presidente  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

---

Prof. Dr. Paulo Roberto Menezes Lima Junior  
Universidade de Brasília (UnB)

---

Prof. Dr. Helio da Silva Messeder Neto  
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Camila Greff Passos  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

---

Prof. Dr. Nathan Willig Lima  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

*Dedico a minha família.*



## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer a todos que contribuíram e me apoiaram nesta empreitada. Em especial, agradeço a minha família por ter me dado suporte emocional para enfrentar todas as dificuldades que surgiram neste período, e ao meu estimado orientador, por ter me apoiado na minha decisão de escolha do tema de pesquisa e pelo suporte ao longo dos anos do curso, incluso o período do Mestrado.



[...] a Coisa mesma não se esgota em seu *fim*; mas em sua *atualização*; nem o *resultado* é o todo *efetivo*, mas sim o resultado junto com o seu vir-a-ser ([HEGEL, 2003](#), p. 26-27).



## RESUMO

A pedagogia histórico-crítica (PHC) é uma construção teórica de uma filosofia da educação contra-hegemônica, voltada para a educação da classe trabalhadora, que tem como fundamento basilar a concepção materialista de ser humano no seu aspecto social, histórico e cultural. É uma visão teórico-pedagógica, desenvolvida inicialmente pelo filósofo e pedagogo Dermeval Saviani, que demanda desenvolvimentos adicionais nas atividades de ensino-aprendizagem das disciplinas escolares formais, tais como estratégias de ensino, acompanhamento de atividades em sala de aula e avaliação da prática social no ponto de chegada. Esta tese visa contribuir com um estudo teórico e empírico do uso da PHC no ensino de física. O público-alvo foi estudantes do 1º ano do ensino médio, na faixa etária de 15 anos, de uma escola pública da região metropolitana de Porto Alegre, na qual este autor exercia a docência desde de outubro de 2017. Para isto, investigamos como articular os primeiros três momentos pedagógicos da PHC no ensino de física para a abordagem da categoria concreta “Satélites artificiais”, a qual sintetiza várias determinações e relações, de modo que os estudantes não perdessem de vista a totalidade dos processos reais. Ainda, procuramos investigar a catarse dos estudantes relativa à prática social no ponto de chegada do processo educativo por meio de entrevistas semiestruturadas com uma amostra sorteada de 16 participantes. A solução encontrada para estabelecer um vínculo entre os objetivos de pesquisa e os pedagógicos foi a criação da ferramenta de diagramas categoriais, baseada no materialismo histórico-dialético. Com esta ferramenta, foi possível: (i) planejar e executar o ensino de tópicos de física relacionados com a gravitação newtoniana, promovendo o estudo de temas de contextos além dos estritamente vinculados com a disciplina; (ii) auxiliar os estudantes na ascensão da categoria concreta proposta do abstrato ao concreto, pela sua utilização como suporte psicológico; e (iii) avaliarmos o trabalho educativo realizado, que nos serviu de teste de proposição teórica. Ao todo, os estudantes produziram, em cinco grupos com uma média de 8 estudantes por grupo, dos três turnos, cinco diagramas categoriais. Nossos resultados revelaram que os estudantes enfrentaram dificuldades em compreender e aplicar a metodologia de diagramas categoriais, especialmente durante as suas pesquisas sobre as contradições levantadas nas diferentes totalidades. Os alunos mais interessados em física desempenharam um papel de liderança nos grupos, bem como demonstraram um bom domínio da lógica dialética durante a explicação de partes dos diagramas produzidos. Concluimos com uma avaliação positiva com relação ao potencial dos diagramas categoriais na organização do trabalho educativo sob a PHC no ensino de física, restando inconclusivo seu potencial com relação à avaliação da catarse na prática dos estudantes no ponto de chegada. Como perspectivas futuras, entendemos que o ensino explícito da lógica dialética aos estudantes, com a discussão de alguns exemplos de diagramas categoriais prontos, pode ser que reduza as dificuldades observadas.

**Palavras-chave:** Diagramas categoriais. Pedagogia histórico-crítica. Ensino de física. Ensino médio. Materialismo histórico-dialético.

## ABSTRACT

FREITAS, D. **Category diagrams as a tool for historical-critical pedagogy in physics teaching: the case of the concrete category “Artificial satellites”** . 2023. 228 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2023.

Historical-critical pedagogy (PHC) is a theoretical construction of a counter-hegemonic philosophy of education, focused on the education of the working class, which has as its basic foundation the materialist conception of human beings in their social, historical and cultural aspects. It is a theoretical-pedagogical vision, initially developed by the philosopher and pedagogue Dermeval Saviani, which demands additional developments in the teaching-learning activities of formal school subjects, such as teaching strategies, monitoring activities in the classroom and evaluating social practice in the classroom arrival point. This thesis aims to contribute to a theoretical and empirical study of the use of PHC in physics teaching. The target audience was students in the 1st year of high school, aged 15 years, from a public school in the metropolitan region of Porto Alegre, where this author had been teaching since October 2017. To achieve this, we investigated how to articulate the first three pedagogical moments of PHC in physics teaching to approach the concrete category “Artificial satellites”, which synthesizes various determinations and relationships, so that students do not lose sight of the totality of real processes. Furthermore, we sought to investigate the students’ catharsis regarding social practice at the arrival point of the educational process through semi-structured interviews with a sample of 16 participants. The solution found to establish a link between research and pedagogical objectives was the creation of the category diagrams tool, based on historical-dialectic materialism. With this tool, it was possible to: (i) plan and execute the teaching of physics topics related to Newtonian gravitation, promoting the study of topics from contexts beyond those strictly linked to the discipline; (ii) assist students in ascending the proposed concrete category from abstract to concrete, through its use as psychological support; and (iii) evaluate the educational work carried out, which served as a test of the theoretical proposition. In total, the students produced, in five groups with an average of 8 students per group, from the three shifts, five category diagrams. Our results revealed that students faced difficulties in understanding and applying the category diagram methodology, especially during their research into the contradictions raised in the different totalities. The students most interested in physics played a leadership role in the groups, as well as demonstrating a good command of dialectical logic when explaining parts of the diagrams produced. We conclude with a positive assessment regarding the potential of category diagrams in organizing educational work under the PHC in physics teaching, leaving their potential in relation to the assessment of catharsis in students’

practice at the arrival point inconclusive. As future perspectives, we understand that the explicit teaching of dialectical logic to students, with the discussion of some examples of ready-made category diagrams, may reduce the difficulties observed.

**Keywords:** Category diagrams. Critical-historical pedagogy. Physics teaching. Brazilian high school. Historical-dialectical materialism.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação espacial aproximada dos diversos momentos da metodologia dialética do abstrato ao concreto. . . . .	101
Figura 2 – Exemplo de um diagrama categorial inicial, baseado na dialética, para o ensino da gravitação newtoniana por meio de estudos sobre satélites artificiais em contexto. . . . .	112
Figura 3 – Exemplo de um diagrama categorial hipotético para a categoria concreta “Satélites artificiais”. . . . .	116
Figura 4 – Captura de tela do canal <i>Space Videos</i> , no <i>YouTube</i> , transmitindo imagens da Estação Espacial Internacional. . . . .	132
Figura 5 – Fotografias do quadro branco apresentado para uma das turmas com o cálculo do período orbital da Estação Espacial Internacional. . . . .	132
Figura 6 – Captura de parte da tela de exibição do software <i>Stellarium</i> , mostrando o rastro da trajetória aparente do planeta Marte visto da Terra, o que caracteriza o movimento retrógrado. Isto foi usado para auxiliar o entendimento dos estudantes sobre os epiciclos no modelo ptolomaico do movimento planetário. . . . .	133
Figura 7 – Captura da tela de exibição do aplicativo <i>web</i> da Universidade de Nebraska-Lincoln desenvolvido para auxiliar no ensino e aprendizagem das três leis de Kepler. . . . .	134
Figura 8 – Diagrama categorial M1. . . . .	143
Figura 9 – Diagrama categorial M2. . . . .	145
Figura 10 – Diagrama categorial T1. . . . .	147
Figura 11 – Diagrama categorial T2. . . . .	150
Figura 12 – Captura de tela da busca do texto “A força gravitacional é uma força atrativa que surge entre todos os corpos com massa” no <i>Google</i> , realizada em 1º de fevereiro de 2023. . . . .	151
Figura 13 – Captura de tela da busca do texto “essa característica dos movimentos orbitais não ocorre só com as estrelas, também acontece com os planetas” no <i>Google</i> , realizada em 1º de fevereiro de 2023. . . . .	151
Figura 14 – Captura de tela da busca do texto “Um satélite, quando enviado ao espaço, é impulsionado por um ‘empurrão’ dado pelos foguetes que os colocam em órbita” no <i>Google</i> , realizada em 1º de fevereiro de 2023. . . . .	152
Figura 15 – Capturas de tela da busca do texto “Nos EUA empresa Space X coloca em órbita dois satélites brasileiros” no <i>Google</i> e de parte da matéria ao acessá-la pelo <i>link</i> , realizada em 1º de fevereiro de 2023. . . . .	152

Figura 16 – Captura de tela de parte do texto de Rodrigues (2010), encontrado após a busca do texto “Estes objetos e equipamentos congestionam o espaço em torno do planeta Terra e, por tal motivo, causam risco de acidentes graves” no <i>Google</i> , realizada em 3º de fevereiro de 2023. . . . .	153
Figura 17 – Diagrama categorial N. . . . .	154
Figura 18 – Modelo do Termo de consentimento informado enviado para os pais dos alunos. As omissões do texto com marcações em preto visam preservar a identificação da escola onde foi feita a pesquisa e alguns dados pessoais.	183
Figura 19 – Diagrama categorial pré-elaborado entregue aos participantes. . . . .	187

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição dos estudantes por turma de acordo com a matrícula do ano letivo de 2022 . . . . .	124
--	-----



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Artigos selecionados para a revisão da literatura da apropriação da pedagogia histórico-crítica no ensino de ciências de nível médio . . . .	56
Quadro 2 – Quadro horário do turno da manhã . . . . .	126
Quadro 3 – Quadro horário do turno da tarde . . . . .	127
Quadro 4 – Quadro horário do turno da noite . . . . .	129



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>21</b>
<b>2</b>	<b>A PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA</b>	<b>25</b>
<b>2.1</b>	<b>A necessidade da construção de uma teoria crítica de caráter revolucionário</b>	<b>25</b>
2.1.1	Teorias não-críticas hegemônicas segundo Saviani	26
2.1.2	Teorias crítico-reprodutivistas hegemônicas segundo Saviani	31
2.1.3	Implicações das teorias crítico-reprodutivistas para uma teoria crítico-dialética da educação	35
<b>2.2</b>	<b>Pressupostos da pedagogia histórico-crítica</b>	<b>36</b>
2.2.1	Elementos para uma didática da pedagogia histórico-crítica	46
<b>3</b>	<b>A APROPRIAÇÃO DA PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA NA ÁREA DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS</b>	<b>53</b>
<b>3.1</b>	<b>Discussão dos artigos selecionados</b>	<b>58</b>
<b>3.2</b>	<b>Conclusão da revisão da literatura</b>	<b>89</b>
<b>4</b>	<b>OBJETIVO DA PESQUISA, QUESTÕES DE PESQUISA E REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO</b>	<b>93</b>
<b>4.1</b>	<b>Os momentos pedagógicos da pedagogia histórico-crítica na interlocução com o ensino de ciências crítico</b>	<b>93</b>
<b>4.2</b>	<b>Questões de pesquisa</b>	<b>96</b>
<b>4.3</b>	<b>Referencial teórico-metodológico</b>	<b>98</b>
4.3.1	O método científico em Marx	98
<b>5</b>	<b>DIAGRAMAS CATEGORIAIS PARA AUXILIAR ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO NA ELEVAÇÃO DO PENSAMENTO ABSTRATO AO CONCRETO</b>	<b>105</b>
<b>5.1</b>	<b>Introdução</b>	<b>105</b>
<b>5.2</b>	<b>Pressupostos teóricos dos diagramas categoriais</b>	<b>107</b>
<b>5.3</b>	<b>O processo de construção de um diagrama categorial</b>	<b>111</b>
<b>5.4</b>	<b>Discussão</b>	<b>117</b>
<b>5.5</b>	<b>Considerações finais</b>	<b>120</b>
<b>6</b>	<b>EXPERIMENTO DE APLICAÇÃO DA FERRAMENTA DOS DIAGRAMAS CATEGORIAIS</b>	<b>123</b>
<b>6.1</b>	<b>Contexto da pesquisa realizada</b>	<b>123</b>

6.1.1	Turno da manhã . . . . .	125
6.1.2	Turno da tarde . . . . .	127
6.1.3	Turno da noite . . . . .	127
<b>6.2</b>	<b>Planejamento . . . . .</b>	<b>129</b>
<b>6.3</b>	<b>Métodos de coleta de dados . . . . .</b>	<b>135</b>
<b>6.4</b>	<b>Resultados . . . . .</b>	<b>137</b>
6.4.1	Caracterização do comportamento dos participantes durante a preparação dos diagramas categoriais . . . . .	137
6.4.2	Exposição dos diagramas categoriais produzidos . . . . .	142
6.4.3	Características mais expressivas do conjunto das respostas dadas pelos participantes, oriundas das entrevistas semiestruturadas . . . . .	155
<b>6.5</b>	<b>Discussão . . . . .</b>	<b>165</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO . . . . .</b>	<b>169</b>
	<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>173</b>
	<b>APÊNDICES . . . . .</b>	<b>181</b>
	<b>APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO . . . . .</b>	<b>183</b>
	<b>APÊNDICE B – ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA . . . . .</b>	<b>185</b>
<b>B.1</b>	<b>Formulário de perguntas da entrevista semiestruturada . . . . .</b>	<b>185</b>
B.1.1	Perguntas sobre o dia a dia do participante . . . . .	185
B.1.2	Perguntas sobre a disposição do participante para com a disciplina de física . . . . .	185
B.1.3	Perguntas sobre o processo de construção do diagrama categorial . . . . .	185
	<b>APÊNDICE C – DIAGRAMA CATEGORIAL PRÉ-ELABORADO . . . . .</b>	<b>187</b>
	<b>APÊNDICE D – TRATAMENTO DOS ÁUDIOS DAS ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS . . . . .</b>	<b>189</b>
	<b>APÊNDICE E – ARTIGO ORIGINAL REFERENTE À TESE ACEITO PARA PUBLICAÇÃO . . . . .</b>	<b>203</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O trabalho docente na escola pública de ensino básico é repleto de desafios de todas as ordens. Da infraestrutura da escola e disponibilidade de materiais, passando pela remuneração dos docentes, técnicos, administradores e profissionais diversos que dão apoio para o funcionamento da escola, bem como pela motivação, interesse e condições materiais do público da escola (alunos e seus pais ou responsáveis), sabemos que são diversos os fatores que afetam o trabalho pedagógico e a função precípua da escola que é a transmissão dos conhecimentos historicamente acumulados pela humanidade, para que os cidadãos possam se apropriar da cultura para atuar nessa sociedade e contribuir para o seu desenvolvimento.

Além de estudante de Pós-Graduação em Ensino de Física, o autor desta tese é professor de física – e disciplinas correlatas – do ensino médio em escola pública da região metropolitana de Porto Alegre desde 2015<sup>1</sup>, e pelas minhas tentativas de fazer da minha prática docente algo útil para a sociedade, por meio da promoção de uma boa educação para os alunos e alunas na minha área disciplinar, me vi muitas vezes frustrado pela recepção diferente da almejada, ou da esperada, por parte desses estudantes, o que por vezes me fez refletir: não seria por causa do método de ensino adotado? Não seria pelos conteúdos abordados? Não seria pelas perspectivas desses estudantes com relação aos usos futuros desses conhecimentos? Não seria pela minha inexperiência na condução de uma turma etc.? Esse movimento de busca de entender meu papel como professor e as formas de abordagem do conteúdo de física que me fizeram cruzar com a pedagogia histórico-crítica.

A pedagogia histórico-crítica, que teve como proponente o filósofo e pedagogo Dermeval Saviani (1943 –), na década de 1980, constitui uma linha de pesquisa interdisciplinar em educação que visa sistematizar o seu corpo teórico-metodológico e testar suas propostas de práticas educativas concretas (SAVIANI, 2017). Esta é a perspectiva em que se enquadra esta tese de doutorado.

A pedagogia histórico-crítica é tanto uma teoria da educação (i.e., que se preocupa com a função da escola) como uma teoria pedagógica (i.e., que se preocupa com a prática do ensino). Como teoria da educação, a pedagogia histórico-crítica defende que a escola deve garantir aos estudantes a socialização dos conhecimentos sistematizados como condição necessária para a transformação social.

O método tradicional, herbartiano, centrado no professor, e que privilegia a transmissão dos conteúdos, atendo-se à sua lógica interna, é o que todos nós, pesquisadores em educação, procuramos superar, mas a filosofia da educação que tem conseguido ganhar

---

<sup>1</sup> E na escola onde foi realizada uma etapa prática, este autor lecionava desde outubro de 2017.

espaço como alternativa ao método tradicional é a filosofia neoescolanovista (SAVIANI, 2019). O neoescolanovismo propõem que o ensino seja centrado no aluno, dando atenção aos interesses e motivações deles, frequentemente conferindo ao professor o papel de facilitador da aprendizagem e não o de transmissor ou socializador do conhecimento. Essa visão de educação tem o apoio de grandes empresários que procuram difundir a ideologia dominante, que está alicerçada, entre outros, no individualismo, que se manifesta, por exemplo, no lema do “aprender a aprender”.

Na visão de Saviani (2008), a filosofia escolanovista tem desviado a escola de sua função precípua por ter a premissa de que, como os sujeitos têm seus próprios interesses e objetivos, cabe à escola não a transmissão dos conhecimentos sistematizados e incorporados no acervo cultural da humanidade, mas dar apoio para que os próprios alunos obtenham os conhecimentos do seu interesse, por meio de pedagogias baseadas no “aprender a aprender” (e.g., a aprendizagem baseada em projetos<sup>2</sup>).

Diante desse cenário, Saviani (2017) afirma ter buscado na história a essência da escola e da educação, bem como suas características estruturais que se mantiveram ao longo do tempo. Assim, no confronto desses achados com as teorias hegemônicas da educação, afirma ter caminhado na direção de uma teoria crítica que visasse superar dialeticamente, no sentido materialista histórico, as pedagogias tradicional e nova, sistematizando as bases filosóficas de uma perspectiva de educação que reconhece que os conhecimentos acumulados e sistematizados historicamente, e que resistiram ao tempo, necessitam ser socializados por meio da escola para que a classe explorada, a classe trabalhadora, tenha subsídios para perseguir os seus interesses, levando a uma transformação social que elimine o domínio de uma classe sobre a outra; domínio este que se materializa, por exemplo, na supressão de direitos trabalhistas para aumentar as margens de lucro das empresas capitalistas; na redução de direitos previdenciários e no aumento da austeridade fiscal para tornar “sustentável” a dívida pública que também funciona como um mecanismo de transferência de recursos de toda a sociedade para os detentores dos títulos públicos; na pressão contra o aumento dos investimentos para a melhoria da qualidade de vida para todos, tais como, infraestrutura de saneamento básico, recursos para a saúde, educação, segurança, segurança alimentar etc.

Na pesquisa em educação em ciências, o tema da pedagogia histórico-crítica obteve projeção com o trabalho de Paulo M. M. Teixeira (2003b). Neste trabalho, Teixeira procurou destacar os pontos de convergência entre os pressupostos da pedagogia histórico-crítica e da abordagem ciência, tecnologia e sociedade (CTS). Seu objetivo principal foi o de divulgar uma alternativa promissora para a educação em ciências para superar as abordagens internalistas, quais sejam, aquelas “que privilegiam profundamente os conteúdos específicos

---

<sup>2</sup> Uma metodologia de aprendizagem baseada em projetos bastante conhecida na área de Educação em Ciências é a proposta de Willian N. Bender.

de cada disciplina, desconsiderando os acontecimentos presentes na sociedade” (p. 2).

Teixeira (2003b) também assinalou que uma possível articulação da pedagogia histórico-crítica com a abordagem CTS teria o potencial de (i) melhorar o ensino de ciências crítico com uma proposta pedagógica autêntica construída no contexto brasileiro e (ii) contribuir com a pedagogia histórico-crítica com aportes teóricos e práticos produzidos no contexto do ensino de ciências, uma vez que essa “pedagogia revolucionária” é uma teoria educacional ainda em construção e, portanto, carente de pesquisas sobre a sua implementação nas diferentes áreas disciplinares.

A ideia da aproximação da abordagem CTS com a pedagogia histórico-crítica foi vislumbrada por Teixeira no seu trabalho mais geral, onde ele argumentou sobre uma tendência da educação científica, e do movimento CTS no Brasil, de se aproximar cada vez mais de referências teóricas e pedagógicas preocupadas com a formação para a cidadania por meio da democratização do conhecimento pelo trabalho escolar, e de se afastar das abordagens orientadas apenas para o mercado de trabalho, como as propostas tecnicistas, ou aquelas que consideram apenas o aspecto cognitivo dos alunos durante a aprendizagem, como algumas propostas construtivistas (TEIXEIRA, 2003a). Vale destacar que a perspectiva escolanovista se desenvolveu com forte influência da psicologia cognitivista ou construtivista, de base piagetiana, daí a centralidade do aluno no processo de ensino-aprendizagem com os métodos novos, os chamados métodos ativos, nos quais os interesses dos estudantes têm um peso significativo como definidor do percurso das tarefas investigativas a ser desempenhadas por eles (SAVIANI, 2008). Esses levantamentos preliminares de Teixeira (2003a; 2003b), no entanto, não avançaram a construções teóricas ou práticas mais detalhadas e coerentes com os pressupostos da pedagogia histórico-crítica.

As pesquisas sob o referencial da pedagogia histórico-crítica geraram mais trabalhos na área da educação em geral, principalmente pela liderança do Grupo de Estudos e Pesquisas “História, Sociedade e Educação no Brasil” (HISTEDBR) da Faculdade de Educação da Universidade de Campinas (Unicamp), do que nas áreas disciplinares específicas. Na área da educação em ciências, esta perspectiva tem relativamente menos contribuições, principalmente de caráter prático, fato que se reflete no reduzido número de trabalhos relativamente à temática “Pedagogia histórico-crítica na educação em ciências”. Revisões sistemáticas da literatura sobre a pedagogia histórico-crítica na educação em ciências têm apontado para a necessidade de mais estudos (ZILLI et al., 2015; MASSI et al., 2019).

Nesse contexto, esta tese apresenta um trabalho teórico e empírico sobre o uso dos pressupostos da pedagogia histórico-crítica no ensino de física. O público-alvo foi estudantes de 1º ano do ensino médio de escola pública, cuja faixa etária regular é de 15 anos, na disciplina de física, até mesmo porque a perspectiva pedagógica em questão é adequada de uma educação voltada para a classe trabalhadora. Pretendemos contribuir com

as pesquisas sob a perspectiva histórico-crítica com um estudo na educação em ciências, em especial, no ensino da disciplina de física, que, dentre as três disciplinas que compõem a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, é a que tem menor participação com trabalhos teóricos e práticos (MASSI et al., 2019).

A estrutura do nosso trabalho consiste na apresentação do referencial teórico, em uma revisão da literatura conforme a sua apropriação em trabalhos da área de educação em ciências, na apresentação da nossa tese que consiste na criação da ferramenta de *diagramas categoriais* como estratégia didática para o ensino de um conteúdo de física em contexto, sob a ótica da pedagogia histórico-crítica e coerente com um dos seus pressupostos (a filosofia materialista histórico-dialética), e na apresentação do planejamento, execução e análise de uma atividade de ensino de física utilizando a nossa ferramenta.

Esperamos com este trabalho contribuir com a construção coletiva da pedagogia histórico-crítica no contexto da educação em ciências, em especial, no ensino de física, com uma construção teórica e prática consistente com os pressuposto dessa pedagogia.

## 2 A PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA

A pedagogia histórico-crítica é uma teoria educacional que tem como principal formulador o filósofo e pedagogo brasileiro Dermeval Saviani (1943–). Ela também representa uma área de pesquisa que vem recebendo numerosas contribuições advindas de pesquisadores com formação nas mais variadas disciplinas. Como toda teoria, ela possui um conjunto de fundamentos pacificados que serão tratados aqui os quais nos ajudarão a evidenciar qual o seu diferencial em relação às outras abordagens pedagógicas que encontramos no Brasil.

### 2.1 A necessidade da construção de uma teoria crítica da educação de caráter revolucionário

Dermeval Saviani, pesquisador em filosofia e história da educação, inaugurou o ambicioso programa de pesquisa, que visa construir uma teoria da educação crítica e revolucionária, com uma coleção de artigos que foram reunidos no clássico da pedagogia brasileira *Escola e Democracia* (1983). Em seus textos, Saviani considera que uma teoria de caráter revolucionário, como a que ele esboçara, deve estar “empenhada decididamente em colocar a educação a serviço da [...] transformação das relações de produção”, ou seja, no contexto atual, transformar o modo de produção capitalista (SAVIANI, 2008, p. 61).

Para Saviani, uma teoria crítica da educação não exclui da análise os condicionantes objetivos que determinam e limitam suas proposições pedagógicas. Assim, colocando para si o problema de como se chegar a uma teoria crítica, ele operou a crítica das teorias da educação hegemônicas, burguesas, para chegar a uma síntese que colocasse as bases para uma teoria crítica na perspectiva dos interesses dos dominados (SAVIANI, 2017). Em sua análise, Saviani fez a crítica das teorias não-críticas e das crítico-reprodutivistas que mais influenciavam a educação brasileira, visando a uma síntese de superação por incorporação.

Nas teorias não-críticas, a educação é uma área autônoma que procura resolver seus problemas com ênfase em soluções internas e, no máximo, elas veem a “educação como um instrumento de equalização social”, colocando abstratamente a educação como um instrumento para a inclusão social, sem proceder a uma análise concreta dos problemas que impedem esse desiderato (SAVIANI, 2008, p. 4).

Nas teorias crítico-reprodutivistas, a educação é vista como determinada pela sociedade, sendo utilizada para reproduzir as relações sociais existentes no modo de produção vigente, daí identificarem uma determinada orientação para a escola da classe dominante e outra para a da classe trabalhadora. Nessas teorias, a análise da estrutura socioeconômica é fundamental para entender o fenômeno educativo de maneira geral

(SAVIANI, 2008).

Saviani (2008) identificou e classificou como teorias não-críticas hegemônicas: i) a pedagogia tradicional (herbartiana), ii) a pedagogia nova e iii) a pedagogia tecnicista. Já como teorias crítico-reprodutivistas, Saviani incluiu: iv) “a teoria do sistema de ensino como violência simbólica” (BOURDIEU; PASSERON, 1992), v) “a teoria da escola como Aparelho Ideológico de Estado” (ALTHUSSER, 1980) e vi) “a teoria da escola dualista” (BAUDELLOT; ESTABLET, 1971). Como foge do escopo deste trabalho reconstruir a argumentação de Saviani a respeito desta seleção de teorias, nos limitaremos a apresentar os principais aspectos de cada uma delas para que entendamos como a pedagogia histórico-crítica se apresenta como uma alternativa orientada para a transformação social.

### 2.1.1 Teorias não-críticas hegemônicas segundo Saviani

A chamada pedagogia tradicional surgiu, desenvolveu-se e transformou-se ao longo do movimento histórico de construção da sociedade capitalista. Ela é o resultado evolutivo das ideias filosóficas e pedagógicas que tiveram início com Comênio (1592–1670) e seu apogeu com Herbart (1776–1841), com repercussões até os dias de hoje. As bases da pedagogia tradicional foram úteis aos momentos chave de avanço das transformações sociais capitaneadas pela burguesia, quais sejam: burguesia como classe emergente (Reformas Protestantes), burguesia como classe revolucionária (Iluminismo), burguesia como classe triunfante (consolidação do Estado) e burguesia como classe dominante (instrumentalização cultural dos quadros de governo, formação dos cidadãos e difusão da visão de mundo burguês a todas as camadas) (GHIRALDELLI JR., 1986).

A perspectiva tradicional foi que decretou a educação como um direito de todo cidadão livre. Também foi ela que difundiu a ideia de termos escolas com as funções de instruir a população para o exercício da cidadania e de transmitir os conhecimentos sistematizados acumulados pela humanidade (SAVIANI, 2008). Para isso, essa perspectiva colocou a necessidade de termos professores bem formados, com sólidos conhecimentos na sua área disciplinar e conhecedores dos métodos de planejamento, transmissão e avaliação da aprendizagem, ou seja, da didática.

A pedagogia tradicional, enquanto método, se caracteriza por privilegiar a exposição do conteúdo. A forma consagrada de se fazer isso preconiza a execução em cinco passos, que são: 1) preparação, 2) apresentação, 3) comparação e assimilação, 4) generalização e 5) aplicação. Saviani (2008, p. 36) assevera que estes “correspondem ao esquema do método científico indutivo, tal como fora formulado por Bacon<sup>1</sup>”.

Especificamente, o primeiro passo, preparação, consiste no professor recuperar, com

---

<sup>1</sup> O método de Bacon possui três momentos fundamentais: *observação* da natureza em busca de regularidades, *generalização* para o estabelecimento de uma lei e *confirmação*, quando da aplicação bem sucedida da lei em outros eventos (SAVIANI, 2008).

---

os alunos, os tópicos já estudados que serão utilizados para a continuação da instrução. É o momento de falar do já conhecido. Em seguida, o professor expõem aos alunos o novo conhecimento, tendo a preocupação de integrá-lo ao já conhecido e de auxiliar os estudantes na assimilação desse novo conhecimento. Esse, por sua vez, já é o terceiro passo, no qual o novo é assimilado a partir do velho. Nesse ponto, o empenho dos estudantes é fundamental para o êxito da assimilação, e a pedagogia tradicional, por vezes, utilizou-se de meios tais como a intransigente exigência da atenção dos alunos, sob pena de medidas mais duras<sup>2</sup>.

Então, no próximo passo, assumindo que o processo de assimilação dos alunos tenha ocorrido a contento, é preciso colocar os alunos em situações semelhantes às utilizadas durante as exposições para que eles possam perceber as possibilidades de generalização dos conhecimentos recém aprendidos. Em uma disciplina como a física, pode-se pensar essa etapa como aquela em que os alunos são postos a resolver problemas de aplicação direta dos conceitos, leis e fórmulas, reservando os problemas mais elaborados ou abertos para o último passo do método.

Finalmente, no passo da aplicação, os estudantes devem receber tarefas variadas inéditas, com um grau de dificuldade maior, podendo exigir até mesmo conhecimentos que supostamente eles já deveriam dominar, visando a consolidação das suas aprendizagens. Esta etapa pode ser pensada como a famosa “lição de casa”, uma vez que com maior tempo, e sem a pressão do professor observando a execução da atividade, os aprendizes podem se concentrar melhor em problemas que demandem maior reflexão (SAVIANI, 2008; GHIRALDELLI JR., 2017).

O limite dessa pedagogia foi alcançado no início do século XX, quando começaram a surgir entraves para a universalização do ensino público na qualidade e na quantidade que seriam necessárias para o bom trabalho pedagógico a todas as camadas da população. Devido ao fracasso da universalização da educação, pois não existiam escolas suficientes que dessem conta da demanda, surgiu o problema de que muitos dos que conseguiam ingressar sofriam para conseguir permanecer até conclusão do nível de ensino (SAVIANI, 2008).

Ghiraldelli Jr. (1986), analisando esse problema pela via do movimento de ascensão da burguesia, atestou que a crise da pedagogia tradicional deveu-se às exigências das classes populares por mais direitos, fruto da instrumentalização dos poucos saberes básicos adquiridos na escola. Assim, para a classe dominante, o distensionamento dessa situação passava por responder à pergunta: “Como ceder aos trabalhadores mais educação, mantendo

---

<sup>2</sup> Antigamente, a perspectiva tradicional tentou resolver o problema da atenção/disposição dos estudantes para aprender por meio de tipos de castigo físico ou sanções disciplinares (e.g., advertências, suspensões e expulsões) e, no período mais recente, por meio das avaliações somativas periódicas com perspectiva de reprovação.

a escola como fator de equalização social, e ao mesmo tempo negar-lhes acesso à cultura?” (GHIRALDELLI JR., 1986, p. 128).

A resposta para essa pergunta passou por criticar a escola tradicional, alegando que ela não estaria cumprindo com a sua função de acesso e permanência, principalmente pela rigidez na cobrança do desempenho dos alunos e defendendo que a escola não pode se pautar por uma visão única de formação intelectual, pois cada indivíduo tem suas particularidades. Em suma, assumiu-se a ideia de que os seres humanos “são essencialmente diferentes; não se repetem; cada indivíduo é único” e, assim, caberia à escola a função de acolher os estudantes e auxiliá-los na descoberta de suas melhores potencialidades (SAVIANI, 2008, p. 7).

Em consonância com essa nova perspectiva, o movimento de reforma da educação que se opôs à pedagogia tradicional e alcançou maior proeminência ficou conhecido como “escolanovismo” (SAVIANI, 2008, p. 6). O escolanovismo, movimento da escola nova ou pedagogia nova – que teve como principal teórico o filósofo pragmatista e pedagogo John Dewey (1859–1952) – criticou, acertadamente, a prática pedagógica cristalizada na educação, a qual se apresentava como mecânica, repetitiva e desatualizada, colocando-lhe o rótulo de tradicional e destruindo, assim, uma característica positiva que ela tinha que era o ideal de igualdade das pessoas no ponto de chegada do processo de ensino dos conteúdos, embora negligenciando diferenças existentes no ponto de partida (SAVIANI, 2008).

A pedagogia nova, enquanto método de ensino, caracteriza-se por privilegiar uma maior autonomia dos estudantes na condução de sua autoinstrução (ou descoberta) dos temas de seu interesse, deixando o processo de ensino menos diretivo e mais flexível, e tendo o professor como organizador dos aspectos gerais das atividades e como colaborador para o atendimento das demandas e dificuldades dos estudantes. Essa pedagogia orienta-se pela execução de cinco passos: 1) Atividade e pesquisa; 2) Eleição de problemas; 3) Coleta de dados; 4) Hipótese e/ou heurística e; 5) Experimentação e/ou julgamento (GHIRALDELLI JR., 2017).

No primeiro passo, os professores propõem atividades para os alunos e ficam atentos aos momentos em que eles sintam dificuldades ou se defrontem com problemas que suscitem curiosidades (GHIRALDELLI JR., 2017). Muitas vezes, para adiantar o processo, o próprio professor pode apontar um problema e convidar os estudantes para iniciarem uma pesquisa para solucioná-lo.

Evidenciada a problemática, inicia-se o processo de sua solução, sendo esta a finalidade do ensino: a resolução de problemas de interesse dos alunos para a promoção do desenvolvimento cognitivo dos mesmos. Neste momento, os alunos, geralmente em grupos, começam a elencar os problemas subjacentes e a planejar como os resolverão (GHIRALDELLI JR., 2017). A pedagogia nova argumenta que a liberdade dos alunos para escolherem a forma de abordar o problema é fundamental, pois a motivação deles é o

combustível para que o processo dê certo. O professor pode auxiliá-los dando sugestões de métodos ou de caminhos possíveis para a abordagem dos problemas.

No terceiro passo, dá-se início à execução do planejamento anterior, com a coleta dos dados que serão usados no passo seguinte, ou seja, a elaboração das hipóteses que solucionam o problema ou das heurísticas que o elucidam (GHIRALDELLI JR., 2017). Em ambos os passos o professor participa como um colaborador dos alunos ou dos grupos, contribuindo em momentos em que eles sintam dificuldades de qualquer ordem ou precisem de uma explicação.

No último passo, faz-se o teste das hipóteses por processos experimentais ou opta-se por uma das heurísticas que seja mais plausível. Com isso, completa-se um ciclo de aquisição e produção de conhecimentos, com repercussões no desenvolvimento das habilidades cognitivas dos educandos. O desenvolvimento da cognição é em si considerado mais importante do que a assimilação dos conhecimentos, pois, nesse paradigma, tem-se a justificativa de que o mundo atual aumentou tanto a sua complexidade que, decerto, é muito mais interessante que os alunos desenvolvam a habilidade de aprender por conta própria (“aprender a aprender”) do que serem obrigados a aprender determinados conhecimentos previstos em um currículo engessado que, não raro, está recheado de conteúdos que não despertam os interesses dos alunos ou não lhes são úteis para o cotidiano.

O movimento da escola nova trouxe para o debate na educação um olhar sobre os indivíduos que aprendem, com considerações sobre a sua psicologia e biologia. Como os indivíduos são diferentes, com interesses e capacidades diferentes, a escola nova defendeu a mudança de foco do domínio dos conteúdos pelos estudantes para o processo de desenvolvimento cognitivo, com atividades variadas e acolhimento dos indivíduos pela escola, visando o auxílio no desenvolvimento pessoal mais amplo.

O excerto a seguir dá o tom das diferenças fundamentais que opõem a pedagogia tradicional em relação à pedagogia nova. Segundo Saviani:

Compreende-se, então, que essa maneira de entender a educação [i.e., o escolanovismo], por referência à pedagogia tradicional, tenha deslocado o eixo da questão pedagógica do intelecto para o sentimento; do aspecto lógico para o psicológico; dos conteúdos cognitivos para os métodos ou processos pedagógicos; do professor para o aluno; do esforço para o interesse; da disciplina para a espontaneidade; do diretivismo para o não-diretivismo; da quantidade para a qualidade; de uma pedagogia de inspiração filosófica centrada na ciência da lógica para uma pedagogia de inspiração experimental baseada principalmente nas contribuições da biologia e da psicologia. Em suma, trata-se de uma teoria pedagógica que considera que o importante não é aprender, mas aprender a aprender (SAVIANI, 2008, p. 8, inserção nossa).

A pedagogia nova, no sentido amplo, é tributária da “concepção humanista moderna de Filosofia da Educação” (SAVIANI, 2008, p. 49). Esta concepção coloca o primado da vida, da existência, da atividade, como ponto de partida do processo de ensino-aprendizagem, em oposição à concepção tradicional que privilegia a essência do conhecimento, o intelecto. Na pedagogia nova predomina a consideração sobre o processo psicológico em vez do lógico; permite o ritmo variado de aprendizagem, não necessariamente em ordem lógica, admitindo idas e vindas (SAVIANI, 2008). É nesse sentido que ela é uma pedagogia das diferenças, pois não vê problema que cada indivíduo tenha um percurso de aprendizagem distinto e, portanto, um ponto de chegada distinto.

Já a pedagogia tradicional, mesmo com seus defeitos, tinha um caráter revolucionário que era o de não tratar como menos importante os conhecimentos culturais a serem difundidos, pois tais conteúdos estavam a serviço de um resultado do processo educativo que contribuiria para a transformação da igualdade formal (leis) em igualdade real (na prática social).

Nesse contexto, Saviani (2008) defendeu uma proposta de superação dos traços característicos da pedagogia tradicional e nova com uma síntese. O autor afirma que, apesar de cada uma dessas pedagogias terem tido pontos positivos, o escolanovismo trabalhou fortemente para dotar a pedagogia tradicional de todos os males e de nenhuma virtude, para promover o senso comum de que a pedagogia nova era dotada de todas as virtudes e nenhum mal.

A escola nova começou a perder fôlego em meados do século XX, pois ficou claro que ela não resolvera o problema da qualidade, acesso e permanência na escola, certamente, por falta de investimentos, pois a proposição da nova forma de atuação docente exigia a disponibilidade de recursos escolares, turmas pequenas para a melhor atenção dos professores aos estudantes, espaços adequados etc. Os acertos da pedagogia nova, no entanto, melhoraram a educação das elites, aumentando ainda mais a desigualdade de classes.

A terceira teoria educacional hegemônica, não-crítica, que Saviani (2008) analisou foi a chamada pedagogia tecnicista. Ela foi implementada no bojo das reformas do estado a partir do golpe militar no Brasil, em 1964. O ponto central da pedagogia tecnicista era, por um lado, a aplicação da racionalidade mercadológica para resolver o problema do acesso e da permanência por meio da eficiência e da produtividade e, por outro, a redução de custos. A eficiência e a produtividade foram tentadas pela via da aplicação de pacotes educacionais “à prova de professor”, assumindo que o currículo poderia ser transmitido objetivamente, passo a passo, emulando um processo fabril. Nessa lógica, os alunos teriam que se adaptar ao material, e não o contrário. A redução de custos verificou-se na menor exigência da qualificação docente e no aumento do número de estudantes por docente. Além disso, deixando de fora melhorias substantivas na infraestrutura das escolas. Basicamente,

na pedagogia tecnicista o professor tende a ser convertido em um executor de em um processo que foi produzido sem a sua participação, e sim por especialistas.

Do ponto de vista ideológico, não é à toa que a pedagogia tecnicista foi adotada pelo regime militar, pois, diante do seu intento de controle da situação política e social naquele período, exigir dos professores da educação básica a postura de racionalistas técnicos<sup>3</sup> se traduzia em uma forma de exercer o controle dos assuntos possíveis de serem tratados dentro das escolas.

No plano metodológico, a pedagogia tecnicista procurou mecanizar o processo de ensino-aprendizagem ao padronizar os materiais e aumentar o grau de compartimentalização das disciplinas (i.e., pela produção de materiais com baixo grau de interdisciplinaridade e contextualização com o mundo real). Assim, tornou-se possível até mesmo a produção de recursos didáticos autoinstrucionais, “daí a proliferação de propostas pedagógicas tais como o enfoque sistêmico, o microensino, o telensino, a instrução programada, as máquinas de ensinar etc.” (SAVIANI, 2008, p. 10).

Na pedagogia tecnicista, o papel do estudante é o de desempenhar bem os blocos de conteúdo, bastando que ele demonstre, em algum momento, que aprendeu a fazer os tipos de exercícios propostos. Em termos construtivistas, tanto faz se ele atingiu o objetivo por aprendizagem mecânica ou significativa, o importante é a comprovação do objetivo atingido, como refletido em testes. Inversamente, o seu fracasso nos testes significa apenas que ele não foi capaz de desenvolver as habilidades propostas, bastando para isso repetir o processo, já que, em tese, o problema foi a sua incompetência em desenvolvê-las, e não uma insuficiência ou limitação do material (SAVIANI, 2008).

Como se sabe, a pedagogia tecnicista não resolveu o problema da permanência, haja vista os altos níveis de repetência e evasão que continuaram. No entanto, a política da educação tecnicista mitigou o problema do acesso, pois houve a expansão do ensino público nesses anos, embora com baixa qualidade. Este, sem dúvida, foi um capítulo de retrocesso na educação brasileira, pois a pedagogia nova jamais perdeu de vista a qualidade e a humanização da educação, deixando uma máxima importante para o trabalho pedagógico que é colocar o aluno no centro do processo de ensino-aprendizagem.

### 2.1.2 Teorias crítico-reprodutivistas hegemônicas segundo Saviani

Sobre as teorias crítico-reprodutivistas, a principal tese defendida por Saviani (2008) é a de que todas elas concluem que o sistema educacional reflete (ou reproduz) a própria estrutura da sociedade ou, dito de outra forma, que a educação está a serviço

---

<sup>3</sup> A postura racionalista técnica encara o ensino como uma atividade de transmissão de ferramentas práticas para a atuação no mercado de trabalho e o professor como um profissional técnico, proficiente na aplicação de métodos de ensino e responsável pela transmissão dos conhecimentos, não raras vezes, produzidos por especialistas das áreas técnicas, contidos em materiais objetivos (DEROSI; FERREIRA, 2021).

dos interesses da classe dominante. Saviani (2008) enfatiza que tanto a teoria do sistema de ensino como violência simbólica (BOURDIEU; PASSERON, 1992) como a teoria da escola como Aparelho Ideológico de Estado (ALTHUSSER, 1980) ou a teoria da escola dualista (BAUDELLOT; ESTABLET, 1971) cumpriram um papel fundamental que foi o de analisar o fenômeno educacional além dos muros da escola, e que suas críticas sobre elas diziam respeito aos limites que elas impuseram ao papel da escola como local de transformação da situação vigente, e não ao seu poder explicativo. Ainda, cabe ressaltar, sabe-se que essas teorias são de caráter sociológico, não pedagógico, e que, portanto, “elas não analisam as práticas escolares em si ou por si mesmas, ou o que acontece dentro das escolas, mas procuram dar conta do papel da escola no funcionamento da sociedade capitalista” (HIRSCH; RIO, 2015, p. 71, tradução nossa).

Com relação à teoria do sistema de ensino como violência simbólica, Saviani (2008, p. 14) afirmou que “trata-se de uma teoria axiomática que se desdobra dedutivamente dos princípios universais para os enunciados analíticos de suas conseqüências particulares”. Como resultado, ela acaba sendo um teoria a-histórica de aplicabilidade em qualquer tipo de sociedade.

Essa teoria reconhece a existência de dois níveis na estrutura social que se relacionam; o nível das forças materiais e o nível das forças simbólicas, cujo papel do último é o reforço do primeiro. É no nível simbólico que é produzido e reproduzido os meios de dominação das classes ou grupos subordinados para que seja mantida a organização do mundo material tal como se apresenta para nós (HIRSCH; RIO, 2015). Nesse ponto, Saviani (2008) sublinha que o cuidado de Bourdieu e Passeron em não se comprometerem com a delimitação da teoria com o conceito de classes sociais, ao deixar em aberto a sua substituição por “grupos”, é outro indicativo da pretensão de validade da teoria para outras possíveis sociedades.

É pela violência simbólica que as classes dominantes procuram impor as significações que justifiquem as relações materiais que as beneficiam. Ao mesmo tempo, é pela violência simbólica que essas mesmas classes procuram esconder as contradições ou as relações de força na base material que lhes dão sustentação. Uma das formas de pôr em prática a violência simbólica é por meio da ação pedagógica, especialmente na forma institucionalizada, escolar; mas também ocorre na educação difusa da vida em sociedade e na educação que se dá no seio da instituição familiar (BOURDIEU; PASSERON, 1992).

Os conteúdos ou significados selecionados para a transmissão ou inculcação por meio da ação pedagógica são aqueles da classe dominante. Por isso, é dito que a seleção desses conteúdos é arbitrária e legitimada por um poder arbitrário. No âmbito das instituições escolares, reconhece-se uma autoridade pedagógica que tem a legitimidade de “fazer acontecer” essa inculcação dos significados da classe dominante. O trabalho pedagógico é o braço operacional desse intento, sendo diferente a depender do público alvo. É o trabalho

pedagógico que tem o objetivo de formar o *habitus* nas diferentes camadas sociais. O *habitus* pode ser entendido como a formação social das diferentes classes para desempenharem o seu papel na organização social e, assim, também acabam reproduzindo o arbitrário cultural socializado (HIRSCH; RIO, 2015).

Saviani (2008) considera que essa teoria deixa claro que “a função da educação é a de reprodução das desigualdades sociais”, pois “pela reprodução cultural, ela contribui especificamente para a reprodução social” (p. 17). Assim, os esforços de se utilizar a escola como meio para a emancipação da classe trabalhadora do subjuogo dos proprietários dos meios de produção ficam totalmente inviáveis, já que a instituição escolar não tem esta finalidade e não dá abertura para esta reorientação.

A teoria da escola como aparelho ideológico do estado está contida no texto de Louis Althusser de 1970, publicado na revista *La Pensée* (nº 151), intitulado *Idéologie et appareils Idéologique d'État*. O objetivo do texto era compilar anotações para um estudo maior, na tradição marxista, sobre a reprodução das condições de produção capitalista. O autor partiu da premissa de que uma formação social se mantém ao longo do tempo se ela reproduzir as condições para a sua produção material, que são as forças produtivas (i.e., força de trabalho e meios de produção, tais como, máquinas e equipamentos, e a ciência e tecnologia voltadas à produção), e as relações de produção existentes (i.e., a divisão social do trabalho) (ALTHUSSER, 1980).

O papel da educação na reprodução capitalista está inserido no contexto da análise de Althusser da metáfora do “edifício” de Marx, que ilustra a conformação do modo de produção (HIRSCH; RIO, 2015). Essa metáfora espacial representa que a sociedade, ou formação social, tem uma base econômica ou infraestrutura, onde se efetiva a produção, e uma superestrutura, composta por dois níveis, que efetiva a reprodução do modo de produção capitalista. Um desses níveis da superestrutura é o jurídico-político, o qual dá sustentação à organização objetiva do estado, e o outro ideológico, que tem a ver com a disseminação da visão de mundo da classe dominante, as religiões, a moral, a política, a mídia etc. (ALTHUSSER, 1980).

Para Althusser, a reprodução da ideologia dominante é feita pelos Aparelhos Ideológicos do Estado (AIE), do qual faz parte “o AIE escolar (o sistema das diferentes escolas públicas e particulares)” (ALTHUSSER, 1980, p. 44). Para aclarar os termos usados nessa afirmação, entende-se por ideologia “o sistema das ideias, das representações, que domina o espírito de um homem ou de um grupo social” (ALTHUSSER, 1980, p. 69). Já os AIE estão inseridos na seguinte lógica: o Estado é o instrumento de poder das classes dominantes e tem como braço operacional os aparelhos repressivos<sup>4</sup> de estado, cujo

<sup>4</sup> “O Governo, a Administração, o Exército, a Polícia, os Tribunais, as Prisões, etc. ([...] a repressão, por exemplo administrativa, pode revestir formas não físicas)” (ALTHUSSER, 1980, p. 43).

principal objetivo é manter o *status quo* e o processo de extração da mais-valia gerada pelos trabalhadores na produção. Todavia, nem sempre o estado impõe sua dominação pela violência física, pois em muitos outros contextos sua dominação aparece plasmada em instituições, muitas delas de caráter privado, que atuam pela ideologia. Esta é a diferença fundamental entre o aparelho repressivo e o ideológico: o primeiro atua pela violência (e secundariamente pela ideologia) e segundo pela ideologia (e secundariamente pela violência). A distinção entre se é uma instituição pública ou privada que, em um dado momento, opera os interesses do estado não tem importância, pois o marxismo sustenta que o Estado é um estado burguês (ou estado de classe), no qual a separação entre o público e o privado é apenas uma concepção ideológica criada pelo Direito burguês, e não uma limitação do alcance do poder das burguesias<sup>5</sup> (ALTHUSSER, 1980).

A escola atua como um aparelho ideológico do estado na medida em que inculca, principalmente na classe trabalhadora, os saberes básicos necessários ao funcionamento do setor produtivo capitalista. O progresso escolar é pensado de tal forma que muitos fiquem pelo caminho, não necessitando que todos acessem o nível superior (SAVIANI, 2008). Althusser (1980) considera que os poucos que atingem o ápice da escolaridade são aqueles que ocuparão os postos necessários para pôr em movimento as engrenagens dos aparelhos tanto repressivos quanto ideológicos do estado, além da setor produtivo.

Para Saviani (2008), o que a teoria da escola como aparelho ideológico do estado conclui é que a classe trabalhadora não pode contar com a escola de hoje como meio de emancipação da situação de explorada pelo sistema capitalista, pois os conhecimentos que são socializados nela são somente aqueles necessários ao trabalho e, a reboque desses conhecimentos, à disseminação da ideologia da classe dominante. O mérito de Althusser foi identificar o AIE escolar como um local possível para a luta de classes, embora não tenha entrado em discussões propositivas.

Por fim, na teoria da escola dualista, Baudelot e Establet (1971) afirmam que há apenas dois tipos de escola: a escola para a burguesia e a escola para o proletariado; que são as duas grandes classes em disputa na sociedade capitalista (MARX; ENGELS, 2011). Para Baudelot e Establet (1971), a escola para a burguesia está inserida em um lógica que conduz para o atingimento de níveis superiores de ensino. Já a escola do proletariado está

---

<sup>5</sup> De fato, facilmente podemos perceber que a separação público × privado não é um empecilho ao exercício do poder de classe quando observamos as frações da classe dominante no Congresso Nacional, por exemplo do agronegócio ou do mercado financeiro, negociando medidas em seu benefício ou pressionando o estado para atuar em seu benefício. Ou ainda, de forma mais eloquente, quando observamos agentes do setor privado assumindo funções públicas em autarquias que têm conflitos de interesses com esse setor, e que, no entanto, não são impedidos de exercê-las, retornando depois para as suas antigas posições normalmente – como nos vários casos de presidentes do Banco Central que vieram de bancos privados e depois retornaram para eles ou de ministros da Fazenda (ou da Economia) que vieram de bancos privados e para eles retornam, após suas passagens pela administração do estado.

voltada para o desempenho de funções práticas, profissionalizantes. Ambas constituem o aparelho ideológico do estado em favor dos interesses burgueses de manutenção da sociedade capitalista, na qual a divisão social do trabalho reserva ao proletariado o trabalho de caráter mais braçal; à classe média, a ocupação de postos de trabalho, em geral, de controle do proletariado na burocracia privada ou pública; e à burguesia, o acesso à cultura, a produção de ideologia e o exercício do direito de exploração dos meios de produção, por serem seus proprietários.

Nessa teoria, o conceito de aparelho ideológico do estado foi retomado de Althusser. Como aparelho ideológico, a escola continua com a sua função de formação da força de trabalho, socialização da ideologia burguesa e silenciamento da ideologia proletária. Esta última, Saviani (2008) considera como um aspecto positivo da teoria da escola dualista, pois “admite a existência da ideologia do proletariado” (p. 22). Porém, afirma que Baudelot e Establet não sinalizaram que fosse possível a luta de classes no interior da escola para a socialização da ideologia do proletariado. Para os autores, a escola é o instrumento da burguesia, concomitantemente à sua função objetiva para a produção capitalista e para a luta de classes contra a ideologia proletária. Cade ressaltar que a separação das redes escolares, segundo os autores, é utilizada também para qualificar o trabalho intelectual como superior ao trabalho manual, para inculcar que a cultura burguesa produzida na rede escolar da burguesia é superior à proletária.

Saviani (2008) conclui, então, que essas três teorias crítico-reprodutivistas, a despeito de terem servido para a proliferação de estudos críticos sobre os sistemas de ensino, “contribuíram para disseminar entre os educadores um clima de pessimismo e de desânimo” (p. 24), sem pôr muitos direcionamentos sobre o que poderíamos fazer para superarmos o uso da escola como instrumento para a concretização dos interesses dominantes.

### 2.1.3 Implicações das teorias crítico-reprodutivistas para uma teoria crítico-dialética da educação

A necessidade da construção de uma teoria crítica dialética, como é o caso da pedagogia histórico-crítica, que é uma teoria materialista histórico-dialética<sup>6</sup>, é que as teorias não-críticas olham para a educação como uma questão interna e esperam, ingenuamente, que seus resultados de ensino-aprendizagem resolvam o problema da desigualdade social

---

<sup>6</sup> “Materialista”, por se filiar à corrente filosófica do marxismo que entende que o plano das ideias tem uma base material que lhe dá origem e é o seu fundamento. “Histórico”, por entender que as lutas das classes antagônicas ao longo da história movem as sociedades com constantes transformações. E “Dialética”, por entender que, por mais que as classes dominantes tenham relativa vantagem sobre as classes dominadas, existem momentos conjunturais que podem ser aproveitados pelo polo da classe explorada para avançarem os seus interesses, e é nesse embate de contrários que a história tende frequentemente a produzir novas sínteses na dinâmica do desenvolvimento das sociedades.

pela inclusão dos marginalizados no sistema econômico. Já as teorias crítico-reprodutivistas, ao analisarem o papel da escola no contexto mais amplo, acabam desvelando que o aparente fracasso do uso da escola como equalizador das tensões da base material da sociedade na verdade é seu êxito, pois concluem que o sistema escolar está funcionando de acordo com o atendimento dos interesses da manutenção do estado de coisas (SAVIANI, 2008).

As teorias crítico-reprodutivistas tiveram o mérito de dar uma explicação do papel da escola no contexto maior do modo de produção capitalista. Por não serem teorias com proposições que visem a transformação da função da escola, elas acabam passando a mensagem do fatalismo, ou determinação, da realização unidirecional dos interesses da classe dominante para a maior exploração da classe que possui apenas a sua força de trabalho para vender, dando pouca margem, ou não abordando, as possibilidades de resistência no interior da escola.

A alternativa crítica dialética viria para pensar formas de resistência ou de aproveitamento das contradições que existem, visando o uso da escola como agente de transformação a partir da superestrutura, devido ao impulsionamento dado pelas demandas da base explorada. Nesse ponto, Saviani (2008) chama a atenção para que a perspectiva dialética busque na história as conquistas que fizeram a escola se mover na direção dos interesses dos dominados e tome cuidado com os momentos de retrocesso que periodicamente são operados pelos setores dominantes, ainda mais quando ideias são adotadas acriticamente pela própria classe trabalhadora. Como assevera o autor,

Do ponto de vista prático, trata-se de retomar vigorosamente a luta contra a seletividade, a discriminação e o rebaixamento do ensino das camadas populares. Lutar contra a marginalidade por meio da escola significa engajar-se no esforço para garantir aos trabalhadores um ensino da melhor qualidade possível nas condições históricas atuais (p. 25-26).

Nesta tese, assumimos o desafio de nos colocar ao lado dos interesses da classe trabalhadora, desenvolvendo uma forma de realizar o ensino de física dentro de uma perspectiva teórica crítica. Na próxima seção, apresentaremos os pressupostos da pedagogia histórico-crítica e indicaremos seus possíveis usos em práticas de sala de aula.

## **2.2 Pressupostos da pedagogia histórico-crítica**

Como vimos, a pedagogia histórico-crítica visa construir uma teoria da educação voltada para os interesses da classe trabalhadora, uma vez que reconhece que a escola é usada como um instrumento das classes dominantes para a manutenção do *status quo*, ou seja, é usada não para a formação plena do ser humano, mas para a sua formação como força de trabalho. Porém, diferentemente das teorias crítico-reprodutivistas, a pedagogia histórico-crítica entende que as contradições inerentes ao movimento histórico das lutas de

---

classes permitem, dentro da escola para trabalhadores, que o ensino possa se dar imbricado com o desenvolvimento do espírito crítico dos estudantes, para que eles percebam no seu dia a dia a constante luta das classes em disputa; condição necessária para a compreensão do mundo em que atuamos.

O fundamento basilar da pedagogia histórico-crítica é a concepção de ser humano nos seus aspectos social, histórico e cultural. No marxismo, parte-se da categoria de trabalho para observar, no desenvolvimento histórico, a relação dos seres humanos entre si e desses com a natureza para produzirem sua própria existência. Nesse processo de produção e reprodução contínuos dos meios necessários à perpetuação dos seres humanos, foram elaboradas formas de transmitir às gerações futuras conhecimentos e práticas, primeiramente, no dia a dia do próprio trabalho e, no período mais recente, pela utilização de instituições destinadas a este fim: as escolas.

Porém, como sabemos, ao longo da história as escolas foram sendo apropriadas e diversas vezes reorientadas (i.e., reformadas) para atenderem aos objetivos específicos das classes com o poder político e econômico em um determinado momento. Por exemplo, atendo-nos ao período histórico mais recente, vimos que a escola tradicional cumpriu o seu papel de consolidação da formação social capitalista até final do século XIX, e as pressões da classe trabalhadora impeliram as classes dominantes para solucionar o problema do acesso, qualidade e permanência na escola, resultando na reorientação do objetivo da escola da classe trabalhadora.

No Brasil, os níveis de escolarização da maioria da população, em comparação com os países centrais, não parecem desfuncionais à acumulação capitalista da classe dominante nacional, pois, se assim os fossem, os capitalistas daqui estariam pressionando os governantes das diversas esferas da administração pública por políticas de melhoria da educação, visando à formação de trabalhadores melhor qualificados ou mesmo cobrando por políticas de imigração de trabalhadores qualificados.

Todas as economias diversificadas ou complexas, as quais apresentam elevados níveis de industrialização e alta sofisticação nos bens e serviços que produzem, via de regra, têm um bom sistema educacional para suprir, ou tentar suprir, a demanda por trabalhadores qualificados para dar conta da manutenção e do avanço das suas economias (GALA, 2017).

Como ilustração e indício dessa alegação, o exame do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), tem mostrado que países de economia mais diversificada, em geral, conseguem formar estudantes da faixa etária dos 15 anos (na maioria dos países, é a idade na qual o estudante conclui o ensino fundamental) mais proficientes em leitura, ciências e matemática que estudantes de economias menos complexas. Por exemplo, no último

PISA, divulgado em 2019<sup>7</sup>, entre os 79 países que participaram do exame, os estudantes brasileiros foram classificados nas seguintes posições: entre 55º e 59º lugar em leitura, entre 69º e 72º em matemática e entre 64º e 67º em ciências, levando-se em conta a margem de erro (OLIVEIRA, 2019). Ainda:

Quando comparado com os países da América do Sul analisados pelo Pisa, o Brasil é pior país em matemática, empatado estatisticamente com a Argentina, com 384 e 379 pontos, respectivamente. Uruguai (418), Chile (417), Peru (400) e Colômbia (391) estão à frente.

Em ciências, o país também fica em último lugar, junto com os vizinhos Argentina e Peru, com empate de 404 pontos. Estão melhor classificados Chile (444), Uruguai (426) e Colômbia (413). Quando o assunto é leitura, o Brasil é o segundo pior do ranking sul-americano, com 413 pontos, ao lado da Colômbia (412). Em último lugar, estão Argentina (402) e Peru (401) (OLIVEIRA, 2019).

Já os países melhor classificados são, muitos deles, reconhecidamente países desenvolvidos ou de economia pujante e diversificada, tais como China, Singapura, Canadá, Coreia do Sul, Estados Unidos, Japão, Alemanha, França, Itália etc. Com esses dados, não estamos procurando reivindicar uma educação voltada para a acumulação capitalista, mas levantando indícios de que a educação é um aspecto importante das contradições da luta de classes, pois se, de um lado, os capitalistas necessitam de mão de obra qualificada para as suas empresas, do outro, essa educação, na lógica capitalista, tem que ser provida na medida do necessário. No caso do Brasil, que é um país que vem se desindustrializando a partir da década de 1980, a necessidade por trabalhadores qualificados, no geral, vem reduzindo a tal ponto que tem se tornado comum tristes relatos de engenheiros ou doutores que “ganham a vida” como motoristas de aplicativo devido à falta de vagas de emprego no país para as qualificações para as quais foram formados (GALA; RONCAGLIA, 2020).

Voltando à abordagem do tema das diferenças entre a escola tradicional e a escola nova, é oportuno apresentarmos algumas considerações feitas por Saviani que evidenciam os limites de cada uma delas, mas que auxiliam na síntese superadora que a escola para os trabalhadores deve perseguir para operarem na lógica do reencontro da função da escola como mediadora dos conhecimentos produzidos historicamente para a humanização do seres humanos e sua emancipação.

Saviani (2008) assevera que a pedagogia tradicional tratava o processo de ensino como a transmissão de conhecimentos já produzidos pelas ciências, tratando-os como definitivos e imutáveis, enquanto que a pedagogia nova tratava o processo de ensino como

---

<sup>7</sup> O exame é realizado de três em três anos, desde 2000. A edição seguinte estava prevista para ocorrer em 2021, mas foi adiada para 2022 devido à pandemia da COVID-19 e teve foco em matemática. O PISA 2024 também foi adiado, para 2025, e terá foco em ciências.

a produção de novos conhecimentos, ou seja, enxerga o ensino como uma atividade de pesquisa ou, pelo menos, como uma atividade de ensino de métodos de pesquisa, que seriam úteis para a vida dos estudantes, pois eles aprenderiam formas de se autoinstruir. Saviani, por sua vez, propõe o método marxista, como esboçado no texto “o método da economia política” (MARX, 2011a, p. 118), como uma orientação para o desenvolvimento da atividade de ensino, sendo aplicável tanto para a transmissão dos conhecimentos disponíveis no acervo cultural da humanidade quanto para a atividade de investigação científica.

Segundo Saviani (2008), o movimento que vai da *síncrese*, “a visão caótica do todo”, à *síntese*, “uma rica totalidade de determinações e de relações numerosas”, pela mediação da análise, “as abstrações e determinações mais simples” (p. 59), pode ajudar a pensar tanto o método de ensino, no sentido da transmissão-assimilação de conhecimentos, quanto o método de investigação de novos conhecimentos. Assim, a teoria pedagógica histórico-crítica incorpora como base teórico-metodológica a concepção materialista histórico-dialética para tratar o fenômeno educativo em todos os níveis de determinação, isto é, tanto como um método para as práticas da sala de aula, quanto para a pesquisa. Este será o pressuposto principal no qual nos apoiaremos para a construção de uma ferramenta de ensino alicerçada no materialismo histórico-dialético e compatível com a pedagogia histórico-crítica.

Cabe-nos esclarecer que, para Saviani, a *síncrese* é a experiência sensorial imediata, o que ele também chama de *empírico*, uma visão confusa do todo. Já a *síntese* é a experiência imediata reconstruída como uma representação mental (sem se referir às interpretações cognitivista ou conexionista da psicologia), o que ele chama de *concreto mediado* ou *concreto pensado*, que só é possível pela análise.

Chama-se de concreto pensado, e não de empírico, porque essa experiência é mediada por abstrações que apreendemos durante a investigação ou aprendizagem. Com efeito, Saviani (2008) propõe que o ponto de partida do processo de ensino-aprendizagem seja a prática social global na sua percepção empírica, sincrética, imediata, para depois, por meio da análise, se chegar a determinações mais simples e, a partir destas, fazer o caminho inverso até retornar à prática social global na sua concepção concreta, sintética, como representação mental do real, mediado por categorias abstratas e suas relações diversas.

Saviani (2008), buscando estabelecer um paralelo entre o que seria essa pedagogia de orientação marxista e as pedagogias tradicional e nova, elencou, à semelhança dos passos das citadas pedagogias, cinco momentos pedagógicos da concepção que ora lançava as bases apenas para fins de colocação em perspectiva. Porém, sempre deixou claro que isso foi somente um exercício de materialização da concepção filosófica em procedimentos, mas que de maneira nenhuma eles seriam momentos que necessariamente deveriam ser executados em sequência. Esta observação não foi muito bem compreendida nos primeiros trabalhos de tentativa de uso da pedagogia histórico-crítica na prática escolar (GALVÃO;

LAVOURA; MARTINS, 2019).

Os momentos são estes: 1) prática social (percebida no seu caráter sincrético), 2) problematização, 3) instrumentalização, 4) catarse e 5) prática social (agora, percebida como uma síntese de muitas determinações e relações numerosas). O ponto de partida é a prática social na qual professor e alunos participam como agentes sociais, embora eles tenham conhecimentos e experiências diferentes sobre essa prática. Pressupõe-se que o professor tenha uma “síntese precária” desta prática, e que os alunos a observem de maneira sincrética, caótica (SAVIANI, 2008, p. 56). No caso do professor, diz-se que ele tem um entendimento sintético com relação a sua experiência a respeito da prática social que ele propõem. Porém, na medida em que a articulação dessa prática social como objeto de análise na prática pedagógica não é conhecida muito bem a priori, por envolver níveis de participação dos alunos os quais não se têm uma antecipação segura, entende-se que essa experiência é precária na prática pedagógica do professor com os alunos. Já, no caso dos alunos, diz-se que eles têm um conhecimento sincrético porque, por mais articulados que eles sejam, “sua própria condição de alunos implica uma impossibilidade, no ponto de partida, de articulação da experiência pedagógica na prática social de que participam” (p. 57).

No momento da problematização, professor e alunos procuram identificar os principais problemas postos pela prática social. Nessa identificação também se discute quais são os conhecimentos que necessitam ser mobilizados para enfrentá-los.

No terceiro momento, são feitos os estudos necessários para a apropriação dos conhecimentos necessários para dar conta dos problemas levantados pela prática social. A metodologia de ensino-aprendizagem a ser desenrolada pelo professor poderá ser tanto direta (métodos tradicionais, expositivos) ou indireta (métodos novos, ativos). Os conteúdos, na instrumentalização, devem estar circunscritos aos problemas levantados para se evitar qualquer tipo de instrumentalização tecnicista, na qual o instrumento tem um fim em si mesmo por fazer parte do instrumental de uma dada área do conhecimento. Como assevera Saviani (2008, p. 57) “trata-se da apropriação pelas camadas populares das ferramentas culturais necessárias à luta social que travam diuturnamente para se libertar das condições de exploração em que vivem”.

O quarto momento, a catarse, é a efetivação da aprendizagem pelos estudantes. É a apropriação dos conteúdos trabalhados como ferramentas culturais disponíveis para os alunos atuarem, na prática social, com maior embasamento. É um conceito que foi apropriado por Saviani na acepção gramsciana, que tem a ver com o entendimento da infraestrutura na sua relação com a superestrutura e vice-versa, consciência esta necessária à liberdade. Em suma, “trata-se da efetiva incorporação dos instrumentos culturais, transformados agora em elementos ativos de transformação social” (SAVIANI, 2008, p. 57).

---

No quinto e último momento, o aluno, em tese, devido ao fenômeno catártico, já ascendeu a um nível de conhecimento semelhante ao do professor. Ou seja, já lhe é possível ter uma compreensão sintética da prática social. E o professor, por sua vez, provavelmente já terá reduzido a precaridade da sua síntese da prática social na prática pedagógica com os alunos, pelo nivelamento no compartilhamento dos conhecimentos com eles. Em suma, temos a conclusão da passagem da síncrese à síntese pela mediação da análise. A conclusão do processo de ensino-aprendizagem, portanto, se dá no processo catártico, pois a prática social no ponto de chegada não significa uma volta ao problema inicial, mas uma mudança qualitativa na postura dos educandos frente ao problema, o que pode suscitar uma ação na prática social. Como Saviani (2008) nos chama a atenção, nunca saímos da prática social, apenas a incorporamos na prática pedagógica como uma dimensão consciente. Portanto, a diferença fundamental entre o ponto de partida e o ponto de chegada reside na diferença qualitativa que atingimos no final do processo pela apropriação de novos conhecimentos (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019).

Essa asserção é importante porque em muitas experiências de uso da pedagogia histórico-crítica em propostas concretas, por vezes o(s) autor(es) consideram que o quinto momento é um retorno ao problema inicial para ser feita alguma intervenção social, o que é uma interpretação equivocada da metodologia. Não que isto não possa ser aventado como uma possibilidade, mas não é, necessariamente, o fim a ser perseguido pela abordagem pedagógica histórico-crítica. A atuação na prática social em consequência da catarse, no nosso entendimento, deve muito mais ser uma atitude espontânea dos estudantes do que um momento do ensino, para se evitar alegações, por exemplo, de “doutrinação política” no ensino pela pedagogia histórico-crítica.

Ao término da exposição do consagrado método em cinco momentos propostos por Saviani em “Escola e Democracia” (2008), cabe reiterar que o autor utilizou-se deste artifício heurístico, de expor a concepção pedagógica histórico-crítica em um paralelo com os métodos tradicional e novo, com o objetivo de conduzir o leitor a um entendimento da sua proposta. Porém, como ficou evidente em alguns trabalhos na área da educação que se apropriaram do método como passos algorítmicos, o que é epistemologicamente contraditório com a concepção marxista (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019), os adeptos da pedagogia histórico-crítica devem sempre ter em mente que os momentos do método não formam uma sequência hierárquica, mas um esforço de entendimento das particularidades da totalidade do processo de ensino-aprendizagem.

Nesta tese, desenvolvemos uma forma de realizarmos o ensino de física coerentemente com a pedagogia histórico-crítica, sem negligenciarmos sua assumida subordinação ao método marxiano. Como mostraremos, no capítulo de revisão da literatura, um dos maiores desafios dessa vertente é a aplicação dos momentos pedagógicos no ensino de ciências. Tendo isto em mente, procuramos contribuir com um trabalho teórico e prático do uso

dessa pedagogia no ensino física do ensino médio para aumentarmos a massa crítica dos estudos nessa linha nesta disciplina e no ensino de ciências de maneira geral.

Ao realizarmos esta tarefa de pesquisa e experimentação, também tínhamos em mente o que escrevera Saviani no livro *Escola e Democracia* sobre o confronto da teoria com as práticas pedagógicas concretas:

[...] lancei uma série de idéias que, obviamente, necessitam ser mais desenvolvidas e detalhadas [...]. Poderá ser o caso de que elas necessitem ser retificadas. [...] o desenvolvimento, o detalhamento e a eventual retificação das idéias expostas passam pela sua confrontação com a prática pedagógica em curso na sociedade brasileira atual. Daí o interesse em que os professores as submetam a uma crítica impiedosa à luz da prática que desenvolvem. [...] um maior detalhamento dessa proposta implicaria a verificação de como ela se aplica (ou não se aplica) às diferentes modalidades de trabalho pedagógico em que se reparte a educação nas condições brasileiras atuais (SAVIANI, 2008, p. 63-64).

Voltando-se agora à análise dos aspectos psicológicos na pedagogia histórico-crítica, os pesquisadores Newton Duarte e Lígia Márcia Martins reconhecem na psicologia histórico-cultural, com base em Lev S. Vigotski (1896-1934), Aleksandr R. Luria (1902-1977) e Aleksei N. Leont'ev (1904-1979), a chamada “Escola de Vigotski”, o fundamento psicológico da pedagogia histórico-crítica (MARTINS, 2013).

Para a pedagogia histórico-crítica, a psicologia histórico-cultural dá subsídios para que possamos compreender o desenvolvimento psíquico e a formação cultural dos sujeitos em sociedade. Ela tem como pressuposto que as funções mentais superiores nos seres humanos são desenvolvidas na vida em sociedade, ou seja, têm uma gênese social. Por funções mentais superiores podemos citar a memória mediada, a atenção voluntária, a fala e o pensamento entre outras, as quais os humanos têm o potencial para o seu desenvolvimento, mas que na interação social podem vir ou não a se complexificarem.

O substrato a partir do qual as funções mentais superiores se desenvolvem são as funções mentais elementares, as quais fazem parte, por assim dizer, da programação natural da espécie humana (o que ocorre também nos demais animais da natureza). Estas são profundamente dependentes de estímulos arbitrários do ambiente, ou seja, de estímulos que não foram previamente preparados pelo sujeito para que aconteçam.

Por exemplo, imagine que planejemos realizar uma certa tarefa em uma dada data e hora e não preparemos nenhuma espécie de lembrete (seja um bilhete ou um alarme em um relógio) para nos avisar quando o momento chegar. Neste caso, pode acontecer de lembrarmos de realizar a tarefa em algum lapso fortuito, um pouco antes ou um pouco depois do momento planejado, fruto de um estímulo “inesperado” do ambiente, como, por

---

exemplo, ao passar a vista de relance em um relógio, o que poderia ativar a lembrança por acaso.

O fundamental deste exemplo é que a memória, como função mental elementar, foi acionada por um estímulo incontrolável do ambiente. O mesmo poderia ser feito com o disparo de uma alarme de um relógio previamente configurado por nós como um ferramenta para acionar a lembrança. Neste caso, o simples fato de sermos capazes de nos auto-estimular com a programação de um alarme caracteriza que estamos tratando da função mental da memória na sua forma superior, própria da espécie humana. No primeiro caso, a função mental elementar não foi mediada porque dependeu de um evento não controlado para ser acionada. No segundo, diz-se que a função mental superior foi mediada por um instrumento ou signo (o relógio e seu disparo sonoro) (PEREIRA; LIMA JUNIOR, 2014).

Cabe ressaltar que não é porque foi dito que as funções mentais elementares são o polo oposto das funções mentais superiores que as primeiras não tenham influência nas segundas ou que sejam independentes. O desenvolvimento filogenético da espécie humana permitiu um certo nível de controle das funções mentais elementares, nos dando condições para que desenvolvêssemos as funções mentais superiores por meio de transições qualitativas estimuladas pela cultura, as quais nos permitiram romper com as restrições impostas pelos estímulos do ambiente e ter a capacidade de nos auto-regular com estímulos auto-gerados que se tornam a causa de nosso comportamento ou do comportamento de outrem (WERTSCH, 1985).

As funções mentais superiores não são uma programação natural. Na verdade, temos o potencial para desenvolvê-las, sendo que é na interação entre os sujeitos no contexto sociocultural que podemos formá-las. Esse princípio é importante para a pedagogia histórico-crítica principalmente porque indica que o trabalho educativo opera na otimização do processo de desenvolvimento intencional das funções elementares em funções superiores ou na complexificação das últimas. Essa necessidade é reforçada pela tese de que os seres humanos, para se humanizarem cada vez mais, precisam se apropriar daquilo que a humanidade produziu, e, para isso, precisamos ser educados com os conteúdos da cultura, seja ela científica, artística ou filosófica.

A pedagogia histórico-crítica defende que a função da escola (ou do trabalho educativo), no aspecto do desenvolvimento humano, é “produzir, direta e intencionalmente, em cada indivíduo singular, a humanidade que é produzida histórica e coletivamente pelo conjunto dos homens” (SAVIANI, 2012, p. 13). Para isto, faz-se necessário a assimilação dos conhecimentos mais relevantes produzidos pela humanidade, por meio de formas adequadas de ensino que levem em conta a psicologia do processo de aprendizagem para a sua otimização.

Nesse contexto, a “lei genética geral do desenvolvimento cultural” (VYGOTSKY,

1981a apud WERTSCH, 1985, p. 60, tradução nossa) e o conceito de “zona de desenvolvimento proximal” (ZDP) (VYGOTSKY, 1934, 1978 apud WERTSCH, 1985, p. 67, tradução nossa) são úteis para entendermos e otimizarmos as práticas de ensino. A lei genética geral do desenvolvimento cultural afirma que

Cada função no desenvolvimento cultural da criança aparece duas vezes, ou em dois planos. Primeiro ela aparece no plano social, e então no plano psicológico. Primeiro ela aparece entre pessoas como uma categoria interpsicológica, e então dentro da criança como uma categoria intrapsicológica (VYGOTSKY, 1981a apud WERTSCH, 1985, p. 60-61, tradução nossa).

Na perspectiva vigotskiana, é no convívio social, nas relações entre as pessoas, que entramos em contato com as funções mentais superiores. Vigotski abordou o processo de transformação das funções do plano social para o individual como a internalização dessas funções. Entretanto, não como uma cópia, mas como uma mudança qualitativa nas estruturas das funções intrapsicológicas dos indivíduos. Ou seja, como uma formação mental elicitada pelo convívio social (WERTSCH, 1985).

As funções mentais superiores operam sempre mediadas por instrumentos ou signos, sendo que os últimos são chamados de ferramentas psicológicas. Enquanto o instrumento, ou ferramenta técnica, por exemplo um martelo, pode ser usado como uma mediação para uma alteração no mundo físico, o signo pode ser pensado como uma mediação para a alteração de algo no plano psicológico, seja entre pessoas, isto é, no plano interpsicológico, seja individualmente, no plano intrapsicológico.

Foi com o conceito de ZDP que Vigotski estudou empiricamente a aprendizagem de habilidades intelectuais nas crianças na relação entre os planos interpsicológico e intrapsicológico. Ele definiu a ZDP como

[...] 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 da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VIGOTSKI, 2007, p.97).

Vigotski asseverou que mais importante do que determinar o nível real de desenvolvimento da criança, como determinado com testes em que ela consegue fazer sem a ajuda de outro, o que demonstra um desenvolvimento já completado, é determinar o conjunto de tarefas que ela não consegue realizar, embora falte-lhe pouco para tal. Ou seja, é mais importante determinar as tarefas que a criança realiza com um pequena ajuda do adulto ou de um companheiro mais capaz. Para Vigotski, o que é mais constitutivo do nível de desenvolvimento do indivíduo é justamente essa distância entre o desenvolvimento já

completado e o limite onde ele começa a deixar de solucionar certos problemas mesmo com a ajuda de um companheiro mais capaz.

Nesse sentido, Vigotski (2007) considera que são diferentes duas crianças que tenham o mesmo nível real de desenvolvimento, mas níveis potenciais diferentes ou ZDP's diferentes. Para ele, a criança com uma ZDP maior estará em um nível de desenvolvimento maior. Assim, a boa instrução seria aquela em que o conteúdo a ser aprendido não é nem muito difícil nem muito fácil para o aprendiz, ou seja, deve ocorrer na ZDP, para permitir que ocorra uma transformação do nível potencial em nível real de desenvolvimento.

Voltando-se para os signos na perspectiva vigotskiana, Vigotski os entendia como ferramentas psicológicas que na atividade humana operam não sobre objetos físicos, mas como um meio de influenciar o comportamento, seja ele o nosso ou o de outros. Em outras palavras, ele entendia o instrumento técnico como voltado para fora e a ferramenta psicológica como voltada para a estimulação interna (WERTSCH, 1985).

A principal ferramenta psicológica que ocupou as pesquisas de Vigotski foi a linguagem e, por extensão, o pensamento, nos quais a unidade fundamental é a palavra e o seu significado em situações concretas, ou seja, o signo e seu sentido em uma dada situação sociocultural. Outras ferramentas psicológicas elencadas por Vigotski foram:

[...] os vários sistemas de contagem, técnicas mnemônicas, sistemas de símbolos algébricos, obras de arte, escrita, esquemas, diagramas, mapas, desenhos mecânicos, todo tipo de sinais convencionais e assim por diante (VYGOTSKY, 1981b apud WERTSCH, 1985, p. 79, tradução nossa).

Na pedagogia histórico-crítica, assume-se que os signos estão disponíveis na cultura e são internalizados para construirmos uma imagem subjetiva da realidade objetiva. A educação, portanto, é uma facilitadora do processo de internalização dos signos usados na cultura. É nesse sentido que Saviani diz que a escola é mediadora da prática social, pois é por meio dela que se otimiza a internalização dos signos disponíveis na cultura, especialmente, os signos que fazem parte das diversas áreas do conhecimento sistematizado.

A escola é o local por excelência para a apropriação de certos signos e ferramentas culturais diferentes daqueles que temos contato na vida cotidiana. Para a pedagogia histórico-crítica, os signos utilizados no cotidiano povoam o pensamento sincrético dos sujeitos. Eles estão ligados a ações práticas corriqueiras. Para nos humanizarmos com os signos da cultura elaborada, os quais foram sistematizados pelo trabalho intelectual da humanidade, precisamos nos aproximar de práticas ligadas às ações nas atividades teóricas ou científico-experimentais, as quais, pelo nível de abstração, desenvolvem a capacidade do pensamento sintético, com conceitos verdadeiros, ou seja, com conceitos científicos (MARTINS, 2013).

Como fica evidente nesta explanação dos pressupostos da pedagogia histórico-crítica, esta pedagogia tem como pilares, tanto do ponto de vista do método de ensino, como do ponto de vista do método de pesquisa, o método marxiano (o materialismo histórico-dialético) e a psicologia histórico-cultural. Estes são os referenciais teóricos e metodológicos para a compreensão de como apreendemos a realidade e como nos desenvolvemos psicologicamente. São estes dois pilares que dão subsídios para pensarmos uma didática para essa pedagogia.

### 2.2.1 Elementos para uma didática da pedagogia histórico-crítica

A materialização dos pressupostos teóricos e psicológicos da pedagogia histórico-crítica em atividades concretas de ensino e aprendizagem é um dos maiores desafios desta perspectiva educacional. A tentativa mais conhecida de elaboração de uma didática da pedagogia histórico-crítica foi feita por João Luiz Gasparin em *Uma didática para a pedagogia histórico-crítica* (2012), cuja primeira edição é de 2002. Esse trabalho recebeu o reconhecimento por seus méritos e pioneirismo, mas também foram apontados os seus limites e problemas teóricos, principalmente no que se refere à transposição direta e sequencial dos cinco momentos pedagógicos preconizados por Saviani em práticas de ensino (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019).

Assumir os momentos pedagógicos como um roteiro linear a ser desenvolvido pelo professor em sala de aula é considerado um erro metodológico por não coadunar com a lógica dialética. Já vimos que não é impositivo que o processo de ensino deva começar pela “prática social”, pois outro momento pode ser de maior relevância dentro da totalidade da atividade de ensino, tal como a instrumentalização do estudante (i.e., o momento da “instrumentalização”) com os saberes mínimos para que ele possa “enxergar” um dado problema. Assim, uma didática para a pedagogia histórico-crítica não pode negligenciar no pressuposto dialético da produção e assimilação dos conhecimentos.

A comunidade de pesquisa sob a pedagogia histórico-crítica sustenta que é um imperativo para a humanização de todos os seres humanos a socialização do saber elaborado, sistematizado, que foi produzido histórica e coletivamente pelo conjunto dos homens. Isto estaria em consonância com o desiderato da socialização dos meios de produção em uma sociedade pós-capitalista. Decerto, a educação não será a responsável por mover a história nesta direção, mas os intelectuais defendem que esta perspectiva deve ter no horizonte a sua continuidade em uma sociedade que valorize o desenvolvimento humano na sua maior potencialidade.

Para este objetivo de socialização do conhecimento, faz-se necessário que o trabalho didático identifique, organize, sequencie e dose os conteúdos a serem transmitidos e assimilados pelos alunos, a fim de que se cumpra a finalidade da escola (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019). Daí a importância dos fundamentos psicológicos da psicologia

---

histórico-cultural, pois devemos levar em conta também os sujeitos que aprendem, ou seja, o destinatário do trabalho pedagógico.

Martins (2013) defende a tríade *conteúdo-forma-destinatário* como uma categoria importante para se pensar uma didática da pedagogia histórico-crítica. Os *conteúdos* devem ser os mais relevantes e elaborados do conjunto de conhecimentos que a humanidade produziu, para permitir aos sujeitos entender o mundo material no qual vivem. A *forma* tem a ver com as metodologias de ensino mais adequadas para transmitir esses conhecimentos, obviamente, levando-se em conta o *destinatário*, na sua capacidade de compreender (nível potencial de desenvolvimento) e no seu interesse. Nessas asserções estão embutidas algumas considerações muito caras à perspectiva histórico-crítica que são os conteúdos clássicos como conhecimentos relevantes para os estudantes dominarem e o interesse do estudante concreto no domínio desses conhecimentos.

Para essa pedagogia, existem conhecimentos considerados mais relevantes para serem socializados na escola. Para essa perspectiva, advoga-se a superioridade dos conhecimentos contidos nos clássicos das ciências, da filosofia, das artes e da cultura. Para Saviani (2012), a especificidade da escola exige que seja feita uma valoração sobre os conhecimentos a ser trabalhados nas disciplinas devido ao tempo disponível a sua socialização e ao seu impacto tanto para a instrumentalização com saberes necessários à compreensão do mundo em que vivemos quanto para o desenvolvimento mental. Então, o professor deve sempre privilegiar os conhecimentos essenciais da sua disciplina ao invés dos aspectos acidentais; privilegiar o fundamental ao invés do acessório, etc.

Saviani (2012, p. 13) assevera que “o clássico não se confunde com o tradicional e também não se opõe, necessariamente, ao moderno e muito menos ao atual”. Para o autor, “o clássico é aquilo que se firmou como o fundamental, como essencial”. A razão para essa defesa intransigente do “clássico” reside na premissa de que a escola é o local por excelência de socialização do saber sistematizado, que é um saber elaborado e não um conhecimento espontâneo; é um corpo de conhecimento coeso e não fragmentado. Foi justamente a característica do saber sistematizado que exigiu um espaço adequado para a sua apropriação: a escola.

Outro aspecto de fundamental importância para a pedagogia histórico-crítica é o conceito de “aluno concreto” em oposição ao “aluno empírico”. O aluno empírico é o sujeito com interesses imediatos, por vezes pautados por necessidades imediatas; é o sujeito este que está ali diante de nós, professores. O aluno empírico tem aspirações muitas vezes pautadas na imediaticidade da sua vida cotidiana. Por outro lado, o aluno concreto é aquele que se beneficiaria dos conhecimentos socializados na escola para os seus interesses de classe. Para a pedagogia histórico-crítica, o aluno empírico oriundo da classe trabalhadora integra a sociedade na posição de explorado ou marginalizado, por mais que não tenha se dado conta disso ou não o admita. As circunstâncias da vida cotidiana

do aluno empírico podem não colocar a necessidade da educação como mediação para a sua instrumentalização com os saberes potencialmente úteis para o melhor enfrentamento na luta de classes. A pedagogia histórico-crítica sustenta que é do interesse do aluno concreto se apropriar dos clássicos para a sua emancipação, principalmente pelo fato de que a cultura elaborada é, além de ser um instrumento de dominação, também a base da instrumentalização necessária para a operação e desenvolvimento das forças produtivas materiais. Saviani assevera que é de interesse do aluno concreto dominar aquilo que os dominantes dominam como princípio de emancipação (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019).

Assim, na pedagogia histórico-crítica, devemos basear nosso planejamento didático-pedagógico tendo em mente o aluno concreto e não o aluno empírico (que se pauta na cotidianidade). Daí a pedagogia histórico-crítica se afastar das pedagogias que dão maior abertura para que o próprio aluno (o aluno empírico) decida quais conhecimentos ele deseja se apropriar, em detrimento do direcionamento para a sua exposição aos conteúdos dos clássicos. Na pedagogia histórico-crítica, o aluno concreto da classe trabalhadora é entendido como a síntese das relações sociais na qual ele está em uma posição de exploração e é de extremo interesse desse aluno o domínio dos conhecimentos sistematizados que lhe permitam compreender a sociedade em que está inserido, para ter subsídios para a superação de sua condição de classe (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019).

Revisitando os cinco momentos pedagógicos da pedagogia histórico-crítica, a prática social expressa as relações humanas. Ela contém as atividades que são desempenhadas pelos humanos em um dado período histórico. A prática social sintetiza os elementos culturais nas diversas atividades humanas. Cabe ao professor, engajado em uma perspectiva histórico-crítica, saber identificar na prática social aquilo que tem a ver com os conhecimentos específicos que ele está socializando em sala de aula, sempre tendo em vista não isolá-los do todo, mas procurando relacioná-los com as outras determinações da prática social. Cabe salientar que este momento não é um primeiro passo e nem uma preparação para a mobilização inicial dos estudantes. Este momento deve ser entendido como uma parte do todo do trabalho pedagógico, que em certos momentos está mais em tela e, em outros, subtendido. Saviani, por vezes, afirma que, na verdade, nunca se sai da prática social, pois ela é constitutiva de toda atividade. Nesse sentido, o próprio trabalho pedagógico e o papel do estudante na escola são uma prática social. Daí Saviani alertar que a educação deve ser vista como uma mediação no interior da prática social global, o que significa que ela é objetivamente uma modalidade da própria prática social. Nas palavras de Saviani (2015, p. 38, negrito no original):

[...] é uma leitura equivocada aquela que consideraria que a atividade educativa parte da prática social no sentido de que os educandos se encontram atuando na prática social e diante dos problemas enfrentados (entenda-se aqui os problemas em sua acep-

ção própria, isto é, algo que precisa ser resolvido) eles saem da prática e iniciam a atividade educativa para realizar os estudos necessários para compreendê-la após o que, uma vez tendo uma nova compreensão, voltam à prática para desenvolvê-la com uma nova qualidade. Na verdade, sendo a educação uma modalidade da própria prática social, nunca se sai dela. Assim, os educandos permanecem na condição de agentes da prática que, pela **mediação** da educação, logram alterar a qualidade de sua prática tornando-a mais consistente, coerente e eficaz em relação ao objetivo de transformação da sociedade na luta contra a classe dominante que atua visando a perpetuação dessa forma social.

Esta é uma consideração importante, pois muitas propostas de uso da pedagogia histórico-crítica em práticas concretas de ensino acabam assumindo a postura de que, necessariamente, a atividade pedagógica se inicia com alguma contextualização na prática social, de onde é retirado um problema a ser solucionado ou estudado na instrumentalização. Esta etapa ou momento, por sua vez, é onde ocorre a abstração do problema para o aprendizado das ferramentas necessárias para solucioná-lo, e, assim, percorrendo o caminho inverso, retornar ao problema e à prática social. É essa postura rígida e linear dos momentos pedagógicos que tem prejudicado o caráter dialético da pedagogia histórico-crítica e, ao mesmo tempo, tem se tornado um problema para o uso da mesma em atividades concretas de ensino nesse referencial. Por isso, formou-se o consenso na comunidade de pesquisas de que os professores adeptos dessa linha teórica devem se iniciar no entendimento do materialismo histórico-dialético, o qual está subjacente aos momentos pedagógicos, a fim de superar esse problema (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019).

O momento da problematização tem a ver com a identificação de conteúdos relevantes da prática social que estejam relacionados com a nossa disciplina, mas sem descuidar que esses conteúdos fazem parte de uma totalidade cheia de relações que são de fundamental importância que sejam socializados. Estes conhecimentos devem ser transformados para que possam ser ensinados aos indivíduos. Muitas das vezes, dentro das áreas do conhecimento tradicionais, eles já estão sistematizados, cabendo ao professor vinculá-los ao todo.

Para Saviani, “problema não é sinônimo de pergunta, dúvida ou aquilo que se desconhece” (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019, pos. 2873)<sup>8</sup>. Tampouco “se resume àquilo que um grupo de alunos está interessado em saber e por isso se revela uma necessidade” (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019, pos. 2883). Assim, fazer a problematização não é procurar um problema e contextualizá-lo. É, na verdade, um momento de olhar para um aspecto da realidade e procurar entendê-lo na sua essência, nas suas determinações cada vez mais simples. Desta forma, estaremos verdadeiramente abrindo a possibilidade

<sup>8</sup> As citações diretas oriundas de livros eletrônicos estão indicada por “posição” (pos.), no lugar de “página” (p.), coletadas com um leitor de e-books Kindle Paperwhite de 7<sup>a</sup> geração.

de vinculação do conteúdo escolar com uma prática social. A ideia da problematização é tomar um aspecto da prática social e procurar entendê-lo em termos de abstrações cada vez mais simples para que seja possível reconstruí-lo em pensamento como uma síntese de várias determinações, dentre as quais estarão àquelas advindas da disciplina ou área do conhecimento que está sendo ensinada.

A problematização deve ser usada pelo professor para gerar motivos para a aprendizagem, fruto da demanda pela compreensão de aspectos do real antes despercebidos pelos estudantes, por estar além da imediaticidade da vida cotidiana (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019). Conseqüentemente, percebemos que este momento exige muito mais da sensibilidade dos professores para a definição do que será problematizado do que da escolha dos alunos, até mesmo porque os professores estão em uma posição de condução do trabalho educativo na relação ensino-aprendizagem. Segundo Saviani:

[...] cabe ao professor se perguntar então o que é importante para os alunos aprenderem [...] para viver nessa sociedade e participar ativamente dela [...]. Então não faz muito sentido eu sempre começar por perguntar aos alunos. Há certas questões que não dependem de perguntar aos alunos, porque nós [professores] já sabemos que elas são necessárias e ao levar em conta os alunos como indivíduos concretos, e não apenas como indivíduos empíricos, nós vamos ter em conta que isso é necessidade deles, e não uma necessidade nossa como professores (informação verbal) (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019, pos. 2893).

No ensino de física, o momento da problematização é um aspecto que demanda maior reflexão, pois precisamos identificar aspectos da prática social que são importantes que sejam estudados em suas determinações mais simples, mas que, ao mesmo tempo, seja necessário, em algum momento, utilizarmos os conhecimentos da física para sua melhor compreensão. Consideramos que um bom ponto de partida para a escolha do tema a ser problematizado seja recorrermos a notícias, estudos ou críticas<sup>9</sup> sobre desenvolvimento econômico, pois neles as relações sociais e, conseqüentemente, as bases da concretidade da produção e reprodução da vida social ficam evidentes e, eventualmente, podemos identificar aspectos nos quais o conhecimento de física é parte de um dado processo. Por exemplo, durante o governo de Donald Trump (2017–2021), nos Estados Unidos, esse político do partido republicano deu início à política de restrição das atividades da empresa chinesa Huawei no seu país no setor de tecnologia de comunicações 5G, alegando questões de “segurança nacional”. Além disso, a administração Trump pressionou outros países para que também restringissem o uso dos equipamentos da Huawei para a construção de

---

<sup>9</sup> Aqui, utilizamos o termo “crítica” no sentido marxiano de estudos que trazem à tona os fundamentos de um dado processo ou fenômeno ao tomá-lo pela raiz, assim, tornando possível a reprodução ideal (no plano da ideias, na essência) do movimento do objeto real (como se apresenta para nós na aparência) (NETTO, 2011).

infraestruturas 5G, o que inclusive atingiu o Brasil, que está em processo de construção da infraestrutura para esta tecnologia.

Nesse exemplo, fica evidente, em um plano superior da luta de classes, a importância desse tema para o entendimento do atual estágio de desenvolvimento do capitalismo. Além disso, percebemos que a existência e o domínio de uma nova tecnologia está no centro do conflito de interesses entre as duas potências econômicas. Nesse contexto, encontramos o ensejo para o estudo dessa tecnologia no que diz respeito a sua física – e.g., as ondas eletromagnéticas –, enriquecendo ainda mais o conhecimento da sua totalidade.

Outras fontes que acreditamos que têm o potencial de contribuir para reconhecimento da física na prática social são os estudos em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), principalmente dos estudos latino-americanos em CTS, por terem sido produzidos e sistematizados com o olhar voltado para as especificidades dos países Latino-Americanos.

O momento da instrumentalização, portanto, vincula-se com a aprendizagem de conhecimentos necessários para se compreender um aspecto da prática social delimitada pela problematização, o que por vezes pode suscitar que sejam estudados antes, para que seja possível a sua percepção na própria prática social. Os instrumentos socializados devem permitir a compreensão da realidade, bem como devem ser imprescindíveis para que seja possível atuar em consequência, tanto no sentido do desenvolvimento do gênero humano quanto no sentido da transformação social.

A catarse, por sua vez, “não é sinônimo de avaliação pontual do conteúdo ensinado”, pois “não haverá uma catarse por conteúdo ou por aula ministrada” (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019, pos. 2966). Podemos inferir que em algum momento houve catarse, por exemplo, quando uma problematização se satura de instrumentalizações a tal ponto que gera novas problematizações e a necessidade de novas instrumentalizações. Na prática, não devemos ficar “à procura” de catarses, pois em cada indivíduo singular ela terá o seu próprio tempo, transformando-o lenta e gradualmente até atingir formas mais desenvolvidas de atuação. O que podemos tentar investigar são as mudanças quantitativas (no repertório de ferramentas culturais) e qualitativas (na qualidade do domínio dessas ferramentas) nas formas de atuação dos sujeitos antes e depois de blocos de trabalho educativo.

A catarse pode se dar dentro da prática social da educação, que é uma modalidade da própria prática social global, ou na atuação geral dos indivíduos não necessariamente no ambiente escolar. Como Saviani dissera, nunca se sai da prática social global, o que ocorre na prática social final do trabalho educativo é a elevação da compreensão do educando da prática social em questão ao nível do professor. Isto só se torna possível se os estudantes conseguirem apreender os conhecimentos socializados ao nível de catarse, que é quando ele consegue entender os fenômenos na sua essência.

No próximo capítulo, exporemos uma revisão da literatura sobre a apropriação

da pedagogia histórico-crítica na área da educação em ciências, com especial atenção para o ensino de física, principalmente no que tange às formas de aplicação do método histórico-crítico nos seus momentos preconizados por Saviani, pois estes são de fundamental importância para identificarmos as melhores práticas do uso dessa pedagogia no ensino de física e evitarmos equívocos na sua interpretação não dialética.

### 3 A APROPRIAÇÃO DA PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA NA ÁREA DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Neste capítulo, apresentamos uma revisão da literatura sobre a apropriação da pedagogia histórico-crítica na educação em ciências. Nessa revisão, nos concentramos em artigos publicados em periódicos nos quais o referencial pedagógico histórico-crítico estivesse associado ao ensino de ciências como principal objeto da discussão.

Durante a análise dos artigos selecionados, procuramos responder aos seguintes questionamentos:

- Como esses artigos entendem os passos da pedagogia histórico-crítica em propostas de ensino de ciências?
- Como entendem ou tratam a “prática social” no início e no fim de um processo educativo?
- Como avaliam o aprendizado ou a “catarse”?
- Como entendem ou fazem o momento da “instrumentalização”?
- Quais contribuições diferentes das preconizadas pela pedagogia histórico-crítica eles trazem?

Para a seleção dos artigos, utilizamos os seguintes critérios de inclusão e exclusão:

Inclusão	Exclusão
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deve ter explicitamente a pedagogia histórico-crítica como referencial teórico</li> <li>• Pode ser um artigo teórico</li> <li>• Pode ser uma proposta didática não experimentada</li> <li>• Deve tratar da educação em ciências</li> <li>• Deve ter como contexto a educação básica de nível médio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cita a pedagogia histórico-crítica, mas não a tem como referencial teórico principal</li> <li>• É uma tese, dissertação, livro ou resenha de livro</li> <li>• É um trabalho publicado em anais de evento</li> <li>• Trata da formação de professores</li> <li>• Trata da educação infantil ou de nível fundamental</li> <li>• Trata do ensino de nível superior</li> </ul>

Esses critérios de escolha, embora arbitrários, se devem a nossa opção por uma maior vinculação dos trabalhos selecionados ao uso da pedagogia histórico-crítica na realidade do ensino de ciências, sendo priorizados artigos publicados em revistas especializadas em ensino de ciências ou ensino de física pelo potencial de serem artigos melhor difundidos nesse contexto educativo. Optamos pela exclusão de teses e dissertações por suas profundidades e extensões e por, possivelmente, terem tido suas teses publicadas em artigos. Ainda, o critério de exclusão de trabalhos publicados em anais de eventos justifica-se por serem breves, uma vez que, tipicamente, não excedem dez páginas, já consideradas as referências bibliográficas. Além disso, em geral os trabalhos apresentados em eventos fazem parte de considerações maiores, publicadas posteriormente como artigos em revista especializada.

Embora reconheçamos que este procedimento seja insuficiente para uma conclusão mais robusta a cerca dos questionamentos suscitados, acreditamos que este problema foi atenuado por termos nos deparado com artigos publicados que fazem revisões de fôlego sobre a pedagogia histórico-crítica na educação em ciências. Além disso, algumas teses, dissertações e livros sobre a pedagogia histórico-crítica no ensino de ciências da natureza apareceram citados nos trabalhos selecionados e tiveram algumas repercussões incorporadas nas discussões desses textos.

Utilizamos as seguinte palavras-chave em português, inglês (Ing.) e espanhol (Esp.): “pedagogia histórico-crítica” (Ing.: *historical-critical pedagogy*; Esp.: *pedagogía histórico-crítica*) [OU] 2) “phc” (Ing.: -; Esp.: phc) [E] 3) “ciências” (Ing.: *science*; Esp.: *ciencia*) [OU] 4) “física” (Ing.: *physics*; Esp.: *física*) [OU] 5) “química” (Ing.: *chemistry*; Esp.: *química*) [OU] 6) “biologia” (Ing.: *biology*; Esp.: *biología*).

Colocamos combinações das palavras-chave nas seguintes bases de dados: 1) *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), 2) Portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), via acesso da comunidade acadêmica federada (CAFe) e 3) *Directory of Open Access Journal* (DOAJ).

As últimas buscas foram feitas por volta de 1º de junho de 2022, sendo que já havíamos feito uma revisão preliminar concluída em 17 novembro de 2020.

Além dos critérios de seleção que citamos, operacionamente fizemos a seleção dos artigos da seguinte forma:

1. Inserimos uma dada combinação de palavras-chave na base de dados e esta nos retornava uma certa quantidade de artigos.
2. Geramos uma lista em PDF dos títulos e resumos de todos os artigos encontrados.
3. A partir da lista em PDF, lemos os títulos e resumos de cada um dos artigos.
4. Quando um dado artigo se adequava aos nossos critérios de seleção, ele era baixado para o computador para a sua posterior leitura completa.

---

Os resultados obtidos foram<sup>1</sup>:

- Base de dados SciELO
  - 41 artigos usando palavras-chave em português
  - 39 artigos usando palavras-chave em inglês
  - 43 artigos usando palavras-chave em espanhol
  - 5 artigos selecionados
  
- Portal de periódicos da CAPES
  - 166 artigos usando palavras-chave em português
  - 354 artigos usando palavras-chave em inglês
  - 126 artigos usando palavras-chave em espanhol
  - Repetiram-se os 5 artigos selecionados anteriormente
  - Foram selecionados outros 12 artigos
  
- Base de dados DOAJ
  - 33 artigos usando palavras-chave em português
  - 66 artigos usando palavras-chave em inglês
  - 9 artigos usando palavras-chave em espanhol
  - Repetiram-se os 17 artigos selecionados anteriormente
  - Foram selecionados outros 6 artigos

No total, portanto, foram selecionados 23 artigos, os quais apresentamos a seguir (Cf. [Quadro 1](#), p. 56), organizados mais ou menos em ordem cronológica. Todos os artigos citados foram lidos na íntegra e usados em diálogo com os nossos questionamentos citados acima.

Muitos dos artigos que não foram selecionados não relacionavam a pedagogia histórico-crítica com a educação em ciências de maneira geral, apesar de aparecerem como

---

<sup>1</sup> Vale destacar que os resultados das buscas nos idiomas inglês e espanhol trouxeram quase a totalidade dos mesmos artigos encontrados nas buscas com as palavras-chave em português. Isso deveu-se pelos resumos e palavras-chave desses artigos escritos no idioma inglês e pela grafia muito semelhante das mesmas palavras-chave em espanhol. Além disso, não encontramos artigos escritos originalmente em inglês ou espanhol que se encaixassem nos nossos critérios de seleção, e os poucos em inglês que apareceram nas buscas tratavam de perspectivas críticas não relacionadas com a pedagogia histórico-crítica.

resultado usando aquelas palavras-chave. E os outros não tinham como objeto a pedagogia histórico-crítica, o que depreendemos pela leitura dos seus títulos ou dos seus resumos.

Algumas das temáticas que apareceram nos artigos das buscas, e que não foram selecionados, tratavam de:

- Educação infantil ou alfabetização
- Educação de nível fundamental
- Educação física, ginástica, esportes etc.
- Educação matemática
- Educação especial
- Educação anti-racista
- Educação profissional ou de jovens e adultos
- Estudos no contexto da formação de professores
- Análise de políticas públicas ou de currículo à luz da pedagogia histórico-crítica
- Fundamentos teórico-metodológicos gerais relativos a currículo, psicologia, formação docente, educação do campo ou rural, luta de classes, movimentos sociais, políticas educacionais, reformas educacionais, marxismo etc.

Uma temática que resolvemos incorporar na nossa bibliografia foi a da “educação ambiental” na educação básica de nível médio pelo seu potencial de interlocução com o ensino de biologia.

Quadro 1 – Artigos selecionados para a revisão da literatura da apropriação da pedagogia histórico-crítica no ensino de ciências de nível médio

(continua)	
Artigo	Periódico
A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S no ensino de ciências (TEIXEIRA, 2003b)	Ciência & Educação
A epistemologia dialética materialista e o ensino de ciências naturais: algumas reflexões (PEDROSA; LEITE, 2011)	Revista ACTA Tecnológica
Possibilidades da Filosofia, História e Sociologia da Ciência para superação de uma concepção prática-utilitarista da educação científica: caminhos a serem percorridos (QUEIRÓS; JÚNIOR; SOUZA, 2013)	Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia

Quadro 1 – Artigos selecionados para a revisão da literatura da apropriação da pedagogia histórico-crítica no ensino de ciências de nível médio

(continuação)	
Artigo	Periódico
O pensamento de Dermeval Saviani e a educação em museus de ciências (MORI; CURVELO, 2016)	Educação e Pesquisa
Sequência didática baseada na pedagogia histórico-crítica para abordar o Papilomavírus Humano (HPV) no ensino médio (OLIVEIRA; ALMEIDA; AQUINO, 2018)	Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico
Possíveis confluências filosóficas e pedagógicas entre a educação ambiental crítica e a pedagogia histórico-crítica (PENELUC; PINHEIRO; MORADILLO, 2018)	Ciência & Educação
Interlocuções entre a pedagogia histórico-crítica e a psicologia histórico-cultural para o ensino de ciências (MENDES; BIANCON; FAZAN, 2019)	Ciência & Educação
A dialética da prática docente ao exemplo da classificação biológica no ensino médio (CAMPOS, 2019)	Revista Brasileira do Ensino Médio
Teoria especial da relatividade: 100 anos após, como ensiná-la significativamente usando o cordel (GUIMARÃES; NOBRE, 2019)	Conexões Ciência e Tecnologia
Incorporação da pedagogia histórico-crítica na educação em ciências: uma análise crítica dialética de uma revisão bibliográfica sistemática (MASSI et al., 2019)	Investigações em Ensino de Ciências
O ensino dos processos e usos do alumínio na perspectiva da pedagogia histórico-crítica (GENOVESE; QUEIRÓS; GENOVESE, 2020)	Educación Química
Ensino de ciências e de biologia sob a perspectiva histórico-crítica na literatura científica (CAMPOS, 2020)	Debates em Educação
Aproximações a uma concepção histórico-crítica de objetivo do ensino de ciências naturais (PEREIRA; CAMPOS, 2020)	Debates em Educação
Conhecimentos clássicos, trabalho educativo e ensino de ciências: articulações possíveis a partir da pedagogia histórico-crítica (ZANETTI et al., 2020)	Debates em Educação
Entrevista com Newton Duarte - perspectivas e desafios para o ensino de ciências: a superação do construtivismo e a pedagogia histórico-crítica (SOUZA, 2020)	Debates em Educação
A educação ambiental histórico-crítica: uma construção coletiva (AGUDO; TOZONI-REIS, 2020)	Nuances: estudos sobre educação
Questão sociocientífica sobre o uso medicinal da <i>cannabis sativa</i> : uma proposta didática segundo a pedagogia histórico-crítica (PEIXOTO; GENOVESE, 2021)	Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática
A constituição dialética das significações e a formação de conceitos científicos sobre animais sinantrópicos (FERNANDES; CAMPOS, 2021)	Investigações em Ensino de Ciências
A importância da ciência na educação escolar: reflexões da teoria histórico-cultural e da pedagogia histórico-crítica (CHAVES; ROSSI, 2021)	Colloquium Humanarum

Quadro 1 – Artigos selecionados para a revisão da literatura da apropriação da pedagogia histórico-crítica no ensino de ciências de nível médio

(conclusão)	
Artigo	Periódico
A tríade conteúdo-forma-destinatário: uma análise das práxis pedagógicas do ensino de ciências orientadas pela pedagogia histórico-crítica (PIRES; MESSEDER NETO, 2022)	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
Considerações sobre o conteúdo presente no artigo “A tríade conteúdo-forma-destinatário: uma análise das práxis pedagógicas do ensino de ciências orientadas pela pedagogia histórico-crítica” (LIMA, 2022)	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
Comentário sobre o artigo “A tríade conteúdo-forma-destinatário: uma análise das práxis pedagógicas do ensino de ciências orientadas pela pedagogia histórico-crítica” (MASSI, 2022)	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
A prática social como fundamento do ensino-aprendizagem: uma proposta para o conteúdo verminoses no ensino médio (AVELAR et al., 2022)	Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.1 Discussão dos artigos selecionados

Teixeira (2003b) se tornou um marco na aproximação da pedagogia histórico-crítica com a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na área de Ensino de Ciências. No artigo, o autor explicita pontos de convergência entre as duas abordagens para o ensino de ciências e implicações para a formação de professores. Um dos principais ganhos dessa aproximação seria o avanço para a superação das abordagens internalistas no ensino de ciências, que “privilegiam profundamente os conteúdos específicos de cada disciplina, desconsiderando os acontecimentos presentes na sociedade” (p. 178).

Esse é um dos desafios da educação CTS que coaduna com pedagogia histórico-crítica. O ensino de ciências tradicional, por vezes, incute nos estudantes uma imagem idealizada da ciência, não discutindo temas controversos ou conflitos de interesses entre grupos sociais ou mesmo entre os cientistas. Tanto o ensino CTS quanto a pedagogia histórico-crítica advogam que devemos buscar uma forma de relacionar os conhecimentos sistematizados e específicos de cada disciplina com o contexto sócio-histórico para se ter uma visão integral da ciência como um empreendimento humano.

Para fins de contextualização, o CTS pode ser classificado, segundo Strieder (2012, p. 11), em “Movimento CTS”, “Enfoque CTS” e “Abordagem CTS”, com origens entre as décadas de 1960 e 1970. O primeiro termo tem a ver com considerações de caráter filosófico ou político dos condicionantes sociais das atividades e dos produtos da ciência e tecnologia. Particularmente na Europa, o movimento CTS teve uma inserção maior na

---

academia, em especial como tema de pesquisa do Programa Forte da Sociologia (CEREZO, 1998). Já nos Estados Unidos, o movimento CTS teve um caráter mais pragmático, no sentido de intervenção política, motivado pelas consequências da degradação ambiental e do uso da ciência e tecnologia para a guerra. As repercussões dos conhecimentos CTS, por sua vez, foram aos poucos sendo levadas em conta nas discussões de diversas reformas escolares. Chamamos este movimento de Enfoque CTS. Finalmente, as propostas concretas de realização do ensino de ciências articulado com os conhecimentos do movimento CTS foram chamados de Abordagens CTS.

No campo CTS clássico – este de origem europeia ou americana –, o núcleo comum é a rejeição da imagem de ciência neutra e desinteressada, bem como, de que a tecnologia seja, necessariamente, ciência aplicada. Também, esta vertente CTS rejeita a tomada de decisões em assuntos de impacto social realizadas exclusivamente por técnicos científicos. Pelo contrário, defende a participação pública na tomada de decisões (CEREZO, 1998).

Atualmente, alguns autores do ensino de ciências no Brasil, tais como Décio Auler, Irlan von Linsingen, Demétrio Delizoicov, Renato Dagnino etc., advogam a inserção de considerações sobre a especificidade da ciência e tecnologia dos países latino-americanos no ensino de ciências básico escolar ou mesmo de nível superior. A justificativa é a de que, a despeito de países como o Brasil não estarem isolados dos desenvolvimentos da ciência e tecnologia realizados pelo mundo, participamos da ciência mundial em uma condição bastante peculiar, como “país em desenvolvimento”, e portanto, retardatário em todas as áreas do conhecimento. A condição de país retardatário provoca a realização de políticas de ciência e tecnologia locais subordinadas às agendas de pesquisa dos grandes centros nos países centrais. Isto confere às ciências e tecnologias locais uma série de características que devem ser elucidadas na educação em ciências.

Essa característica da abordagem CTS e a premissa da pedagogia histórico-crítica de relacionar o conteúdo de ensino com a prática social, sendo a prática social no ensino de ciências muito relacionada com a apropriação da ciência e tecnologia como um força produtiva, foram explicitadas e difundidas por Teixeira (2003b) na área de educação em ciências como um dos principais pontos de convergência entre as duas perspectivas. O autor observa que o professor de ciências pode encontrar nas práticas sociais do contexto sócio-econômico grandes temas que poderiam ser analisados nas aulas, e que os alunos poderiam propor soluções para os principais problemas dessa prática.

Um ponto de divergência apontado pelo autor seria que as abordagens CTS, em geral, não têm como horizonte a intervenção social para uma mudança mais profunda da realidade. As abordagens CTS, como também percebido por Auler (2018), muitas vezes abordam problemas da sociedade capitalista, mas atuam para mitigar esses problemas ao invés de abordá-los pela raiz para encontrar nas suas determinações mais simples o modo de produção atual como o causador do problema. Assim, o ensino de ciências crítico

coerente com a pedagogia histórico-crítica procuraria desvelar os problemas causados pelo atual modo de produção e reprodução da vida social em vez de trabalhar pela mitigação desses mesmos problemas, visando a transformação do *status quo*.

Em *A epistemologia dialética materialista e o ensino de ciência naturais: algumas reflexões*, Pedrosa e Leite (2011) fazem uma revisão sucinta sobre os elementos do método materialista histórico-dialético tais como totalidade, abstração, análise, síntese, contradição, movimento histórico, transformação social, concepção de homem etc. Elas procuraram justificar a escolha da pedagogia histórico-crítica como método pedagógico para um ensino de ciências crítico a partir da epistemologia dialética e não o inverso.

As autoras defendem a epistemologia dialética materialista como ferramenta teórica-metodológica para entendermos o mundo em que vivemos. Então, o ensino de ciências naturais se daria de forma crítica (no sentido de significativa e reflexiva sobre a realidade social) se incorporasse o modo de pensar e investigar o mundo dialeticamente. Nesse ponto, Pedrosa e Leite (2011) fazem um breve histórico de desenvolvimento da concepção dialética, encerrando nas contribuições de Marx e Engels como o estado da arte em relação a esta epistemologia.

A pedagogia histórico-crítica, pensam as autoras, encaixa-se perfeitamente como o referencial para a prática de sala de aula coerente com a dialética materialista, pois, em seus pressupostos, também está alinhada com essa visão epistemológica. Essa pedagogia traria diretrizes ou formas de pensar a educação, o papel do professor e a condução das atividades em sala de aula comprometidas com a formação do ser humano consciente do mundo em que vive e das suas possibilidades de atuação sobre ele, a partir dos conhecimentos científicos, históricos, filosóficos, artísticos e culturais aprendidos em suas relações dentro de uma totalidade.

As autoras enfatizam a adoção da postura das teorias críticas não-reprodutivistas de considerar a escola como um local de disputa entre as forças do progresso, no interesse das classes exploradas, e as forças conservadora, no interesse da classe detentora dos meios de produção e das classes reacionárias que aderem à ideologia da classe dominante. Especificamente, aderem à perspectiva da educação crítica da classe trabalhadora para que tenham subsídios intelectuais e práticos para contribuir para a transformação social.

Como indicação metodológica, Pedrosa e Leite (2011) corroboram a sistematização dos pressupostos da pedagogia histórico-crítica nas orientações didáticas difundidas por J. L. Gasparin no livro *Uma didática para a pedagogia histórico-crítica* (2005) como forma de realizar o ensino de ciências crítico. Então, as autoras passam a descrever os momentos pedagógicos de Saviani (2008), de acordo com o entendimento de Gasparin (2005).

Especificamente, o ponto de partida do ensino/conhecimento é a prática social. Deve-se escolher situações ou conhecimentos do contexto do professor e alunos que mobilizem os

estudantes a buscarem mais informações, por meio de pesquisas, trocas de conhecimentos, elaboração de perguntas etc. Defendem que o ensino de física, química ou biologia deve estar vinculado à realidade dos estudantes, pois, do contrário, a tendência é que eles se apropriem dos conteúdos de forma exclusivamente abstrata, ou seja, sem relação com a sua experiência.

A problematização, por sua vez, é realizada nas interações do professor com os alunos e entre os alunos durante a abordagem significativa da prática social inicial. Nessas interações surgem os principais problemas postos pela prática em discussão. São esses problemas que devem tornar-se questões a serem resolvidas e que demandarão a mobilização de conhecimentos sistematizados elaborados pelo conjunto dos homens. A instrumentalização, portanto, é a etapa em que se realizam os estudos de conhecimentos elaborados para darem conta dos problemas levantados na problematização.

A catarse surge como o momento no qual os estudantes se apropriaram dos conteúdos estudados na instrumentalização. Essa apropriação se verifica pela expressão elaborada dos estudantes, ou seja, pelo domínio na mobilização dos conhecimentos aprendidos quando da produção de textos ou falas referentes ao tema da prática social inicial. Na catarse, o estudante tem uma nova postura frente aos problemas levantados. Ele é capaz de explicá-los e de apontar possíveis caminhos para a sua solução. Para a inferência da ocorrência da catarse, as autoras sugerem a proposta de Gasparin (2005) de que o professor planeje e aplique mecanismos de avaliação da aprendizagem dos conteúdos desenvolvidos ao longo das aulas.

Por fim, para o último momento, a prática social final, Pedrosa e Leite (2011) sugerem o incentivo à manifestação dos estudantes em atividades de intervenção social ou a observação do surgimento de novas atitudes associadas ao novo conhecimento aprendido. Do nosso ponto de vista, entendemos que as autoras, no artigo, reforçaram a importância do conhecimento do método dialético materialista como forma de compreender e agir sobre o mundo e que corroboraram a didática proposta por Gasparin (2005) como um meio de introduzir a epistemologia dialética no ensino de ciências tanto como método de ensino-aprendizagem como de investigação da realidade.

Queirós, Júnior e Souza (2013), em *Possibilidades da Filosofia, História e Sociologia da Ciência para superação de uma concepção prática-utilitária da educação científica: caminhos a serem percorridos*, defendem o uso dessas disciplinas como aportes para contribuir para a humanização do ensino das ciências. Lembram que a pedagogia histórico-crítica busca formas de socialização dos saberes elaborados, explicitando que são de interesse para as classes populares que sejam apropriados, mas sem perder de vista as suas objetivações na sociedade.

Os autores levantam críticas, que são comuns na área da educação em ciências, de que muitas vezes os conteúdos são ensinados como se fossem um produto acabado,

usando uma metodologia de treino para o uso de fórmulas, sem demonstrações e sem se preocupar com discussões de caráter sócio-histórico ou epistemológico. Isto, afirmam, faz com que os estudantes se apropriem de uma ciência prático-utilitarista<sup>2</sup>, que não exige questionamentos ou reflexões, tanto de caráter interno à ciência quanto de caráter externo. O resultado é a formação científica desumanizada e alienada da sociedade.

O desejável, asseveram, seria a apropriação de conhecimentos científicos humanizados, integrais, que sejam enriquecidos com determinações de outras naturezas, que não só estritamente científicas ou epistemológicas, para torná-los mais significativos, o que aumentaria o potencial catártico. Essas outras determinações poderiam vir da história, filosofia e sociologia das ciências. No entanto, observam que a filosofia e a história das ciências quando abordados apenas do ponto de vista epistemológico são insuficientes ou parcialmente alienantes, pois deve-se levar em conta a ciência nas disputas sociais, como no seu uso ligado à indústria da guerra, à ciência como instrumento político, à hegemonia de uma nação como potência científico-tecnológica etc.

Queirós, Júnior e Souza (2013), portanto, reforçam a preocupação que devemos ter com o ensino de ciências contextualizado e não restrito aos aspectos internos de um campo do conhecimento. Por exemplo, no campo da física, não podemos ficar restritos ao funcionamento das suas teorias e aplicações específicas, mas ampliar os objetos de estudo da física nas suas determinações em outros campos do conhecimento tais como a filosofia, história e sociologia da ciência.

A pedagogia histórico-crítica vem sendo pensada para a educação escolar em espaços formais. No entanto, Mori e Curvelo (2016), em *O pensamento de Dermeval Saviani e a educação em museus de ciência*, procuram desenvolver repercussões da pedagogia histórico-crítica para espaços de ensino não formais, como os museus de ciências.

Após uma breve exposição das origens e funções pelas quais os museus passaram, eles analisaram em maior profundidade uma função contemporânea que tem sido atribuída aos museus que é a de popularização da ciência para amplas audiências. Então, com esta função em mente, buscaram na obra de Saviani alguns aportes sobre as formas não escolares de educação que pudessem ser interessantes para o ensino de ciências em museus. Para isso, fizeram uma pesquisa bibliográfica em toda a obra de Saviani e levantaram algumas considerações sobre a educação em espaços não formais.

Como resultado, identificaram três tipos de educação citadas por Saviani: 1) educação escolar, voltada para o ensino da cultura erudita; 2) educação difusa, que dissemina a cultura de massa, principalmente por intermédio dos meios de comunicação; e 3) educação popular, que é a difusão da cultura popular por grupos sociais. Para Saviani, a escola, via de regra, busca educar as gerações com uma cultura sistematizada

---

<sup>2</sup> Para os autores, é um ensino de ciências que visa apenas explicar o cotidiano do estudante.

por necessidade do próprio processo de acumulação capitalista, por mais que isso seja contraditório, pois o crescente desenvolvimento das forças produtivas para o aumento da acumulação privada do capital exige a socialização de saberes que somente a escola é capaz de promover.

Para os autores, mesmo os museus participando de uma difusão do conhecimento não escolar, eles podem promover uma divulgação do conhecimento de forma sistemática, por exemplo, oferecendo cursos de formação escolar complementares. Mesmo nesse limite, [Mori e Curvelo \(2016\)](#) acreditam que não é possível falar em uma educação museal orientada pela pedagogia histórico-crítica, embora se possa promover a divulgação científica em museus com uma visão consoante com ela. Eles chamam a atenção para a precedência do ensino escolar sistemático, pois, asseveram, “assiste-se certa secundarização da escola, em prol de outras instituições, e depreciação do saber escolar” (p. 504), orientadas por concepções pós-modernas.

Em *Sequência didática baseada na pedagogia histórico-crítica para abordar o Papilomavírus Humano (HPV) no ensino médio*, [Oliveira, Almeida e Aquino \(2018\)](#) fazem um relato do planejamento e execução de uma sequência didática sobre o tema “papilomavírus humano” (HPV) para alunos do 3º ano do ensino médio de escola pública, na disciplina de biologia. O objetivo educativo da atividade era discutir a importância da vacina e do uso de preservativos como proteção ao HPV.

No artigo, é feito um relato sucinto de um estágio supervisionado realizado em 2016. As etapas do estágio foram desenvolvidas para coincidirem com os cinco momentos pedagógicos preconizados por Saviani.

Na primeira etapa do estágio, após um breve período de ambientação, foi proposto o tema “infecções sexualmente transmissíveis” para “averiguar o conhecimento prévio dos alunos [...] e se os mesmos o relacionam com o seu cotidiano” ([OLIVEIRA; ALMEIDA; AQUINO, 2018](#), p. 5). Ainda nesta etapa, foi feita uma aula expositiva, usando anotações no quadro e modelos de vírus confeccionados artesanalmente. Não fica claro no relato se esta etapa é uma única aula ou alguns encontros, mas, para as autoras, essa etapa definiu um ponto de partida para a prática social.

Na segunda etapa, as autoras entrevistaram grupos formados por cerca de três alunos sobre os assuntos abordados até então. Elas concluem que os alunos não conseguiam se expressar com segurança e que aprenderam o conteúdo de forma restrita e não significativa. Então, na sequência, pedem para os alunos elaborarem “perguntas socializadoras sobre o HPV levando em conta as dimensões científicas, social, histórica etc.” ([OLIVEIRA; ALMEIDA; AQUINO, 2018](#), p. 6). As autoras não afirmam isto, mas pareceu-nos que essa etapa estaria fazendo o papel do momento da problematização.

Na terceira etapa, foi feita uma aula expositiva sobre o HPV, abordando “as

principais característica do vírus [...], suas formas de transmissão, tratamento e prevenção” (OLIVEIRA; ALMEIDA; AQUINO, 2018, p. 6). Para as autoras, esta foi uma aula para auxiliar os estudantes na organização dos conhecimentos, visando uma aprendizagem efetiva. Afirmaram que tinham também a intenção de propiciar aos alunos subsídios para que dessem conta da conexão da teoria com a vivência cotidiana, o que lhes auxiliaria na apropriação do conteúdo. As autoras não afirmam isto, mas pareceu que essa etapa foi inspirada no momento da instrumentalização.

Na quarta etapa, as autoras solicitaram aos alunos que respondessem suas próprias “perguntas socializadoras” elaboradas na segunda etapa, o que contribuiria para “uma nova síntese mental do conteúdo proposto, unindo o cotidiano ao conhecimento científico através da socialização em sala de aula das respostas” (OLIVEIRA; ALMEIDA; AQUINO, 2018, p. 7). Adicionalmente às perguntas feitas pelos próprios estudantes, as autoras propuseram outras três questões que foram avaliadas posteriormente. As questões foram estas: “O que é Papilomavírus Humano (HPV)?”, “Como o vírus pode ser transmitido?” e “Qual a principal forma de prevenção do Papilomavírus Humano?” (OLIVEIRA; ALMEIDA; AQUINO, 2018, p. 7).

Na última etapa, foi solicitado que os alunos formassem grupos e, utilizando-se dos conhecimentos trabalhos, elaborassem vídeos educativos, de caráter conscientizador, sobre a importância da vacinação contra o HPV e outras medidas preventivas contra doenças sexualmente transmissíveis. Estes vídeos foram usados como uma prática social final de intuito transformador da sociedade, uma vez que também foi pedido que divulgassem seus trabalhos na escola.

Como avaliação da aprendizagem do conteúdo específico, as autoras analisaram a quantidade de erros e acertos para cada uma das três perguntas propostas dentre as questões socializadoras do alunos. O resultado foi que cerca de 1/3 dos alunos responderam corretamente cada uma das questões.

Neste trabalho, a pedagogia histórico-crítica é citada como uma nova forma de abordar conteúdos com o potencial de promoção de aprendizagens significativas, porém, observamos que, na prática, apenas serviu como guia para a separação das etapas do estágio supervisionado. A justificativa para o tema HPV foi ancorada nos Parâmetros Curriculares Nacionais de 1998 referentes às ciências naturais, na medida em que endossaram a sugestão constante no documento da abordagem de assuntos transversais com impacto na saúde.

Em *Possíveis confluências filosóficas e pedagógicas entre a educação ambiental crítica e a pedagogia histórico-crítica*, Peneluc, Pinheiro e Moradillo (2018) fazem uma aproximação entre a perspectiva da educação ambiental crítica e a pedagogia histórico-crítica visando uma melhor organização e didatização dos conteúdos socioambientais a serem socializados na educação básica, visando promover a reconexão do ser humano com a natureza, pois, afirmam, as atuais condições de reprodução da vida social alienaram de

tal modo os seres humanos que eles não mais se percebem como parte da natureza, como em outras épocas.

Os autores reconhecem a categoria ontológica de “trabalho”, que é comum a ambas as perspectivas, por terem o marxismo como referencial teórico e epistemológico, como “o principal agente mediador da relação ser humano-natureza” (PENELUC; PINHEIRO; MORADILLO, 2018, p.160) . O trabalho está subjacente às diversas formas de atividades humanas ou práticas sociais, e muitas dessas práticas estão diretamente relacionadas com problemas socioambientais, sendo que, por vezes, as suas soluções entram em contradição com a lógica do sistema de produção capitalista.

Assim, Peneluc, Pinheiro e Moradillo (2018) compartilham a premissa de que o professor deve tensionar a realidade escolar e social dos alunos para identificar nas práticas sociais da sociedade atual os diferentes trabalhos e seus problemas socioambientais postos pela própria prática como ponto de partida para a problematização do processo educativo. O professor, portanto, deve socializar os conhecimentos sistematizados que embasam a prática, sem perder de vista o seu desenvolvimento histórico, para que seja possível discutir soluções para esses problemas. Em suma, a problematização deve alimentar a instrumentalização com demandas de conhecimentos teóricos ou práticos necessários para a compreensão dos problemas e para que seja possível vislumbrar também soluções, as quais podem demandar novas instrumentalizações.

Os autores, neste artigo, não vão muito além de reforçar a posição da pedagogia histórico-crítica e seus momentos pedagógicos como um referencial teórico-metodológico. Eles advogam uma formação escolar humanizadora e crítica, no sentido de perceber as determinações históricas e sociais do estado de coisas. Também, advogam uma postura transformadora frente aos problemas postos pelas práticas sociais, na medida em que esses problemas são entendidos como não naturais, e sim como construções sócio-históricas. Em especial, os problemas socioambientais não são naturais, visto que estão conectados, em última instância, com a produção e reprodução da sociedade capitalista.

Em *Interloquções entre a pedagogia histórico-crítica e a psicologia histórico-cultural para o ensino de ciências*, Mendes, Biancon e Fazan (2019) defendem a filosofia materialista histórico-dialética, subjacente à pedagogia histórico-crítica e à psicologia histórico-cultural, como necessária para a superação das concepções positivistas e internalistas do ensino de ciências, que ainda hoje são predominantes no ensino. Este, trate-se de um ensaio teórico em que os autores defendem que o ensino de ciências deve possibilitar o entendimento da realidade em que vivemos no seu aspecto universal, integrado à sociedade, fazendo com que a ciência seja apropriada para além de suas técnicas.

Seguindo os pressupostos da pedagogia histórico-crítica e da psicologia histórico cultural, o ensino de ciências, pensam os autores, é importante tanto para o desenvolvimento das funções mentais superiores, quanto para a apropriação do processo de desenvolvimento

histórico da humanidade, pois isso humaniza os sujeitos. [Mendes, Biancon e Fazan \(2019\)](#) defendem a dialética singular-particular-universal, própria do materialismo, na qual o universal (prática social), ou seja, aquilo que é constitutivo do gênero humano nas diversas atividades de trabalho, só pode ser apropriado pelo singular (pelo indivíduo) a partir do particular (das mediações), que são os instrumentos e problematizações que são necessários para a reprodução ideal do movimento real dos objetos de estudo.

Os autores retomam o problema da necessidade de superação das concepções de neutralidade e determinismo do conhecimento científico, sendo a neutralidade, o falso entendimento de que a ciência é desprovida de valores e interesses, e o determinismo, o falso entendimento de que o desenvolvimento científico é autônomo, ou seja, que segue uma dinâmica própria independente da influência da sociedade, pois seria pautado por um método científico objetivo conduzido pelos cientistas que só buscam o progresso da ciência ([DAGNINO, 2016](#)). Para eles, a educação científica deve considerar a relação da ciência nos dias de hoje, isto é, a ciência como um braço do desenvolvimento das forças produtivas capitalista. Portanto, ocultar essa característica contribui para a difusão de uma ciência não humanizadora.

Nesse ponto, é reforçada a necessidade do preparo do professor para servir de parceiro mais capaz para socializar e ajudar a desenvolver nos indivíduos singulares os conhecimentos científicos relacionados com a prática social global. Portanto, voltando-se a nossa tese, nossa proposta deve estabelecer alguma forma de relacionar os conteúdos de física com a sua manifestação nas atividades humanas em que são (ou foram) usadas como força produtiva. Um caminho seria identificarmos relações entre os conteúdos de física e as atividades da prática social, para que sejam objetos de ensino que possam promover a inter-vinculação entre ciência e sociedade, o que contribui para a desenvolvimento de uma visão sintética da forma de vida atual. Como dizem [Mendes, Biancon e Fazan \(2019, p. 826-827\)](#),

[Fundamentar o ensino na dialética materialista exige] amplitude nas análises e nas relações que [se] estabelece[m] entre ciência, história, política, cultura e economia, em determinado momento histórico e entre os objetos de ensino.

Assim, estes autores entendem que a prática social que devemos relacionar com o ensino de ciências é aquela em que o nosso conteúdo de ensino aparece em algum processo da atividade humana, especialmente nos momentos em que servem (ou serviram) ao capital como força produtiva. À medida em que os estudantes forem se apropriando das situações em que o conhecimento científico participa da prática social, eles vão, com essas mediações, transitando de uma visão sincrética para uma visão sintética do real.

Segundo [Mendes, Biancon e Fazan \(2019\)](#), a catarse, por sua vez, se manifestaria na

alteração qualitativa da prática dos alunos coerentemente com a direção de transformação da sociedade. Ainda, esses autores reforçam a recomendação da pedagogia histórico-crítica de que, na escolha dos temas a serem abordados, deve-se levar em conta os interesses do aluno concreto e não do aluno empírico, justamente para não reduzirmos o papel dos clássicos na articulação com o objetivo de se atingir uma visão sintética do real.

Em *A dialética da prática docente ao exemplo da classificação biológica no ensino médio*, Campos (2019) relata o desenvolvimento e a análise de uma intervenção didática em uma turma do 3º ano do ensino médio, de uma escola pública paulista, para o ensino dos conteúdos de taxonomia (ramo da biologia que descreve, identifica e classifica os seres vivos) e sistemática biológica (ciência mais abrangente que estuda a diversidade dos seres vivos e seus padrões de parentesco e evolução), sob a pedagogia histórico-crítica.

A justificativa para a escolha do tema foi a percepção de que o ensino de sistemática está desvalorizado, embora tenha o potencial de desenvolvimento do pensamento científico, sobretudo o biológico. Do ponto de vista da pedagogia histórico-crítica, além disso, esse tema poderia ser contextualizado dentro de uma visão mais total na qual o conhecimento específico dialoga com o contexto social.

Com a distribuição da temática em três aulas, a autora estudou o processo de transformação do entendimento dos alunos da síntese à síntese, nas suas idas e vindas, para o entendimento dos conteúdos como um processo dialético. As intervenções foram gravadas em áudio e transcritas no período de setembro a novembro de 2015. Houve a coleta da produção escrita dos alunos, bem como a tirada de fotos do quadro negro e anotações de falas. Também foram seguidas as normas de boas práticas e ética na pesquisa com indivíduos. Participaram do estudo 38 alunos de 15 a 19 anos. Os assuntos das aulas foram sistema de classificação biológica, sistemática e taxonomia, o conceito de espécie e a espécie humana.

As práticas de ensino usadas por Campos (2019) incluíram a sondagem de conhecimentos prévios dos alunos com relação aos conceitos da temática que seria estudada, a construção de um fluxograma com os conceitos que iam sendo discutidos, problematizações postas para debate oral, visando a elaboração de questões a serem investigadas, exposições orais da professora sobre os conteúdos específicos (taxonomia e sistemática biológica) e apresentações dos alunos sobre seus resumos dos assuntos estudados.

Para a autora, a passagem da síntese à síntese ficou evidenciada pela inaptidão ou imprecisão dos alunos quando das perguntas para a sondagem de conhecimentos prévios e a concretização das produções de resumos pelos alunos. Em alguns momentos, ela relata o seu papel como mediadora das discussões dos alunos, evidenciando que ela entendia o conceito de mediação como a promoção do diálogo e o apoio para os estudantes, sem fazer referência a ferramentas culturais.

Com relação à passagem da síncrese a síntese, consideramos frágil a alegação de que a simples falta de ferramentas culturais no início do trabalho educativo e sua disponibilidade ao final sejam um indício de catarse, pois, como já vimos, a catarse representa uma mudança qualitativa mais profunda nas ações dos estudantes, como uma segunda natureza, sendo que a reprodução de conhecimentos por si só pode se confundir com um exercício de memorização acrítica ou mecânica, caso não seja bem avaliada.

A pesquisadora associou as suas perguntas problematizadoras com questões postas pela prática social. Suas perguntas foram: “Qual a importância da padronização de um nome universal para os seres vivos?”; “Por que não optar por nomes populares ao invés dos cientificamente aceitos?” e “Qual poderia ser a língua oficial para esta padronização?” Campos (2019, p. 12). Entendo que estas questões são pertinentes, mas por si só não representam práticas sociais ou mesmo problemas postos pela prática social; no nosso entender, são questões norteadoras.

Em *Teoria especial da relatividade: 100 anos após, como ensiná-la significativamente no ensino médio*, Guimarães e Nobre (2019) apresentam um artigo relatando uma intervenção didática no ensino de física do ensino médio utilizando um folheto de cordel como material potencialmente significativo. Os autores sustentam seu material pedagógico na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel<sup>3</sup>, no que tange ao aspecto psicológico, e nas etapas da sequência FEDATHI<sup>4</sup>, no que tange ao aspecto didático. A citação feita à pedagogia histórico-crítica, na figura de Saviani, restringiu-se apenas em dizer que sua proposta se adequava a uma visão histórico-crítica, pois assegurava o acesso dos estudantes aos saberes historicamente construídos pela humanidade. Ademais, a sequência FEDATHI teve origem em estudos de educação matemática realizados pelo Prof. Dr. Herminio Borges Neto, da Universidade Federal do Ceará, e foi pensada para ser um método de interação professor-alunos, visando a resolução de problemas matemáticos; portanto, nada tendo a ver com o método dialético. Apesar deste artigo, ao fim e ao cabo, ter se enquadrado em um dos nossos critérios de exclusão, resolvemos inclui-lo nesta revisão porque nossa conclusão foi atingida apenas com a sua leitura completa. Durante a leitura, ficamos com a sensação de que em algum momento os autores explorariam a contribuição mais substancial do referencial da pedagogia histórico-crítica no seu trabalho, o que não ocorreu.

Em *Incorporação da pedagogia histórico-crítica na educação em ciências: uma análise crítica dialética de uma revisão bibliográfica sistemática*, Massi et al. (2019) realizam uma revisão, com duração de cerca de dois anos, para investigar de que modo a filosofia subjacente à pedagogia histórico-crítica foi incorporada pelos pesquisadores em educação em ciências quando fazem estudos ou elaboram propostas envolvendo essa

---

<sup>3</sup> AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimento**: uma perspectiva cognitiva. 1. ed. Lisboa: Ed. PT, 2003. Tradução Lígia Teopisto.

<sup>4</sup> BORGES NETO, H. **Sequência FEDATHI**: uma proposta pedagógica para o ensino de ciências e matemática. 1. ed. Fortaleza: UFC, 2013.

teoria. Para os autores, a apropriação da base marxista dessa teoria é condição necessária para a sua compreensão para se evitar interpretações não dialéticas, por exemplo, pensar que os momentos pedagógicos propostos por Saviani (2008) como passos sequenciais e independentes.

A metodologia dessa revisão consistiu em se apropriar das categorias centrais do marxismo e da pedagogia histórico-crítica para analisar os trabalhos selecionados sob essa vertente na área de educação em ciências. Também, os autores se atentaram para possíveis críticas à teoria e encontraram algumas que já foram levantadas pela literatura em geral, quais sejam: i) que a pedagogia histórico-crítica é uma pedagogia conteudista (Ela não abre mão da socialização dos saberes sistematizados.); ii) que desvaloriza os saberes populares, afirmando a hegemonia da cultura burguesa (A teoria alega que a cultura popular é assistemática e limitada. Assim, para a classe trabalhadora se libertar, ela precisa dominar os conhecimentos científicos sistematizados.); e iii) que defende a noção ultrapassada de transmissão dos conhecimentos, algo que tem conotação mecânica e passiva (A pedagogia histórico-crítica se apoia na psicologia vygotskiana que, por sua vez, considera que a apropriação da cultura se dá pela internalização das ferramentas culturais disponíveis nas relações entre sujeitos, e esse processo é tanto melhor conduzido quanto mais intencional e adequada for a interação entre o sujeito que aprende e um parceiro mais capaz, como o professor).

Os autores utilizaram como dados artigos publicados em periódicos com revisão por pares, trabalhos publicados nos anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), dissertações e teses, capítulo de livros ou livros abordando a pedagogia histórico-crítica na educação em ciências. Não foram selecionados trabalhos na área da educação matemática, e foram incluídos trabalhos da área de educação ambiental, pois têm bastante interlocução com as ciências, sobretudo a biologia. Eles buscaram pelas palavras “histórico” e “crítica” em títulos, resumos ou palavras-chave, e reuniram os achados datados até maio de 2018.

Ao todo, selecionaram 80 trabalhos<sup>5</sup>, sendo 5 artigos, 28 trabalhos do ENPEC, 29 dissertações, 10 teses, 4 capítulos de livro e 4 livros, os quais foram analisados em quatro categorias centrais: 1) pedagogia histórico-crítica como teoria histórico-dialética e materialista; 2) superação da pseudoconcreticidade; 3) prática dialética e os momentos didáticos; e 4) mediação dialética. A primeira categoria é considerada fundamental para sustentar uma proposta pedagógica histórico-crítica e para permitir o seu desdobramento nas outras categorias.

Os pesquisadores observaram, até aquele momento, um baixo número de publicações de artigos que relacionam a pedagogia histórico-crítica e a educação em ciências. Além disso,

---

<sup>5</sup> Não puderam ser encontradas duas dissertações; totalizando, portanto, 78 trabalhos analisados.

perceberam que a maioria dos trabalhos selecionados estavam vinculados a instituições localizadas na região sudeste.

A análise por categorias produziram os seguintes achados. Algumas propostas misturam a pedagogia histórico-crítica com outras teorias com princípios filosóficos diferentes do materialismo histórico-dialético, demonstrando uma incoerência. No nível de teoria psicológica, majoritariamente é utilizado a perspectiva construtivista.

Os autores identificaram a ideia da organização dos temas de ensino por sistemas de complexos de Pistrak (Moisey Mikhaylovich Pistrak (1888–1917)). Tal sistema é uma sugestão para a organização do ensino não centrado em conteúdos, pois os temas de estudo são, em geral, um complexo de fenômenos tomados da realidade, sendo mais coerente com a visão materialista estudá-los referenciando-os com a realidade da qual são tomados. Porém, como sabemos, o ensino em nível médio ainda é feito com a separação das áreas do conhecimento, e um dos entraves para um ensino integrado é a formação de professores restrita aos conteúdos de sua disciplina.

Nessa revisão, os autores identificaram várias propostas teóricas e aplicadas de uso da pedagogia histórico-crítica no ensino de ciências. Mas, como citado anteriormente, eles consideram que essas propostas apresentaram fragilidades em relação à apropriação do método materialista histórico-dialético. Falando especificamente do trabalho de [Dias \(2016\)](#), esta autora elaborara uma proposta de ensino de máquinas térmicas e 2ª lei da termodinâmica, no ensino superior de engenharia, na disciplina de Física Geral e Experimental II, sob a perspectiva histórico-crítica, utilizando o conceito da aquisição de um *habitus* da teoria de Pierre Bourdieu (1930–2002). Embora desenvolvesse um bom trabalho, [Massi et al. \(2019\)](#) identificaram, no que diz respeito à pedagogia histórico-crítica, o entendimento subjacente de que aquela prática de ensino visava apenas a formação de competências e habilidades nos estudantes, sem menção aos compromissos sociais, políticos e econômicos da proposta pedagógica em si; pontos que são caros a essa perspectiva.

Referindo-nos a alguns trabalhos citados por [Massi et al. \(2019\)](#) que nos chamaram a atenção, destacamos a dissertação de mestrado de [Lima \(2016\)](#) sobre o ensino de ácidos e bases nas aulas de química do ensino médio. Este trabalho apresentou sequências didáticas que adotam a teoria de Saviani, porém, a autora utilizou a metodologia de [Gasparin \(2012\)](#). Conforme comentado anteriormente, [Gasparin \(2012\)](#) tomou os momentos pedagógicos de [Saviani \(2008\)](#) como passos sequenciais, não dialéticos, e isso refletiu-se na proposta de [Lima \(2016\)](#), como se a aprendizagem de ácidos e bases fosse um processo linear, sem entender, na prática, que a apropriação de um conteúdo tem idas e vindas e meios de abordagem por diferentes perspectivas até que se forme um entendimento sobre o tema de maneira mais concreta; a chamada ascensão do abstrato ao concreto.

Também, citaram a tese de doutorado de [Geraldo \(2006\)](#) intitulada *Didática de ciências e de biologia na perspectiva da pedagogia histórico-crítica*, a qual foi editada

em livro intitulado *Didática das ciências naturais na perspectiva histórico-crítica* (2009). Esta tese obteve grande repercussão na área, principalmente pela escassez de trabalhos envolvendo o ensino de ciências. Lendo o resumo da referida tese, apreendemos que ela trata de elementos para uma didática do ensino de ciências, de maneira geral, e de biologia, em particular, a partir de postulados gerais da pedagogia histórico-crítica e da didática geral, para servir de “orientação e critério para as atividades docentes no ensino escolar destas disciplinas” (GERALDO, 2006, p. 8). Segundo Massi et al. (2019), Geraldo (2009)<sup>6</sup> procurou compatibilizar princípios da didática geral, tais como “objetivos, conteúdos, ensino, aprendizagem, métodos e condições de ensino” (p. 231), com alguns princípios do ensino de ciências na perspectiva histórico-crítica, tais como “problematização, contextualização, instrumentalização, interdisciplinaridade, historicidade, dialogicidade, totalidade, sistematização, aplicação, enfoque ambiental, ênfase em educação para a saúde e ênfase nos métodos das ciências naturais” (Geraldo, 2009, p. XI apud MASSI et al., 2019, p. 231).

Dentro da segunda categoria, destacamos a asserção de que “o concreto, na lógica dialética, é apropriado pelo pensamento ao longo do processo do conhecimento, que passa por uma mediação abstrata” (MASSI et al., 2019, p. 232). O ensino de ciências, para se tornar útil à apreensão concreta do seu papel na sociedade, deve permitir a discussão das bases materiais que permeiam a produção da mesma. Com isso, a aparência de total autonomia da ciência vai se desvelando conforme analisamos situações nas quais ela se apresenta concretamente. Daí o recurso à prática social ser de fundamental importância, pois expressa “todo o acúmulo produzido pelo gênero humano” (p. 233). O ensino de ciências que se limita à análise das manifestações cotidianas das aplicações das ciências limita-se ao âmbito da pseudoconcreticidade na medida em que foca na aparência do papel da ciência na sociedade contemporânea e não se aproxima da sua essência. Massi et al. (2019) asseveram que a pedagogia histórico-crítica no ensino de ciências, portanto, visa contribuir para a superação dessa pseudoconcreticidade.

Na terceira categoria, destacamos a asserção de que se, por um lado, a divisão social do trabalho alienou o trabalhador do domínio do processo de produção como um todo, por outro, permitiu o aprofundamento do conhecimento das partes necessárias para o aumento da sua complexidade. As áreas do conhecimento com seus conteúdos específicos são um reflexo das especializações, que talvez seja inevitável, uma vez que a produção material da vida em sociedade tende a se complexificar cada vez mais, independentemente do modo de produção. A educação científica deve trabalhar dentro dessa característica contraditória e saber dosar entre não perder de vista a totalidade da atividade científica para a sociedade e a sua particularidade, enquanto conhecimento sistematizado circunscrito, com uma lógica interna.

---

<sup>6</sup> GERALDO, A. C. H. **Didática de ciências naturais na perspectiva histórico-crítica**. Campinas: Autores Associados, 2009.

Massi et al. (2019) chamam a atenção para que o ensino na perspectiva histórico-crítica não fique no aspecto essencialmente utilitarista da ciência, pois observaram trabalhos que advogaram o uso dessa pedagogia como método de condução das aulas, mas usam outras perspectivas teóricas no trato com o conhecimento a ser ensinado, tais como a aprendizagem baseada em projetos ou a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), na sua forma liberal de visão de mundo. Como dito em outro lugar, a questão não é simplesmente pelo uso de uma metodologia ativa, mas a não articulação com a filosofia da educação subjacente ao método dialético. Para os autores, “[...] nesses trabalhos a problematização do CTS ou das questões sociocientíficas não demonstra preocupação com o entendimento do que seja a prática social, nem o compromisso com a superação da pseudoconcreticidade” (p. 239). Por isso, eles reforçam a necessidade de usar a pedagogia histórico-crítica com o conhecimento dos seus fundamentos teóricos para que os momentos pedagógicos sejam desenvolvidos dialeticamente.

Por fim, na quarta categoria, destacamos a asserção de que a mediação, tanto para Marx quanto para Vigotski, não é meramente um elo de ligação entre o concreto e a intelecção, pois a apropriação de mediações provoca a transformação do próprio ser humano, ou seja, ela não permite somente a ação, mas a possibilidade de alteração da sua função, seja ela prática ou mental. O processo educativo existe para que o conjunto da sociedade se aproprie das mediações necessárias tanto para a manutenção do atual nível de desenvolvimento das forças produtivas quanto para a sua evolução, de acordo com o balanço dos interesses de classes.

O momento pedagógico da instrumentalização é necessário para a socialização das mediações teórico-práticas que permitem um entendimento concreto das práticas sociais. Essas mediações permitem a passagem do empírico ao concreto pela mediação do abstrato (SAVIANI, 2012). Aqui, observamos que, do ponto de vista metodológico, podemos inferir se a socialização das mediações na educação científica se efetivou caso constatem nas ações dos estudantes o uso dessas mediações em situações nas quais elas potencialmente deveriam ser evocadas. Isto, em partes, também está relacionado com a inferência da realização da catarse. Porém a dificuldade é maior, pois, pela sua complexidade, a catarse é um estado de apropriação dessas mediações como uma segunda natureza do sujeito, um nova maneira de agir em sociedade. Em nossa avaliação, atividades como entrevistas ou grupos focais realizados antes e depois do ensino de um bloco de conhecimento sob a metodologia da pedagogia histórico-crítica podem evidenciar a ocorrência ou não de apropriações de mediações socializadas no contexto escolar, ou mesmo indícios de catarse.

Uma ideia combatida pela pedagogia histórico-crítica é a alegação de que, no processo de ensino-aprendizagem, o professor participa como um mediador do desenvolvimento psíquico do sujeito, que tem suas motivações e interesses. A mediação portanto é entendida no senso comum, como um auxílio para que os estudantes se aproximem dos

objetos do conhecimento, e não como uma ferramenta psicológica, constitutiva da relação do sujeito com esses objetos. Para a pedagogia histórico-crítica, o professor não é um mediador no sentido de ser o responsável por colocar o aluno em contato com os objetos do conhecimento, mas sim um parceiro mais capaz, que o ajudará, pela interação social intencional, a se apropriar dos conhecimentos mais fundamentais da prática social capazes de provocar uma transformação no entendimento do sujeito sobre a realidade (PEREIRA; LIMA JUNIOR, 2014).

Como principais conclusões do trabalho de pesquisa bibliográfica de [Massi et al. \(2019\)](#), citamos: i) o ecletismo teórico-metodológico, que incorpora elementos de teorias com fundamentos não materialista histórico-dialéticos, para suprir lacunas ou pontos de maior dificuldade no uso da pedagogia histórico-crítica em propostas de ensino de ciências; ii) uma abordagem utilitarista da ciência na sociedade; iii) a prática social como sinônimo de cotidiano e não como atividade humana; iv) o entendimento do momento da catarse como uma etapa de avaliação do ensino e não como uma mudança qualitativa na ação dos sujeitos; e v) o entendimento dos momentos pedagógicos como passos sequenciais, o que acaba descaracterizando o método dialético subjacente à pedagogia.

Como sintetizam os autores:

A compreensão da [pedagogia histórico-crítica] PHC na sua totalidade exige o entendimento da concepção de homem, de mundo e de sociedade da teoria marxista. Sem ela, noções fundamentais como mediação, prática social e catarse são reduzidas a palavras entendidas a partir do senso comum. Portanto, fazer parte do esforço teórico de construção da PHC implica compreender seus pressupostos e adotá-los para construir suas interpretações teóricas e práticas de ensino ([MASSI et al., 2019](#), p. 247, inserção nossa).

Em *O ensino dos processos e usos do alumínio na perspectiva da pedagogia histórico-crítica*, [Genovese, Queirós e Genovese \(2020\)](#) elencam os conhecimentos sistematizados sobre os usos do alumínio na indústria como contexto unificador da análise materialista. Os autores produzem uma revisão sobre o alumínio nas suas características físico-químicas, de uso ao longo da história e dos seus problemas socioeconômicos e ambientais, tais como a sua reciclagem, os recicladores, as empresas recicladoras, seu descarte irregular e poluidor etc. Com isso, eles pretendem que a primeira parte do seu texto seja usado como material de referência para uma sequência didática no ensino de química (ou interdisciplinar) em nível médio.

[Genovese, Queirós e Genovese \(2020\)](#) defendem que a escolha de um tema próximo da realidade concreta dos professores e estudantes tem o potencial de promover um ensino de ciências não alienante. Por “alienante”, entendem o ensino que não se preocupa o movimento histórico, social, ético, moral e político que envolve os temas complexos. Nesse

sentido, os autores acreditam que o tema por eles proposto promove a apropriação dos conhecimentos sistematizados de forma crítica e contextualizada.

Do ponto de vista da didática para atingir o objetivo pedagógico, [Genovese, Queirós e Genovese \(2020\)](#) reivindicam o uso das diretrizes para a incorporação dos momentos pedagógicos de Gasparin apresentados no livro *Uma didática para a pedagogia histórico-crítica* (2002). Do ponto de vista filosófico, ademais, os autores também reivindicam o objetivo de transformação das objetivações em-si, aprendidas nas instrumentalizações, em objetivações para-si. Esta seria condição necessária a construção da humanização emancipadora ou libertadora.

No artigo, citam o professor Newton Duarte<sup>7</sup> no que se refere ao entendimento dos conceitos de individualidade em-si e individualidade para-si que estão relacionadas com as objetivações citadas acima. As ideias gerais por detrás desses conceitos são que o “em-si” é o conhecido, porém, alienado e o “para-si” é o questionado, refletido e apropriado. Assim, defendem os pressupostos da pedagogia histórico-crítica como uma orientação didático-pedagógica para uma educação progressista desalienante que precisa educar a classe trabalhadora para se tornar consciente dos males da atual forma funcionamento da sociedade.

Os autores apresentam diretrizes e sugestões para uma sequência didática sobre os usos do alumínio na sociedade. Problematizam o consumismo, a reciclagem do metal etc. Como dito, se baseiam na didática proposta por Gasparin (2002) para o desenvolvimento do conteúdo em sala de aula, que consiste na separação da sequência em momentos: 1) a prática social inicial, 2) a problematização, 3) a instrumentalização, 4) a catarse e 5) a prática social final.

A prática social inicial é a contextualização do conteúdo, ou seja, a forma como ele se apresenta no cotidiano de acordo com o conhecimento dos atores sociais: professor(es) e estudantes. A problematização é o levantamento de problemas que esse conteúdo elicit no cotidiano e que precisariam ser investigados e solucionados tais como os impactos sociais e ambientais do uso do alumínio. A instrumentalização é o estudo sistemático das diferentes dimensões do conhecimento do tema, isto é, científico, socioeconômico, político, ético etc. Para isto, os autores sugerem o uso da primeira parte do seu artigo como material de referência.

A catarse é equiparada à operação síntese do método dialético. Os autores equiparam os momentos anteriores com a análise. Na catarse, ocorreria a síntese dos conhecimentos

---

<sup>7</sup> Newton Duarte é um pesquisador brasileiro renomado na área da educação, especializado em pedagogia crítica e educação popular. Ele é autor de diversos livros e artigos que abordam temas como formação de professores, currículo e políticas educacionais. Atualmente é professor titular da Universidade Estadual Paulista (Unesp) Júlio de Mesquita Filho, campus Araraquara/SP.

efetivamente aprendidos pelos estudantes ao longo das aulas. Estes conhecimentos poderiam ser evidenciados, por exemplo, pedindo-lhes que produzissem textos sobre o tema estudado e atentando para o uso dos conceitos desenvolvidos, tanto do ponto de vista do conteúdo científico quanto do histórico, político etc.

A prática social final, afirmam, é o grau mais expressivo que indica a apropriação dos conteúdos estudados. Isto evidencia-se pela aplicação dos conhecimentos principalmente em ações de cunho social, mas não limitando-se a isso, podendo ser evidenciado pelo elevado nível de aprofundamento atingido na temática.

Concluimos, portanto, que [Genovese, Queirós e Genovese \(2020\)](#) corroboraram a visão de Gasparin de que os momentos pedagógicos da pedagogia histórico-crítica podem ser considerados como passos sequenciais, enrijecendo o método dialético subjacente; o que é um erro, segundo o entendimento atual da dialeticidade dos referidos momentos ([GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019](#)).

Em *Ensino de ciências e de biologia sob a perspectiva histórico-crítica na literatura científica*, [Campos \(2020\)](#) fez uma revisão da literatura sobre a apropriação teórica e metodológica da pedagogia histórico-crítica no ensino de ciências, com atenção especial para o ensino de biologia. Para isto, a autora fez uma busca sobre esse tema nos anais das últimas nove edições do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), nos principais periódicos nacionais classificados como A1 e A2 segundo o Qualis CAPES de 2014 e em livros publicados no intervalo de 1997 a 2014.

Quanto aos achados publicados nos anais do ENPEC, a autora destaca o trabalho de Zilli et al. (2015)<sup>8</sup> que concluiu que no período de 1997 a 2014 não houve um crescimento da produção de trabalhos sob a pedagogia histórico-crítica na mesma proporção em que ocorreu na linha construtivista.

Quanto aos trabalhos publicados em periódicos, [Campos \(2020\)](#) identificou 17, no intervalo de 1997 a 2016. E quanto aos livros, identificou dois, quais sejam: *Ensino de ciências: uma abordagem histórico-crítica* de Santos (2005)<sup>9</sup> e *Didática de ciências naturais na perspectiva histórico-crítica* de Geraldo (2009)<sup>10</sup>.

Na avaliação de [Campos \(2020\)](#), a escassez de trabalhos sob a pedagogia histórico-crítica:

[...] é reflexo de que a literatura de ensino de ciências atual vem

<sup>8</sup> ZILLI, B. et al. Apropriação teórica e metodológica da pedagogia histórico-crítica na educação em ciências. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, X., 2015, Águas de Lindóia. **Anais ...** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

<sup>9</sup> SANTOS, C. S. **Ensino de ciências: abordagem histórico-crítica**. Campinas: Armazém do ipê, 2005.

<sup>10</sup> GERALDO, A. C. H. **Didática de ciências naturais: na perspectiva histórico-crítica**. Campinas: Autores Associados, 2009.

trazendo, de maneira abnegativa ou intencional, análises pobremente fundamentadas que se tem feito da prática pedagógica em trabalhos acadêmicos, relatos, estudos de caso, e até pelas próprias políticas públicas neoliberais (p. 232).

Com isso, a autora se alinha com o discurso de Zilli et al. (2015) da necessidade de mais trabalhos na perspectiva crítica.

Quanto ao método da pedagogia histórico-crítica, a autora reforça a preocupação com o desenvolvimento de propostas coerentes com a filosofia materialista. Ela considera ser fundamental a compreensão do homem como sujeito que tem história, por se valer do trabalho e das relações sociais como meio de vida. Nesse aspecto, a autora afirma nos artigos que analisou não encontrou discussões que resgatassem essa visão de mundo, e entende que ela não deve ser negligenciada para poder ressaltar diferenças cruciais da pedagogia histórico-crítica com os trabalhos de orientação liberal.

Por fim, Campos (2020) avalia, ainda, que a pedagogia histórico-crítica tem menor adesão de professores de biologia por razões históricas da prática docente nessa disciplina. Segundo a autora, “[...] os professores de Biologia tendem a evitar tópicos com implicações sociais e políticas” (p. 235). Tal postura, avalia, tem a ver com a falta de preocupação da área de ensino de biologia com o questionamento do modelo capitalista e sua repercussão na educação de maneira geral, hipótese corroborada pela quase total ausência de discussões sobre esse tema.

Em *Aproximações a uma concepção histórico-crítica de objetivo do ensino de ciências naturais*, Pereira e Campos (2020) apresentam uma revisão teórica sobre a concepção de ser humano subjacente à pedagogia histórico-crítica e sobre os objetivos da educação em ciências para a formação dos indivíduos. Os autores percorrem as argumentações da concepção materialista sobre o gênero humano a partir da categoria “trabalho”, categoria que funda o ser social. Os autores utilizam aportes teóricos, principalmente, de autores como Karl Marx (2008)<sup>11</sup>, Newton Duarte (2013)<sup>12</sup> e György Lukács (1966 e 2012)<sup>13</sup> para deixar estabelecido nas suas argumentações posteriores que a educação em ciências é um saber necessário para a compreensão do mundo em que vivemos e para o desenvolvimento do gênero humano como ser histórico.

Os autores recuperam a máxima de que compete à educação a socialização dos

---

<sup>11</sup> MARX, K. **Manuscritos econômico-filosóficos** (J. Ranieri, trad.; 1. reimpr.). São Paulo: Boitempo, 2008.

<sup>12</sup> DUARTE, N. **A individualidade para si: contribuição a uma teoria histórico-crítica da formação do indivíduo** (3a. ed. rev.). Campinas: Autores Associados, 2013.

<sup>13</sup> LUKÁCS, G. **Estética I: la peculiaridad de lo estetico**. (v. 1. Cuestiones preliminares y de principio; M. Sacristán, trad.). Barcelona (México): Grijalbo, 1966.  
LUKÁCS, G. **Para uma ontologia do ser social**. (v. 1.; C. N. Coutinho, M. Duayer, N. Schneider, trads.). São Paulo: Boitempo, 2012.

---

saberes que tornam os indivíduos sujeitos históricos ao se apropriarem das objetivações acumuladas pela humanidade até então. Ou seja, que cabe à educação a atualização dos indivíduos como sujeitos do gênero humano pela formação, em sua subjetividade, de uma espécie de segunda natureza. Nesse contexto, um dos objetivos da educação histórico-crítica é o ensino dos elementos culturais necessários para que os indivíduos da espécie humana se tornem humanos no sentido de sua humanização com o acervo cultural sistematizado pelas gerações anteriores.

Pereira e Campos (2020) enfatizam que os conhecimentos produzidos ao longo da história inicialmente refletiam idealmente a realidade objetiva para a solução de problemas pragmáticos, e com o desenvolvimento do conhecimento científico, a ciência se autonomizou da esfera estritamente do trabalho para se transformar em um corpo de saberes universais, sem com isso deixar de ser afetada pelas determinações de origem histórico-social. Pela sua certa autonomia, a ciência se afastou da cotidianidade (i.e., do dia a dia das pessoas) e se consolidou como uma esfera da divisão social do trabalho que, em grande medida, visa, nos dias atuais, ao aumento da produtividade do trabalho para o aumento da extração de mais-valia.

Os autores percorrem, em seguida, discussões sobre a gênese do “dualismo ontológico” e suas consequências que, segundo Lukács (2012), é a cisão da realidade em conhecimentos científico-práticos e conhecimentos filosóficos ou religiosos; o que não vem ao caso discorrermos sobre.

O objetivo do ensino de ciências naturais, de acordo com a pedagogia histórico-crítica, é promover a homogeneização dos alunos com a esfera da ciência, ou seja, levá-los a estabelecer uma relação consciente com o conhecimento científico e a realidade objetiva. Isso implica superar as concepções cotidianas sobre a natureza e expandir a compreensão dos alunos por meio da apropriação de conceitos e teorias científicas.

O processo de homogeneização deve ser conduzido pelo professor, que atua na socialização das objetivações genéricas para si, promovendo o contato primordial dos alunos com os conteúdos científicos. O ensino de ciências busca desantropomorfizar o reflexo cotidiano dos alunos sobre a natureza e levá-los a compreender a realidade em um nível mais objetivo.

O artigo destaca que a homogeneização resulta em uma transformação da consciência dos indivíduos, tornando-os seres humanos-genéricos. O ensino de ciências, ao promover essa relação consciente com a objetivação genérica, contribui para a humanização dos alunos por meio do trabalho educativo.

Entretanto, é ressaltado que essa humanização não é suficiente para a emancipação humana, sendo necessária uma análise mais ampla das relações entre ciência, concepção de mundo e prática social global para compreender o impacto da apropriação do conhecimento

científico na transformação das relações sociais.

Em síntese, o artigo discute a importância do ensino de ciências naturais como um processo de homogeneização dos alunos com a esfera da ciência, visando à humanização e transformação da consciência dos indivíduos dentro da perspectiva da pedagogia histórico-crítica. No entanto, enfatiza que essa abordagem deve ser acompanhada por uma análise mais abrangente das relações sociais para alcançar a emancipação humana.

Em *Conhecimentos clássicos, trabalho educativo e ensino de ciências: articulações possíveis a partir da pedagogia histórico-crítica*, Zaneti et al. (2020) têm como objetivo discutir a relação entre os princípios de “trabalho educativo” e “conhecimentos clássicos” no ensino de ciências e biologia, sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica.

Os autores reforçam que a pedagogia histórico-crítica é uma abordagem crítica e dialética que reconhece a influência da estrutura social na educação e entende o trabalho como uma mediação entre o ser humano e a natureza. Eles resgatam que o trabalho educativo, mesmo que não produza bens materiais, está relacionado à questão do saber e à socialização do conhecimento sistematizado na escola.

Os “conhecimentos clássicos” referem-se às máximas conquistas de desenvolvimento da humanidade em diversas áreas, incluindo as ciências. No entanto, sua transmissão na escola está sujeita à luta de classes na sociedade capitalista, onde a socialização desses conhecimentos pode ser disputada.

Para os autores, baseados na pedagogia em questão, o ensino de ciências e biologia deve utilizar os conhecimentos clássicos como base para o desenvolvimento do potencial de cada estudante, indo do empírico sincrético à abstração e, finalmente, ao concreto sintético. Como exemplos de conhecimentos clássicos no campo da biologia e do seu ensino, eles citam a teoria da evolução e os conceitos relacionados à sistemática e filogenética das espécies.

A pedagogia histórico-crítica enfatiza que a educação faz parte do processo de formação humana, buscando desenvolver a concepção materialista histórico-dialética em cada aluno. Essa pedagogia também enfatiza que a escola é um espaço privilegiado para a reprodução da condição humanizada, através do trabalho educativo que promove a transmissão da cultura humana e a formação dos indivíduos para a humanização.

Zaneti et al. (2020) apontam para a necessidade de superação da visão utilitarista do conhecimento científico no ensino. Para isso, defendem que os adeptos da pedagogia histórico-crítica devem se valer de abordagens que valorizem os conteúdos clássicos e estabeleçam conexões com a realidade concreta dos estudantes. Além disso, o trabalho educativo deve considerar elementos como quem ensina, quem aprende, o que se ensina e em que condições a atividade educativa se realiza.

Os autores indicam trabalhos anteriores que oferecem direcionamentos para um

ensino crítico de ciências e biologia, destacando a importância de abordar a história das lutas sociais por trás dos conceitos científicos e promover a superação do cotidiano em prol da apropriação do saber elaborado.

Em suma, o este artigo ressalta a importância da pedagogia histórico-crítica no ensino de ciências e biologia, defendendo a valorização dos conhecimentos clássicos, a formação crítica dos estudantes e a conexão do ensino com a realidade social e histórica.

O texto intitulado *Entrevista com Newton Duarte – Perspectivas e desafios para o ensino de ciências: a superação do construtivismo e a pedagogia histórico-crítica* aborda diversos temas relacionados ao ensino de ciências e à pedagogia histórico-crítica. Souza (2020) entrevistou o professor Newton Duarte, o qual possui interesses de pesquisa em fundamentos filosóficos da pedagogia histórico-crítica, conhecimento escolar, teorias pedagógicas e formação sociocultural da individualidade.

Na entrevista, o professor explora as influências das pedagogias contemporâneas no ensino de ciências e discute as possibilidades para um ensino de ciências sob perspectivas críticas de educação, especialmente a pedagogia histórico-crítica. Ele ressalta a discrepância na carga horária dedicada ao ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental em comparação com os anos finais e o ensino médio, materializando uma secundarização do ensino de ciências em relação à língua portuguesa e à matemática.

Newton Duarte argumenta que a hierarquia na distribuição da carga horária não se justifica, e essa diferenciação decorre tanto da precarização da educação destinada às crianças e jovens da classe trabalhadora quanto de concepções pedagógicas que veem esses estudantes como necessitando de conhecimentos mais práticos e ligados ao cotidiano.

Ele destaca a importância de uma visão ampla de ciências, relacionando-a com a compreensão da relação entre sociedade e natureza. O ensino de ciências deve ir além de um conteúdo fragmentado e utilitarista, buscando provocar reflexões sobre o mundo, a realidade e a forma como os seres humanos se relacionam com a natureza.

O entrevistado menciona a corrente epistemológica do construtivismo radical, que adota uma visão relativista e enfatiza que, por meio do materialismo histórico-dialético, é possível superar as alternativas positivista e relativista na abordagem do ensino de ciências.

Newton Duarte também ressalta a importância da educação ambiental como uma possibilidade para denunciar a destruição ambiental causada pelo capitalismo, mas alerta para o perigo de uma abordagem alienante que coloque a responsabilidade apenas nas atitudes individuais, ignorando a dimensão sistêmica e global do problema.

O professor destaca a relevância da difusão do conhecimento científico, enfatizando que a busca pela verdade deve estar presente no ensino das ciências naturais. Ele critica a visão fragmentada dos conteúdos escolares e a separação do método pedagógico da visão

sociopolítica da pedagogia histórico-crítica, argumentando que a discussão sobre o método precisa estar inserida em uma análise mais ampla dos conhecimentos que a educação escolar deve socializar.

Por fim, Newton Duarte defende que a pedagogia histórico-crítica não pode ser dissociada da perspectiva socialista à qual está vinculada, e a discussão sobre os conteúdos deve ser permeada pela perspectiva da totalidade, buscando produzir nos indivíduos a humanidade que é construída ao longo da história.

Em suma, a entrevista com o professor Newton Duarte reforçou a importância de um ensino de ciências baseado em perspectivas críticas de educação, a necessidade de uma visão ampla e contextualizada das ciências naturais, a relevância da busca pela verdade no conhecimento científico, a relação entre educação e sociedade, e a necessidade de uma pedagogia histórico-crítica comprometida com uma visão socialista para a superação das relações sociais desumanizantes.

Em *A educação ambiental histórico-crítica: uma construção coletiva*, [Agudo e Tozoni-Reis \(2020\)](#) exploram o campo da educação ambiental no Brasil, especialmente sob a perspectiva histórico-crítica. O estudo enfatiza o trabalho realizado pelo Grupo de Pesquisa em Educação Ambiental (GPEA) vinculado à Universidade Estadual Paulista (UNESP) em Bauru, que tem se dedicado a pesquisas individuais e coletivas nessa ênfase.

Os autores ressaltam a importância de abordar a educação ambiental a partir da pedagogia histórico-crítica e do materialismo histórico-dialético, buscando compreender as especificidades da instituição escolar brasileira contemporânea e sua influência na prática educativa ambiental. Os pesquisadores buscam compreender a educação ambiental em sua especificidade, tratando a educação e suas questões pedagógicas como objetos centrais. Destacam que a ecologia tem sido frequentemente usada como base para a educação ambiental, mas argumentam por uma abordagem que coloque a educação como objeto central de estudo, subsidiando-se de uma compreensão crítica da realidade.

A Ecologia Política é mencionada como uma perspectiva relevante para a análise dos problemas socioambientais, considerando as desigualdades sociais e políticas relacionadas à utilização dos recursos naturais.

O texto ressalta a importância da pedagogia histórico-crítica na prática educativa ambiental, enfatizando a problematização como um elemento fundamental para o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes. A catarse é mencionada como um processo no qual os conhecimentos culturais são incorporados e transformados em elementos ativos de transformação social, ressaltando a necessidade de uma abordagem coletiva para a educação ambiental.

O artigo destaca que, na perspectiva histórico-crítica, a água é tratada não apenas como um aspecto natural, mas também como um recurso natural e uma mercadoria,

ênfatizando a desigualdade na distribuição e consumo desse recurso, principalmente no contexto do sistema capitalista.

Agudo e Tozoni-Reis (2020) concluem que a educação ambiental histórico-crítica pode contribuir para uma formação humana com uma compreensão dialética da realidade, buscando a transformação social e a superação da fragilidade com que a educação ambiental tem sido inserida nas escolas brasileiras. Esses autores afirmam ser crucial que os professores compreendam as relações entre sociedade e natureza de forma aprofundada, para realizarem abordagens mais críticas e engajadas na educação ambiental da educação básica. Portanto, entendem que é fundamental evitar práticas educativas superficiais que não promovam a compreensão crítica das relações entre sociedade e natureza.

Em *Questão sociocientífica sobre o uso medicinal da Cannabis sativa: uma proposta didática segundo a pedagogia histórico-crítica*, Peixoto e Genovese (2021) propõem o tema “*Cannabis* medicinal: benefícios *versus* riscos” (p. 844) como uma questão sociocientífica capaz de mobilizar os estudantes para os aprendizados dos conteúdos científico, tecnológico, social e ambiental relativos a esse assunto polêmico, controverso e, por vezes, envolto em preconceitos, crenças religiosas, posicionamentos ideológicos ou morais etc.

As autoras apresentam uma proposta didática, sob a perspectiva pedagogia histórico-crítica, para ser desenvolvida no contexto da educação em nível médio na disciplina de biologia ou como tema interdisciplinar. A ideia de “questão sociocientífica”, justificam, foi-lhes estimulada pelo movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), o qual se preocupa com a educação em ciências de forma ampla, para se contrapor ao ensino de ciências tradicional que não discute a natureza da ciência e sua pseudoneutralidade.

Antes de prosseguirem com a proposta didática, Peixoto e Genovese (2021) fazem uma breve revisão da planta do gênero *Cannabis* na história da humanidade e, em especial, da sua introdução no território brasileiro. Além disso, elas abordam as principais leis e projetos de lei sobre o uso do princípio ativo dessa planta nas diversas atividades sociais no país, por exemplo, como droga de uso ilícito, seu cultivo, seu uso terapêutico, como objeto de pesquisas científicas etc.

Peixoto e Genovese (2021) argumentam que sua proposta tem o potencial de “[...] promover a discussão, o senso crítico, a construção de argumentos, ou seja, participação efetiva dos estudantes” (p. 840). Estes objetivos, avaliam, coadunam com a pedagogia histórico-crítica e com a filosofia materialista histórico-dialética a ela subjacente, na medida em que também essa teoria pedagógica advoga que o ponto de partida do ensino-aprendizagem seja a realidade social em que vivem os educandos. Uma vez que o tema da *Cannabis* permeia várias esferas da vida social, como nas redes sociais, a pedagogia histórico-crítica contribuiria com uma forma do professor operacionalizar a sua abordagem nas práticas de sala de aula.

Para concretizarem ainda mais a forma como a proposta seria implementada em sala de aula, as autoras lançam mão da didática proposta por Gasparin em *Uma didática para a pedagogia histórico-crítica* (2009) como orientação para o planejamento das aulas. Ademais, as autoras advogam que os estudantes devem ser informados que terão uma sequência de aulas preparadas com a fundamentação no materialismo dialético. No entanto, não foi explicitado se os alunos seriam iniciados formalmente nos fundamentos da dialética materialista ou se estes seriam explicados ao longo das aulas, conforme as aulas fossem se desenvolvendo. Entendemos que apenas a citação de que na pedagogia adotada nas aulas há pressupostos materialistas soa como palavras sem significado, em especial para adolescentes em formação básica.

As atividades de ensino-aprendizagem iniciariam com a apresentação da questão sociocientífica para os estudantes no momento da prática social inicial. Nesse momento, o professor explicaria os objetivos e conteúdos a serem trabalhados ao longo de seis ou sete aulas. Como método de acompanhamento dos trabalhos dos estudantes, as pesquisadoras sugerem que os alunos criem portfólios pessoais para o registro de todas as atividades desenvolvidas, em especial, que anotem seus pensamentos e avanços realizados. Um dos objetivos do incentivo à produção de portfólios é que o professor tenha acesso aos registros de desenvolvimento dos estudantes a fim de terem uma material em que se apoiar para avaliar a ocorrência da catarse.

Na prática social inicial, o professor deve incentivar a expressão dos alunos sobre seus conhecimentos prévios a respeito do tema, sem, no entanto, interrompê-los ou procurar corrigi-los. O intuito desse momento é estimular o diálogo.

Para cada um dos momentos pedagógicos da pedagogia histórico-crítica, [Peixoto e Genovese \(2021\)](#) apresentam um quadro com sugestões de conteúdos, de perguntas, respostas esperadas dos estudantes e questões a serem observadas para orientar o professor na condução das aulas. No quadro referente ao momento da instrumentalização, as autoras fazem sugestões de conteúdos para serem trabalhados com a turma e, na justificativa, deixam claro que tiveram a preocupação com a tríade “conteúdo-forma-destinatário” ([MARTINS, 2011](#); [MARTINS, 2013](#); [GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019](#)) na elaboração dessas sugestões, pensando no contexto do ensino em nível médio.

Para o momento da catarse, as autoras lançam orientações sobre o que o professor deve se debruçar para avaliar a aprendizagem. [Peixoto e Genovese \(2021\)](#) sugerem a atividade de “dramatização” como sendo rica em oportunidades para a avaliação. Nesse ponto, citam Anastasiou e Alves (2004)<sup>14</sup> para defenderem que esta estratégia tem a capacidade de mobilizar os estudantes para o aprendizado dos conteúdos de modo divertido e natural. Outra estratégia sugerida seria pedir aos estudantes que produzissem cartas

---

<sup>14</sup> ANASTASIOU, L. G. C; ALVES, L.P. **Processos de ensinagem na universidade:** pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 3. ed. Joinville: Univille, 2004.

para certos políticos, familiares, ou outras pessoas envolvidas na problematização, ou mesmo aberta para a comunidade para explicar o tema e fazer pedidos. Com isso, seria possível analisar a consistência do seu conteúdo de acordo com os conhecimentos científicos aprendidos. Ainda, se daria o ensejo para o momento da prática social final, que é entendido como o ponto de maior entendimento dos problemas estudados tanto pelo professor quanto pelos alunos.

Para a avaliação da qualidade da prática social final, [Peixoto e Genovese \(2021\)](#) orientam que o professor fique atento aos registros dos estudantes em busca de indicações sobre suas intenções ou planejamento de possíveis ações práticas. O professor provavelmente encontraria anotações nesse sentido no portfólio que fora pedido desde o início da sequência de atividades. Ademais, na prática social final, o professor ainda deve manter a postura de não procurar forçar um consenso sobre a questão sociocientífica estudada. O mais importante, asseveram, é a oportunização de um contexto de aprendizagem de um tema repleto de opiniões e diferentes compreensões da realidade. Isso é fundamental para que os próprios estudantes se apropriem dos conhecimentos de forma de crítica, autônoma e responsável.

O artigo de [Peixoto e Genovese \(2021\)](#), na nossa avaliação, teve o mérito de aprofundar a aplicação do método pedagógico histórico-crítico no contexto da educação básica de nível médio ao apontar maiores detalhamentos de como este poderia ser desenvolvido para a abordagem de um tema concreto, qual seja, o “Uso medicinal da maconha: benefícios *versus* riscos” (p. 845). A opção pela abordagem de temas controversos, como uma questão sociocientífica, foi a aposta das autoras para elevar o potencial engajamento dos estudantes nas atividades de ensino-aprendizagem propostas, embora tal expectativa não tenha sido testada em uma aplicação real.

Em *A constituição dialética das significações e a formação de conceitos sobre animais sinantrópicos*, [Fernandes e Campos \(2021\)](#) analisam as significações que um grupo de estudantes de uma escola pública reproduzem sobre animais sinantrópicos<sup>15</sup> e suas interações com os humanos.

Os autores apontaram que os documentos brasileiros de orientações curriculares do ensino básico não tratam diretamente do tema da sinantropia e suas implicações, focando mais em questões de zoonoses e saneamento básico. Diante dessa lacuna, o artigo defende a importância de trazer à luz esse tema e desenvolver práticas pedagógicas que auxiliem na compreensão e resolução dos problemas relacionados.

A pesquisa utilizou a pedagogia histórico-crítica para elaborar proposições para a prática pedagógica no ensino de Ciências e Biologia, levando em conta as significações dos estudantes sobre animais sinantrópicos. Foram utilizados grupos de diálogo com estudantes

---

<sup>15</sup> Animais sinantrópicos são espécies animais que possuem uma forte associação com ambientes humanos e que se adaptaram para viver próximos ou dentro de áreas habitadas pelo homem.

do terceiro ano do ensino médio, abordando questões sobre a coexistência com esses animais e suas características biológicas.

O estudo revelou que as significações sobre animais sinantrópicos são construídas a partir da história e cultura humanas, envolvendo elementos científicos e não científicos, como mitos, superstições e crenças. Além disso, as significações estão em constante movimento, refletindo o desenvolvimento histórico e social da humanidade.

Foram identificados três núcleos principais de significação nas falas dos estudantes: "Medo, mas depois achei bonitinho", que aborda as emoções e reações humanas desencadeadas pelos animais sinantrópicos; "Quanto mais colorido, mais venenoso", relacionado às características biológicas desses animais; e "Eles mordem que nem nos filmes?", que trata das influências culturais não científicas sobre esses animais.

As proposições para o ensino de ciências e biologia sugerem o reconhecimento dos potenciais riscos de interação com a fauna sinantrópica, a valorização da diversidade animal e a compreensão dos impactos da ação humana no ambiente. As estratégias pedagógicas devem ser adaptadas às particularidades de cada conteúdo, grupo de alunos e condições materiais, buscando sempre a articulação entre conceitos e valores para uma compreensão mais ampla da prática social.

Em resumo, o artigo destaca a importância de abordar o tema dos animais sinantrópicos no ensino de Ciências e Biologia, considerando as significações dos estudantes e promovendo a compreensão das relações entre os seres humanos e esses animais em ambientes urbanos. As proposições pedagógicas sugeridas buscam promover uma educação científica que valorize a compreensão histórica e social da relação homem-natureza e contribua para a construção de uma sociedade mais consciente e responsável em relação ao meio ambiente e à fauna local.

Em *A importância da ciência na educação escolar: reflexões da teoria histórico-cultural e da pedagogia histórico-crítica*, Chaves e Rossi (2021) abordam a origem, natureza e função social do conhecimento científico, ressaltando sua importância histórica na educação escolar, e utilizam a perspectiva ontológica marxiana, a pedagogia histórico-crítica e a teoria histórico-cultural.

O objetivo do trabalho é demonstrar a essência da ciência e sua relevância na educação, baseando-se no processo histórico da autoconstrução humana. Os autores destacam que o homem se torna humano por meio de interações sociais e apropriação da cultura, sendo a cultura o principal resultado do trabalho humano. Ainda, destacam que o conhecimento científico é resultado das atividades de trabalho humano, permitindo a compreensão consciente e intencional da natureza para atender necessidades reais, e a educação escolar tem o papel de socializar os elementos da cultura humana, contribuindo para a humanização do indivíduo e o desenvolvimento de habilidades sociais e superiores.

Chaves e Rossi (2021) enfatizam que o ensino deve ser planejado de forma a possibilitar o avanço dos conceitos espontâneos e cotidianos para noções científicas mais elaboradas, pois o conhecimento científico permite a compreensão correta da realidade natural e social.

Entendemos que o artigo limitou-se em reforçar a importância da perspectiva ontológica na compreensão da natureza do conhecimento científico bem como em destacar que o desenvolvimento cultural e psicológico das pessoas dependem da apropriação dos conhecimentos produzidos historicamente, sendo papel da educação escolar promover essa sistematização e socialização para superar o senso comum.

Em *A tríade conteúdo-forma-destinatário: uma análise das práxis pedagógicas do ensino de ciências orientadas pela pedagogia histórico-crítica*, Pires e Messeder Neto (2022) nos apresentam uma revisão da literatura, do período de 2003 a 2019, de certas apropriações da pedagogia histórico-crítica na educação em ciências, fazendo a análise dos trabalhos selecionados de acordo com a tríade conteúdo-forma-destinatário.

Os autores estudaram trabalhos publicados em anais de eventos da área de ensino de ciências e específicos da linha de pesquisa da pedagogia histórico-crítica. Além disso, analisaram artigos publicados em periódicos classificados com os Qualis CAPES A1, A2 e B1 (período 2013-2016) e dissertações e teses. Os pesquisadores reforçaram que as apropriações da pedagogia em questão no ensino de ciências tornaram-se mais frequentes a partir de 2001, embora não tenham tido um aumento expressivo até o momento.

Pires e Messeder Neto (2022) decidiram estudar as práxis da pedagogia histórico-crítica em trabalhos que relatam atividades de ensino de ciências (i.e., ciências, física, química, biologia e educação ambiental) – excluindo propostas não implementadas e estudos teóricos – sob o prisma da tríade sistematizada por Martins (2013) por entenderem que ela é a materialização das ações didáticas do professor e um bom recorte analítico para perquirir o planejamento, execução e avaliação das sequências didáticas realizadas.

Então, os autores explicaram a sua metodologia para a seleção dos trabalhos e o referencial teórico de análise, que consistia no método materialista histórico-dialético na interlocução com os fundamentos da tríade conteúdo-forma-destinatário. Eles identificaram “[...] um total de 8 trabalhos na disciplina de física; 19 de biologia; 16 de química e 19 de ciências”, sendo 28 deles realizados no contexto do ensino médio (PIRES; MESSEDER NETO, 2022, p. 13).

Na análise da escolha, pelos professores, do conteúdo a ser ensinado nas propostas, os pesquisadores identificaram a prevalência de assuntos sustentados em documentos curriculares oficiais. Nesse ponto, eles consideram que a simples justificção em documentos oficiais não é suficiente para propostas de ensino na perspectiva crítica, pois deve-se levar em conta os objetivos burgueses embutidos nesses documentos, pois existem tensões da

luta de classes que se manifestam na elaboração desses documentos. Assim, uma saída para a determinação dos conteúdos seria atentar para o que é essencial que os estudantes dominem para uma melhor compreensão do mundo em que vivem, ou seja, para uma melhor compreensão das práticas sociais. Daí a importância dos educadores estarem atentos em determinar os conhecimentos essenciais das suas disciplinas para integrarem o currículo nas especificidades das etapas de ensino.

Pires e Messeder Neto (2022) avaliam que os conteúdos hegemônicos incitam estudos superficiais fixados na aparência dos fenômenos. Ou seja, os contextos sugeridos são o da cotidianidade e do senso comum, secundarizando estudos críticos com os conteúdos da cultura elaborada. Por isso, os professores devem atentar para o não endosso de perspectivas limitantes e fragmentárias para reafirmar a perspectiva do ensino totalizante das conexões dos fenômenos da prática social global, os quais necessitam do saber sistematizado nos clássicos da cultura erudita para a sua compreensão e superação.

Na análise da forma de transmissão dos conteúdos elencados, Pires e Messeder Neto (2022) nos relembram que as formas de ensino, os métodos didáticos, que sintetizam ações para a prática de sala de aula, “[...] não pertencem a uma teoria pedagógica específica ou a caracterizam, mas são as finalidades implicadas nas suas disposições e usos que podem dar indícios das perspectivas teóricas adotadas” (p. 20). Diante disso, eles assinalam que todas as técnicas didáticas podem ser utilizadas para o fim da transmissão do conhecimento elaborado na medida em que podem ser pensados como instrumentos a serviço de uma finalidade pedagógica crítica.

Dentre as diversas formas de ensino, os autores observaram que a apresentação dos conceitos a serem aprendidos está mais vinculado ao método expositivo. O método dialogado, por sua vez, está mais vinculado às discussões preparatórias e contextualizadoras da atividade, enquanto que a diversidade dos outros métodos de ensino-aprendizagem está mais vinculada com os aspectos acessórios dos objetos de estudo. Ainda, os pesquisadores observaram que, especificamente, os questionários são usados com instrumento de sondagem dos conhecimentos prévios dos estudante ou como avaliação da atividade desenvolvida, tanto do ponto de vista das aprendizagens como das atividades em si. Também, outros dois métodos utilizados são a produção de vídeos e a produção textual ou infográfica, como os cartazes (PIRES; MESSEDER NETO, 2022).

Por fim, na análise das considerações sobre os destinatários das práticas de ensino relatadas, Pires e Messeder Neto (2022) apontaram que os professores pouco falam de suas percepções sobre os estudantes enquanto indivíduos singulares. Com isso, os pesquisadores entenderam que está sendo dada pouca atenção às características individuais dos estudantes e prevalecendo aquelas de ordem geral. Eles não observaram uma maior atenção em fornecer maiores detalhes sobre os participantes das pesquisas, o que denota uma precariedade de considerações do movimento dialético singular-particular-universal

em relação aos destinatários.

Para o nosso trabalho, entendemos que as indicações desses problemas, relacionados com a apropriação da tríade conteúdo-forma-destinatário, são fundamentais para potencializarmos o método pedagógico histórico-crítico em futuras propostas. Isto é importante para o êxito da articulação dos momentos pedagógicos com os propósitos do ensino e aprendizagem de conteúdos indispensáveis para a apreensão e transformação da sociedade.

Os trabalhos *Considerações sobre o conteúdo presente no artigo “A tríade conteúdo-forma-destinatário: uma análise da práxis pedagógicas do ensino de ciências orientadas pela pedagogia histórico-crítica”* de Lima (2022) e *Comentário sobre o artigo “A tríade conteúdo-forma-destinatário: uma análise da práxis pedagógicas do ensino de ciências orientadas pela pedagogia histórico-crítica”* de Massi (2022) foram publicações que dialogaram com o artigo de Pires e Messeder Neto (2022), abordando aspectos complementares.

Em linhas gerais, Lima (2022) procura complementar a discussão do artigo em questão no que tange à análise do conteúdo. O autor corrobora a indicação da necessidade de não tomar o currículo nos documentos oficiais acriticamente, pois os conteúdos constantes nele estão alinhados, em grande medida, com os interesses neoliberais em matéria de educação.

Para contextualizar esta alegação, Lima (2022) realiza uma digressão sobre os impactos na educação devido à transição da tecnologia produtiva fordista para a toyotista, para lançar luz sobre as origens do discurso, em especial, da pedagogia das competências que frequentemente aparecem naqueles documentos. O autor considera que os documentos oficiais refletem a visão pragmatista tendo em vista a formação da mão de obra de um novo processo produtivo, trabalhando, assim, na contramão da educação emancipadora.

Como conclusão, Lima (2022) reforça que os professores devem estar atentos ao esvaziamento conceitual dos tópicos a serem ensinados, causados pela visão utilitarista da educação que possivelmente está expressa nos documentos oficiais e que priorizem os conhecimentos científicos que permitam superar a cotidianidade.

Já Massi (2022) apenas comentou que o artigo em questão mostra que a área de educação em ciências sob a perspectiva histórico-crítica ainda explora pouco a tríade conteúdo-forma-destinatário nas implementações dessa pedagogia, e que esse artigo tem o potencial de balizar novos desenvolvimentos nessa área ao mostrar os erros e acertos em propostas concretas bem como os aspectos já consolidados da teoria e os que precisam de aprofundamentos.

Avelar et al. (2022) em *A prática social como fundamento do ensino-aprendizagem: uma proposta para o conteúdo verminoses no ensino médio* analisaram o papel da prática social como base para o ensino-aprendizagem. Para isso, desenvolveram uma sequência didática sobre o tema das verminoses, utilizando a pedagogia histórico-crítica conforme a

proposta de Gasparin (2012).

A pesquisa foi realizada durante o Estágio Curricular Obrigatório II de um curso de Ciências Biológicas-Licenciatura, com o foco na disciplina de Ambiente e Saúde. A abordagem adotada procurou ir além do modelo biomédico tradicional de saúde, buscando ressignificar a prática social dos alunos em relação aos saberes sistematizados.

A pedagogia histórico-crítica, utilizada como referencial teórico-metodológico, destaca a importância de considerar a prática social dos alunos como ponto de partida e chegada para as atividades escolares. A superação da dicotomia entre conteúdo e forma também é enfatizada, dando maior relevância aos conteúdos como determinantes das formas de ensino.

A sequência didática elaborada seguiu os momentos de problematização, instrumentalização, catarse e prática social propostos por Gasparin (2012). Inicialmente, foram discutidas imagens relacionadas ao tema das verminoses e, em seguida, o poema “O Bicho” de Manuel Bandeira, para problematizar as dimensões social e econômica do assunto. Os alunos também produziram diferentes gêneros textuais sobre o tema.

A instrumentalização foi realizada por meio de uma aula expositiva dialogada com a construção de um mapa conceitual coletivo na lousa. O objetivo era fornecer aos alunos as ferramentas simbólicas (conceitos) necessárias para uma compreensão ampliada do tema. A catarse foi alcançada por meio da análise da obra de arte “Retirantes” de Cândido Portinari, na qual os alunos produziram narrativas a partir da leitura da imagem e das reflexões desenvolvidas nas aulas anteriores.

A análise dos resultados mostrou que os alunos estabeleceram diferentes relações entre os conceitos discutidos e suas experiências cotidianas relacionadas às verminoses. Alguns demonstraram uma compreensão mais aprofundada das dimensões políticas, sociais e econômicas do tema, enquanto outros ainda apresentaram uma dependência maior do referencial empírico.

No entanto, a pesquisa também apontou para a importância de aprimorar a organização didático-pedagógica, garantindo a articulação de diversas dimensões da realidade e da prática social na instrumentalização dos conteúdos.

A crítica que fazemos à apropriação da pedagogia histórico-crítica na prática relatada no artigo se refere ao tratamento não dialético dos momentos pedagógicos e da tríade conteúdo-forma-destinatário (MARTINS, 2013). No primeiro caso, ao utilizarem a proposta de Gasparin (2012) sem qualquer modificação, os autores incorreram nos erros da citada proposta já apontados pela literatura (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019), por exemplo, quando tratam o momento da catarse como verificação aprendizagem, analisando um momento específico e delimitado no conjunto do trabalho didático. No segundo caso, os autores se preocuparam fortemente em analisar a relação entre o conteúdo

e a forma, deixando de lado sua profunda relação com os destinatários para os quais eles devem ser adequados, ficando, portanto, em desacordo com a irredutibilidade da tríade (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019).

### 3.2 Conclusão da revisão da literatura

Como síntese dos artigos estudados nesta revisão da literatura, reafirmamos o reduzido número de trabalhos publicados com a temática da pedagogia histórico-crítica no ensino de ciências, tal como percebido por revisões sistemáticas da literatura na área da educação em ciências (MASSI et al., 2019; CAMPOS, 2020).

Dos poucos trabalhos de caráter prático, de sala de aula, nota-se que ainda tem sido um problema a construção de sequências didáticas dialéticas, sendo este o foco de nossa atenção na idealização de uma ferramenta de ensino-aprendizagem coerente com a pedagogia histórico-crítica. Entendemos que a dialeticidade também tem a ver com não perder de vista o objetivo global da prática educativa na articulação dos momentos pedagógicos. A pedagogia histórico-crítica advoga uma maior preocupação em realizar o ensino de modo que os estudantes aprendam os conhecimentos apropriados e confiáveis (os conteúdos da cultura elaborada) para lerem o mundo e agirem socialmente com maior consciência dos seus interesses de classe.

Foi possível depreender dos trabalhos consultados que a prática social é qualquer atividade de trabalho que podemos identificar na sociedade. São atividades atravessadas por inúmeras determinações, dentre as quais, possivelmente, conhecimentos especializados contidos nas disciplinas escolares; até mesmo porque, a razão histórica para a existência da escola foi a socialização de saberes necessários para as pessoas trabalharem/atuarem nesta sociedade. Por isso, uma das premissas do ensino sob a perspectiva histórico-crítica é sempre procurar referenciar os conhecimentos socializados nas práticas educativas com as diversas práticas sociais nas quais esses conhecimentos possam aparecer. Com isso, esses conhecimentos deixam de estar isolados e passam a contribuir para o entendimento da sociedade contemporânea como uma totalidade rica de relações.

Um dos principais problemas postos pela prática educativa é a garantia da aprendizagem dos estudantes. Para que ela aconteça, uma série de fatores estão envolvidos e influenciam no resultado, fatores tais como a motivação para estudar, o interesse no resultado da educação, as condições materiais (e.g., alimentação, ambientes de estudo dentro e fora da sala de aula, materiais de estudo, transporte), o apoio familiar e psicopedagógico, saúde, estabilidade econômica etc., sendo que o aspecto puramente pedagógico é apenas um desses fatores. Na pedagogia histórico-crítica, a aprendizagem incorpora um elemento a mais à já complexa garantia de domínio, por parte dos estudantes, dos conteúdos socializados em sala de aula que é a perspectiva da catarse como uma mudança qualitativa da percepção do mundo, fruto da incorporação dos conhecimentos socializados

nas ações dos estudantes.

Os trabalhos analisados aqui não nos dão maiores indicações de como podemos avaliar a catarse, ou seja, ainda não avançamos em uma metodologia de análise desse momento pedagógico, sendo um problema que merece maior atenção do coletivo de pesquisadores nessa perspectiva educacional.

A literatura da pedagogia histórico-crítica pressupõe a catarse como um fenômeno de longa maturação, que não necessariamente ocorre a cada atividade de ensino desenvolvida (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019). Na tentativa de contemplar este momento dentro de uma prática educativa, alguns trabalhos buscam correlacionar a ocorrência da catarse com a demonstração por parte do estudante do domínio do conteúdo socializado em tarefas de produção de texto ou em debates ou com a ação social de produção de conteúdos para divulgação, a qual, frequentemente, não é espontânea, como no trabalho sobre o HPV (OLIVEIRA; ALMEIDA; AQUINO, 2018).

Uma vez que o tratamento da catarse como uma avaliação da aprendizagem dos estudantes implica na redução deste conceito dialético, ao ponto de perder sua essência, acreditamos que ela deva ser sondada por outras ferramentas de investigação que não o teste de aprendizagem ou a promoção de ações sociais com a aplicação dos conhecimentos aprendidos. Uma possibilidade seria a análise discursiva de grupos focais realizados antes e depois do trabalho didático com um bloco de conhecimentos da cultura elaborada. Proporíamos temas de interesse sociocientífico relacionados com o bloco para debater com os grupos (não necessariamente o mesmo tema, mas similares), o que possivelmente instigaria os estudantes a mobilizarem os seus conhecimentos. Nos grupos focais após o bloco didático, investigaríamos indícios de conhecimentos socializados nas aulas. Assim, com uma metodologia de análise discursiva materialista adequada para a análise do engajamento, domínio ou apropriação daqueles conhecimentos pelos participantes individualmente, poderíamos tentar inferir a ocorrência da catarse.

A instrumentalização, por sua vez, se mostrou menos problemática, na medida em que se aproxima da rotina escolar padrão, qual seja, a apresentação de conteúdos de acordo com as mais variadas metodologias de ensino, tais como a exposição oral, a sondagem de conhecimentos prévios com posterior inserção de conteúdos de maneira dialogada etc. Neste ponto, a pedagogia histórico-crítica não descarta, a priori, nenhuma metodologia de ensino, nem mesmo os métodos ativos – que, na maioria das vezes, carregam embutido a filosofia pragmatista – por mais que tenham suporte teórico-metodológico na pedagogia nova e, por extensão, na psicologia construtivista.

No entanto, a teoria pedagógica histórico-crítica faz a ressalva de que o método de ensino deve se adequar ao propósito da internalização das ferramentas culturais voltadas para o entendimento do problema posto pela prática social, nem mais e menos do que isso (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019). A instrumentalização não é um fim em si,

como na pedagogia tradicional, nem apenas um meio para o desenvolvimento psicológico, como muitas vezes é assumido na pedagogia nova, mas um meio que permite fazer a reconstrução, no plano das ideias, do movimento do fenômeno real, nas suas múltiplas dimensões, para que seja possível a transformação social.

Concluimos ressaltando a necessária atenção à tríade “conteúdo-forma-destinatário” nas propostas sob a pedagogia histórico-crítica (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019; PIRES; MESSEDER NETO, 2022). Ela deve ser considerada no ensino por parte do professor. De acordo com a realidade de cada escola, o professor deve pensar sobre um conjunto de saberes mínimos da sua disciplina que possam se relacionar com as práticas sociais, em especial, aquelas que estejam mais em voga (até mesmo para facilitar o compartilhamento de contextos extra-escolares com os estudantes), para que a atividade de ensino tenha um potencial de fazer com que os estudantes percebam esses saberes em ação no mundo em que vivem. Isto, por sua vez, contribui para desmistificá-lo, pois muitas vezes são difundidas práticas sociais com conteúdo de ciência e tecnologia apresentadas de forma glamourizada, mística ou fantasiosa; vide os vários casos de uso de termos científicos nas estratégias de marketing de produtos e serviços ao longo da história.



## 4 OBJETIVO DA PESQUISA, QUESTÕES DE PESQUISA E REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

Como vimos no capítulo anterior, a pedagogia histórico-crítica apresenta um número reduzido de trabalhos nas disciplinas da área de ciências. Em particular, estudos no ensino de física são ainda mais escassos. Diante disso, tivemos como objetivo principal realizar uma investigação teórica e empírica de como planejar, executar e avaliar aulas de física sob a perspectiva histórico-crítica como uma contribuição à perspectiva histórico-crítica em educação no ensino de física, com repercussões na educação em ciências.

O público-alvo foi estudantes do ensino médio de escola pública, pois, como vimos, a pedagogia histórico-crítica é adepta de uma filosofia da educação voltada para a educação da classe trabalhadora que, em sua maioria, frequenta a escola pública, além, é claro, pela facilidade de acesso à escola pública para a realização de estudos de interesse público.

A necessidade de que seja proposto e estudado práticas de ensino-aprendizagem com esta pedagogia deve-se ao fato de que os aspectos teóricos da pedagogia histórico-crítica precisam ser confrontados com os limites impostos pela materialidade da prática educativa, até mesmo para que possamos refletir sobre as adequações ou inadequações das suas proposições teóricas; e este também foi dos objetivos deste estudo. Como essa perspectiva teórica pretende dar conta de todas as disciplinas que hoje compõem a educação formal no Brasil, os estudos sobre o seu uso nas disciplinas de ciências são necessários.

### 4.1 Os momentos pedagógicos da pedagogia histórico-crítica na interlocução com o ensino de ciências crítico

A dificuldade no uso da pedagogia histórico-crítica como metodologia de ensino reside na tarefa do professor de se apropriar do método materialista histórico-dialético que a embasa e planejar, desenvolver e avaliar a sua prática de ensino consciente de que os momentos pedagógicos nela pressupostos não são passos sequenciais, como nas outras pedagogias baseadas em uma lógica não dialética. A dialética inerente ao método da pedagogia histórico-crítica merece nossa atenção para que possamos pensar nos momentos pedagógicos como um conjunto harmonioso e possível de ser incorporado no planejamento didático. Este é um problema chave, se almejamos popularizar a pedagogia histórico-crítica no ensino de física. Do contrário, nossos esforços correm o risco de produzirem soluções que não despertem o interesse dos docente pelo uso.

A seguir, apresentamos nosso entendimento do que são os momentos pedagógicos da pedagogia histórico-crítica na sua vinculação com o ensino de ciências:

1. **Prática social (inicial):** É o ponto de partida da prática educativa. Deve-se pensar

em algo, nas experiências ou no conhecimento, que seja comum a professor e alunos, a fim de privilegiar um tema em que, ao término do processo educativo, o aluno seja elevado ao nível de compreensão do professor. Como a prática social é uma atividade humana por vezes de caráter econômico, e um dos objetivos da pedagogia histórico-crítica é desmistificar o mundo fazendo com que os estudantes passem a entendê-lo como uma rica totalidade de determinações e relações numerosas, indicamos em outra parte que pode ser interessante a escolha das atividades humanas nas quais o componente de ciência e tecnologia na sociedade apareça e seja importante, pois, como sabemos, a apropriação privada do conhecimento científico como força produtiva tem se tornando cada vez mais um instrumento de poder em nossa sociedade, como podemos perceber nos atuais “conflitos tecnológicos” para o domínio de tecnologias da informação e comunicação 5G, de exploração espacial, de computação quântica, etc.

2. **Problematização:** Identificação dos principais problemas postos pela prática social e a conseqüente determinação dos conhecimentos necessários para dominar tais problemas. O objetivo da problematização, ao fim e ao cabo, não é, necessariamente, que os estudantes apresentem uma solução, ou caminhos para uma solução, dos problemas postos. Apenas o fato de conhecê-los e entendê-los em contexto já atinge o objetivo do conhecimento da realidade em que vivem. Outra questão, que afasta a pedagogia histórico-crítica das propostas, por exemplo, do ensino baseado em problemas, é o privilegiamento de problematizações de nível estrutural para se pensar soluções de mesmo nível, pois, muitas das vezes, as propostas de aprendizagem baseada em problemas problematizam os assuntos no seu aspecto aparente, como um problema de natureza não estrutural, ou seja, como um problema técnico e, em conseqüência, ocultam, mesmo sem terem a intenção, as causas desses mesmos problemas.

Além disso, observamos um movimento de uso de metodologias tais como a *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM), *Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics* (STEAM), *Cultura Maker*, etc., que contribuem para o enfraquecimento de discussões de natureza estrutural, mas estimulam a concentração em soluções mercadológicas ou a cultura do empreendedorismo que, em conseqüência, contribuem para a produção de ideias ou talentos para as grandes corporações que fazem a “drenagem” desses conhecimentos ou talentos, já que, muitas das vezes, as escolas participam de feiras com a presença e o patrocínio de grandes empresas, nacionais e internacionais, as quais têm interesses de mercado.

Cabe ressaltar que não desprezamos o desenvolvimento da criatividade e a promoção do entusiasmo pela atividade científica que essas metodologias propiciam, bem como não repudiamos a busca individual pela ascensão social por meio do empreendedo-

---

risimo, mas, sim, acreditamos que, do ponto de vista da educação para a compreensão do mundo em que vivemos, essas metodologias são muito mais mistificadoras da realidade social do que emancipadoras, pois se preocupam muito mais em formar pessoas para servirem economicamente ao *status quo* do que para refletirem sobre este mesmo *status quo*. Assim, nossa crítica restringe-se a uma escolha filosófica pelo campo crítico da educação que tem o potencial de gerar reflexões nos estudantes sobre o mundo em que vivem e novas possibilidades para o desenvolvimento da humanidade.

3. **Instrumentalização:** Etapa de apropriação dos instrumentos teóricos e práticos necessários para a compreensão dos problemas postos pela prática social, sem negligenciar, quando pertinente, os aspectos históricos do contexto de desenvolvimento dessas ferramentas. O ensino desses conteúdos pode ter momentos diretos e indiretos de intervenção do professor e não deve ser confundido com o tecnicismo (i.e., o ensino das ferramentas com um fim em si mesmas) nem com o ensino de muitas ferramentas que extrapolem o necessário para a compreensão dos problemas postos. Os conteúdos das disciplinas científicas em geral têm um alto grau de dependência sequencial. Por vezes, os professores ficam com receio de preferir uma parte do conteúdo programático e acabam conduzindo a sua disciplina com uma grande carga de conteúdos ministrados “a toque de caixa”. Para evitarmos isto, devemos determinar os conhecimentos mais importantes para socializarmos com os estudantes no tempo e espaço escolares e levando em conta as condições materiais para tal. Além disso, não devemos pressupor conhecimentos prévios supostamente relativos aos estudantes de uma dada etapa escolar, mas, sim, dar apoio a eles nas lacunas de conhecimento que se tornem necessários para a aprendizagem do objeto principal das aulas.
4. **Catarse:** Após a apropriação dos instrumentos básicos, ainda que de forma parcial, a catarse é o momento em que os alunos expressam formas elaboradas de entendimento da prática social em questão. Este é um conceito gramsciano que tem a ver com a “elaboração superior da estrutura em superestrutura na consciência dos homens” (SAVIANI, 2008, p. 57). “Trata-se da efetiva incorporação dos instrumentos culturais, transformados agora em elementos ativos de transformação social” (SAVIANI, 2008, p. 58). Na abordagem sociocultural, este pode ser estudado em termos do domínio ou apropriação de ferramentas culturais, possíveis de serem observadas nas ações dos estudantes (WERTSCH, 1998).
5. **Prática social (final):** É o ponto de chegada do processo de ensino-aprendizagem no qual a prática social do início agora é compreendida pelos alunos em termos mais elevados, ou seja, próximos ao nível do professor, pois, em essência, o professor possui um nível de conhecimento e de experiência, com aqueles assuntos da sua área de formação, superior a dos seus alunos.

Diante do exposto, a seguir, apresentamos nossas questões de pesquisa.

## 4.2 Questões de pesquisa

Um problema de fundamental relevância para o êxito na aplicação dos momentos pedagógicos da pedagogia histórico-crítica é entender, na educação em ciências, como articular adequadamente os momentos 1, 2 e 3. Assim, a primeira questão de pesquisa é:

*Como articular os três primeiros momentos pedagógicos da pedagogia histórico-crítica, utilizando o conteúdo de física de modo que: (i) no momento 1, a **prática social** seja conhecida, mesmo no seu aspecto aparente, por ambos, professor e alunos; (ii) se evite que a prática social se torne apenas uma contextualização que tenha pouca relevância no processo educativo que se sucederá; (iii) no momento 2, **problematização**, se evite que tenhamos o desequilíbrio entre a dimensão social ampla e o conteúdo de física<sup>1</sup> e; (iv) no momento 3, **instrumentalização**, se evite extrapolar o conteúdo de física, como ferramenta cultural, além do necessário para o entendimento da prática social em questão?*

Outro problema de importância é o ponto de chegada do processo educativo, como expressos nos momentos 4 e 5 da pedagogia histórico-crítica. Assim, a segunda questão de pesquisa é:

*Como avaliar o aprendizado dos alunos, desenvolvido nas três etapas anteriores, com relação à **catarse** e à análise da **prática social** no ponto de chegada?*

Esta questão tem a ver com um problema que, por vezes, se apresenta na avaliação de um processo educativo, pois tendemos a medir o nível de aprendizagem em termos somativos (métodos tradicionais), ou seja, através de exames e questionários. As metodologias educacionais de inspiração deweyana (métodos novos, ativos) com frequência apontam que a ênfase da avaliação da educação em termos quantitativos desloca a preocupação dos estudantes para a memorização e o treino repetitivo de técnicas de resolução de problemas de maneira acrítica, visando o bom desempenho em testes. Assim, o deslocamento da avaliação dos estudantes para aspectos formativos reduz estas preocupações e os “libera” para se dedicar ao estudo dos problemas autênticos que eles estão enfrentando (OLIVEIRA; ARAUJO; VEIT, 2016; PASQUALETTO; VEIT; ARAUJO, 2017).

<sup>1</sup> O equilíbrio entre a parte específica e o contexto amplo é o que mais foi defendido por pesquisadores da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) (AIKENHEAD, 1994). Aikenhead (1994) elenca oito categorias de ensino CTS. Nelas, faz-se a transição de CTS apenas como motivação inicial para o ensino tradicional de ciências, até o nível em que CTS “sufoca” o ensino do conteúdo de ciências, focando apenas no estudo de uma questão social onde o conteúdo específico é muito superficial. Nesse trabalho, Aikenhead diz que as propostas equilibradas (entre os níveis 3 e 6) foram as mais citadas pelos autores de maior influência no ensino de ciências CTS.

Porém, como a pedagogia histórico-crítica assume um postura de superação dialética das pedagogias tradicional e nova, precisamos estudar como avaliar o resultado da aprendizagem não apenas em termos do processo, mas também da compreensão dos conteúdos abordados. Nossa tendência inicial é confiar na avaliação do entendimento dos estudantes por meio da análise de seus enunciados quando em ação (e.g., nas atividades de discussão entre eles ou com o professor, na utilização de simuladores, no uso de equações matemáticas, no desenvolvimento de pequenos experimentos, etc.).

Soma-se a essas duas questões a seguinte questão de fundo:

*Quais os determinantes contextuais que possibilitaram e que restringiram a implementação da nossa proposta na escola de aplicação do estudo?*

Um dos principais desafios para a pedagogia histórico-crítica é o desenvolvimento de práticas de sala de aula. Para isso, devemos levar em conta a materialidade da práxis educativa. O avanço dessa pedagogia requer a análise em ciclos que vão da teoria à prática pedagógica, retornando à teoria, visando adequá-la à realidade. Assim, esta pesquisa contou com uma **Parte Teórica**, na qual estudamos os “textos canônicos” da pedagogia histórico-crítica (Capítulo 2) e trabalhos recentes sobre essa pedagogia nas áreas de educação e de educação em ciências (Capítulo 3), bem como a apresentação das nossas questões de pesquisa e exposição do nosso referencial teórico-metodológico (Capítulo 4) e a proposição da nossa ferramenta de diagramas categoriais (Capítulo 5). Além disso, contou com uma **Parte Empírica** (Capítulo 6), na qual fizemos um teste de proposições teóricas, de onde surgiram possíveis contribuições da práxis para a teoria, no ensino de física.

As duas primeiras questões nós enfrentamos com a construção de uma ferramenta de ensino articulada com os pressupostos da pedagogia histórico-crítica, a qual abordaremos no próximo capítulo. E a terceira questão, nós abordamos ao longo da parte empírica, quando da apresentação e análise dos resultados.

Realizamos um estudo de caso único e explanatório, o qual foi voltado para o teste de proposições teóricas. Yin (2014) argumenta que os estudos de caso são adequados para realizar pesquisas que procuram responder questões de investigação do tipo “como” e “por que” em situações contemporâneas nas quais o pesquisador tem pouco ou nenhum controle sobre os eventos comportamentais. Questões desse tipo tendem a gerar estudos do tipo explanatório, o que significa que a investigação tem como objetivo testar teorias, por meio do estudo de casos únicos ou por meio do estudo de múltiplos casos similares entre si. Os estudos de caso lidam com o estudo em profundidade de fenômenos contemporâneos no contexto do mundo real (i.e., fora de ambientes controlados) e, normalmente, apresentam múltiplas variáveis de interesse que, por meio de análises do estilo triangulação, podem produzir explicações baseadas em evidências oriundas de diferentes métodos de coleta de dados.

### 4.3 Referencial teórico-metodológico

Fizemos o estudo empírico dentro do marco teórico-filosófico do materialismo histórico-dialético, o qual se caracteriza pela análise concreta de situações concretas (NETTO, 2011). Procuramos fazer a reprodução ideal (no plano das ideias) do movimento do objeto real (o fenômeno na sua concreticidade) tal qual apresentou-se para nós. Essa reprodução ideal visava o atingimento da essência do fenômeno educativo a partir da aparência, pela saturação com determinações cada vez mais simples que nos ajudassem a fazer a reconstrução do real em pensamento. A seguir, explanaremos alguns elementos do método científico em Marx.

#### 4.3.1 O método científico em Marx

Os pilares da obra marxiana são: o método materialista histórico-dialético, a perspectiva da revolução social e a teoria do valor-trabalho. Chamamos de “marxismo” a aplicação desses pilares na análise concreta de situações concretas, que é o método pelo qual há a elevação, através de operações racionais, do abstrato ao concreto. Marx, usando uma nova abordagem filosófica a partir da crítica<sup>2</sup> do pensamento de Hegel, estava interessado na compreensão da sociedade capitalista: a sociedade burguesa; que é aquela que se tornou hegemônica na Europa Ocidental a partir do século XVIII (NETTO, 2011).

O marxismo trabalha com a concepção dialética, porém diferente da dialética hegeliana, na qual são as ideias que dão origem ao mundo material, ou seja, que a realidade é o resultado do processo do pensamento conceitualizado. Mas, para Marx as ideias vêm do material ao serem transpostas para a cabeça do ser humano que as interpreta, ou seja, que as ideias humanas vêm do seu esforço de apreensão do real. Daí que teoria, para Marx, é o conhecimento do objeto na sua estrutura e dinâmica tal como ele é em si e efetivamente, independentemente do ser humano que o estuda (NETTO, 2011).

*A teoria é, para Marx, a reprodução ideal do movimento do objeto pelo sujeito que pesquisa: pela teoria, o sujeito reproduz em seu pensamento a estrutura e a dinâmica do objeto que pesquisa. E esta reprodução (que constitui propriamente o conhecimento teórico) será tanto mais correta e verdadeira quanto mais fiel o sujeito for ao objeto (NETTO, 2011, p. 20-21).*

De acordo com Marx, o foco da investigação possui uma existência independente, objetiva, que não está condicionada à presença ou ação do sujeito pesquisador. O propósito do pesquisador é ir além da mera aparência superficial, imediata e baseada em experiências empíricas, buscando compreender a essência do objeto em questão, ou seja, sua

---

<sup>2</sup> Para o marxismo, crítica é o exame minucioso de um dado conhecimento acumulado nos seus fundamentos, condicionantes e limites a fim de extrair dele o núcleo racional.

---

estrutura e dinâmica (NETTO, 2011). Como isso, não está se afirmando que a aparência não é importante ou é descartável. Pelo contrário, na verdade é o ponto de partida do conhecimento; um primeiro nível da realidade, mas que não é suficiente.

Alcançando a essência do objeto, isto é: capturando a sua estrutura e dinâmica, por meio de procedimentos analíticos e operando a sua síntese, o pesquisador *reproduz* no plano do pensamento; mediante a pesquisa, viabilizada pelo método, o pesquisador *reproduz*, no plano ideal, a essência do objeto que investigou (NETTO, 2011, p.22 ).

Ademais, como uma metodologia científica no âmbito das ciências sociais, no materialismo histórico-dialético a interação entre o sujeito e o objeto no processo do conhecimento teórico também não ocorre de forma externa, como é observado nas ditas ciências exatas, como a física e a química. Em vez disso, trata-se de uma relação na qual o sujeito está envolvido com o objeto. Devido a essa dinâmica, a pesquisa não busca alcançar uma suposta “neutralidade” frequentemente associada à “objetividade”. No entanto, essa característica não nega a possibilidade de objetividade no conhecimento teórico, pois a teoria encontra sua instância de validação na prática social e histórica (NETTO, 2011).

Na abordagem materialista da pesquisa, o sujeito desempenha um papel fundamentalmente ativo: seu objetivo é compreender não apenas a aparência superficial ou a forma externa do objeto, mas sim a sua essência, estrutura e dinâmica - ou seja, entendê-lo como um processo. Para alcançar esse entendimento, o sujeito precisa ser capaz de utilizar seus conhecimentos de forma abrangente, proceder a sua crítica, revisá-los e também demonstrar criatividade e imaginação (NETTO, 2011).

No processo de investigação da essência de um objeto de pesquisa, podemos usar uma ampla gama de instrumentos e técnicas de pesquisa disponíveis, que vão desde a análise de documentos até várias formas de observação, coleta de dados, quantificação, entre outros. Esses instrumentos e técnicas, porém, não devem ser confundidos com o método em si, pois diferentes concepções metodológicas podem utilizar instrumentos e técnicas similares, mas em diferentes graus de aplicação. Marx utilizou-se, em suas pesquisas, de diversas técnicas disponíveis na sua época, porém as utilizou como um meio de conhecer o objeto nos seus pormenores e não como o método (NETTO, 2011).

Netto (2011, p. 27) afirma que Marx raramente abordou explicitamente a questão do método em suas obras. Diz ele que não é por acaso que Marx nunca tenha publicado um texto especificamente dedicado ao método de pesquisa em si mesmo, como algo separado da teoria ou da própria investigação. A ênfase principal no pensamento de Marx era ontológica, não epistemológica. Portanto, seu interesse não estava centrado em questões abstratas de “como conhecer”, mas sim em “como conhecer um objeto real e determinado”. Lênin, por exemplo, reconheceu que Marx não se preocupou em desenvolver uma ciência

da lógica, como Hegel havia feito. O que importava para Marx era obter a lógica de um objeto determinado: a sociedade capitalista.

Marx e Engels afirmam, em *A ideologia alemã* (2007), que suas análises são fundamentadas em pressupostos concretos que se baseiam nos indivíduos reais, suas ações e as circunstâncias materiais em que vivem, tanto as existentes anteriormente quanto as resultantes de suas próprias ações. Eles afirmam que aprenderam uma lição fundamental em Hegel de que o mundo tal como se apresenta não é um conjunto de coisas acabadas e sim o conjunto de processos que se desenvolvem por contradições. Assim, o investigador deve se preocupar com a origem e desenvolvimento das contradições que são o motor dos processos reais (diacronia), bem como perquirir as relações entre os processos que formam uma totalidade concreta (sincronia).

Avançemos um pouco mais sobre a concepção do marxismo como “o método dialético do abstrato ao concreto”. Entre os poucos escritos de Marx sobre questões metodológicas encontra-se o texto intitulado “método da economia política” (MARX, 2011a), o qual nós abordaremos conforme o entendimento de Enrique Dussel (2012), filósofo e historiador marxista argentino.

O “ponto de partida” da investigação é o real, a experiência concreta tal como se apresenta para nós. Porém, ao olharmos para este real já estamos trabalhando com uma conceitualização prévia feita pelo nosso cérebro, ou seja, já o observamos com uma primeira conceitualização fruto da nossa história de vida. Aquilo que acreditamos ser a expressão direta da realidade, na verdade, já é uma instância da realidade produzida pela nossa mente como um mundo conceitualizado; sem que isso signifique que a realidade seja uma espécie de ilusão mental. A realidade existe e é exterior a nossa mente, mas a acessamos já como um mundo conceitualizado. Esta teria sido a crítica feita ao pensamento de Hegel, uma vez que se atribui a ele a ilusão de ter concebido a realidade como o resultado do pensamento (DUSSEL, 2012).

Ao concentrarmos-nos em conhecer um aspecto da realidade, já estamos trabalhando na análise de uma representação plena, de uma representação caótica de uma parte da realidade. Isso significa que ela encerra um complexo de representações mais simples desconhecidas, mas que são essenciais para entendermos essa mesma representação como síntese. Por exemplo, uma das representações caóticas que Marx se debruçou nos seus estudos para a compreensão da sociedade civil burguesa foi a “produção”<sup>3</sup> das mercadorias (NETTO, 2011). A produção em geral como atividade social pressupõe pessoas, trabalhadores, que utilizam meios materiais e matérias-primas para a produção de mercadorias. Esses trabalhadores têm relações de produção e não trabalham com seus próprios meios materiais, mas com os meios materiais que são propriedade de uma classe social: os capitalistas

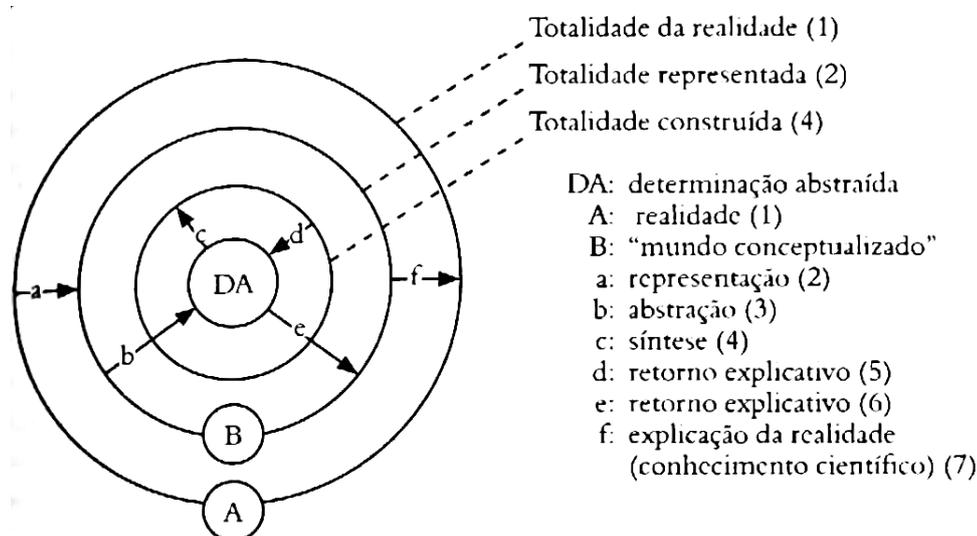
---

<sup>3</sup> Este conceito refere-se a uma atividade social que envolve a cooperação de muitos indivíduos em um processo produtivo organizado.

industriais. Esses trabalhadores vendem a sua força produtiva, principalmente como tempo de trabalho disponível para o capitalista, em troca de uma remuneração que, em última instância, vem de uma parte do valor que eles produzem nas fábricas. Daí surge a categoria de “trabalho assalariado”, que é constitutivo do modo de produção capitalista. A partir disso, abre-se uma série de determinações e relações que precisam ser investigadas, e Marx dedica vários anos de sua vida nessa tarefa, a fim de obter uma explicação de uma parte da realidade observada (DUSSEL, 2012).

A Figura 1 apresenta uma representação espacial aproximada dos diversos momentos metodológicos do “método dialético do abstrato ao concreto” que nos ajuda a compreendê-lo mais facilmente. Nela, o primeiro ponto a ser observado é o círculo externo representado pela letra **A**, que significa a totalidade da realidade. Este representa a realidade em si, isto é, a realidade existente independentemente de um sujeito cognoscente. Para termos acesso a esta realidade não podemos operar de outra forma que não seja representá-la em pensamento. Porém, ela se apresenta para nós como um representação caótica. A representação caótica ou representação plena, como também nos referimos, é o mundo conceitualizado já conhecido (totalidade representada), representado pelo círculo **B** imediatamente interno ao **A**.

Figura 1 – Representação espacial aproximada dos diversos momentos da metodologia dialética do abstrato ao concreto.



Fonte: Extraído de Dussel (2012, p. 51).

O ponto de partida do conhecimento, portanto, não é a realidade em si, mas o mundo conceitualizado que está no nosso cérebro; momento representado pela seta **a**, na Figura 1. Ou seja, o ponto de partida tem origem em uma representação da realidade (totalidade representada), entretanto é uma representação caótica, a qual procuraremos compreendê-la por meio de uma análise, de uma decomposição, em seus conteúdos constitutivos.

O processo de análise é um processo de abstração. Procuramos extrair da represen-

tação plena suas partes constitutivas. Isso constitui a essência da abstração (DUSSEL, 2012).

Como *ato*, a abstração separa analiticamente; como objeto ou *conteúdo*, a abstração produz uma “determinação abstrata” (DUSSEL, 2012, p. 52).

Na análise, estamos sempre buscando abstrair daquele recorte o que é geral, para que primeiro possamos determinar o que é essencial. O essencial é aquilo que avaliamos que vale para todos os fenômenos de uma classe semelhante. Por exemplo, no caso da produção em geral que Marx investigava, o trabalho assalariado era uma de suas essências, pois esta determinação poderia ser usada para explicar um setor específico da produção, tal como a indústria têxtil, a qual era bastante desenvolvida na Inglaterra do século XIX.

As determinações são formas de existência, formas de ser da “coisa”, seus elementos constitutivos:

A constituição essencial ou real da coisa pode [...] ser abstraída ou separada para constituir com ela a essência *conhecida* ou “no cérebro” da coisa mesmo. São determinações essenciais aquelas comuns a todas as coisas que se dizem ser as mesmas – ou das quais se diz que são o mesmo. Essas notas ou determinações reais, essenciais, da coisa são abstraídas ou *fixadas* [...] a fim de serem *pensadas* (DUSSEL, 2012, p. 34).

Fixar a essência de um fenômeno, que se expressa em uma certa quantidade de determinações mais simples e comuns a todos os fenômenos semelhantes, é fundamental para nos distanciarmos da sua aparência. Por isso, na [Figura 1](#), a seta **b** indica justamente esse momento analítico de abstração das determinações constitutivas da representação caótica que resulta na formação de um conjunto de determinações abstraídas, **DA**.

Essas, e novas, determinações abstraídas, **DA**, poderão se transformar em categorias explicativas após sucessivas sínteses e análises que formos produzindo em relação a uma totalidade construída em geral que acreditamos ser a essência daquela representação caótica inicial (DUSSEL, 2012). Estes momentos são representados pelas setas **c** e **d** na [Figura 1](#).

A totalidade construída (círculo imediatamente interno ao **B**), na [Figura 1](#), é um concreto pensado, mas um concreto em geral, portanto, abstrato, não referente a nada histórico em específico. Esta totalidade construída, com as determinações abstraídas que a explicam e dão suporte, agora, podem ser utilizadas para fazer a “ascensão do abstrato ao concreto” histórico; seta **e**. Ou seja, as determinações abstratas podem ser usadas como categorias explicativas da totalidade representada, **B**, que passa a ser o ponto de chegada do pensamento, uma síntese de muitas determinações e relações. Vale ressaltar que a totalidade da realidade, **A**, nunca é compreendida diretamente. Apenas temos

acesso ao “mundo real”, ao existente, por meio de sua representação enquanto “mundo conceitualizado”, isto é, por sua representação em pensamento. Acontece que, devido ao conhecimento das determinações abstratas desse aspecto da totalidade da realidade, agora, a conhecemos com um grau maior de concreticidade, em outras palavras, passamos a ser capazes de explicá-la cientificamente; seta **f**. A ascensão do abstrato ao concreto é o retorno explicativo ao mundo conceitualizado que fora o ponto de partida da investigação. Este momento “[...] é manifestamente o método cientificamente correto” (MARX, 2011a, pos. 1023). Devido à descoberta das determinações abstratas do objeto investigado, aquela representação caótica se concretiza, pois podemos explicá-la como uma totalidade real, histórica, determinada (DUSSEL, 2012).

O momento sugerido pela seta **e** é o que Marx (2011a) chamava, no método da economia política, de a reprodução do concreto pelo pensamento, que é tornada possível pela anterior volatilização da representação plena em suas determinações abstratas.

Apresentado o panorama do método dialético do abstrato ao concreto, passemos a algumas observações que nos ajudam a esclarecer e aprofundar o nosso entendimento do mesmo. O processo de abstração, que consiste em separar uma parte do todo, é o que nos permite descobrir as determinações de um aspecto do real (DUSSEL, 2012). As determinações abstraídas são as que nos permitirão reproduzir o real em pensamento. Porém, como já indicado, “a abstração [...] não separa diretamente a determinação do real concreto [círculo **A**, na Figura 1] [...], mas da ‘representação’ já conhecida [círculo **B**]” (DUSSEL, 2012, p. 52, inserções nossas):

Por isso, a representação (seta *a*) é anterior à abstração (seta *b*) e ela [...] é o ponto de partida da determinação abstrata [círculo **DA**, na Figura 1] [...]. Deste modo, a representação é ‘volatilizada’ na determinação abstrata; desaparece como representação plena, é negada metodologicamente [...] (DUSSEL, 2012, p. 52, inserção nossa).

As determinações não são somente abstraídas da totalidade investigada, mas podem ser produzidas a partir dela. Elas surgem ou são construídas sempre preocupando-se com a clareza e precisão de seus conteúdos conceituais. “Uma vez definidas ou ‘fixadas’ as determinações abstratas, dá-se o momento *dialético* por essência, que sempre consiste em um ‘elevar-se’ ou ‘ascender’ ” (DUSSEL, 2012, p. 52-53):

O método dialético consiste em situar a “parte” no “todo”, como ato inverso ao efetuado pela abstração analítica. A abstração parte da representação (todo pleno) e chega à determinação abstrata (clara, mas simples). O ato dialético parte da determinação abstrata e constrói sinteticamente uma totalidade – concreta em relação à determinação, abstrata em relação à “totalidade concreta explicada” [círculo **B**, na Figura 1] [...] (DUSSEL, 2012, p. 53, inserção nossa).

Uma consequência do movimento dialético é a complexificação da explicação da realidade pela co-determinação entre as totalidades. Por exemplo, Marx não só estudou a totalidade da “produção”, mas também a do “consumo”, da “distribuição” e da “troca”<sup>4</sup>. Para elevar-se a um grau maior de complexidade, ele também investigou a conexão entre essas totalidades e descobriu co-determinações que as relacionavam e as moviam, ou seja, descobriu contradições ou oposições que criam ou alteram processos dentro dessas totalidades.

Especificamente no caso da relação mútua, co-determinante, entre a produção e o consumo, Marx, partindo da economia política clássica, estudou como a produção determina o consumo. A produção determina o consumo na medida em que as mercadorias produzidas nas fábricas são as matérias de consumo (ou autoconsumo, quando chegam nas fábricas como insumos). E não só isso, elas determinarão o que será consumido. Por outro lado, contraditoriamente ou dialeticamente, a esfera do consumo não é completamente passiva. A esfera do consumo pode impelir alterações na forma do produto em si ou na forma como ele é produzido, pois o momento singular e concreto do consumo de um produto pode criar novas necessidades que antes não eram sequer imaginadas na esfera da produção. O consumo, portanto, tem o potencial de incitar uma nova produção pela manifestação dos consumidores de necessidades não atendidas pelos produtos disponíveis (DUSSEL, 2012).

O acima exposto, enfim, faz parte dos fundamentos do referencial teórico-metodológico marxista e devem permear tanto as pesquisas como as propostas didáticas sob a perspectiva pedagógica histórico-crítica para serem coerentes com ela. Isto é precisamente aquilo que procuramos não perder de vista na elaboração teórica da ferramenta de diagramas categoriais que desenvolvemos, a qual abordaremos a seguir.

---

<sup>4</sup> No contexto da elaboração teórica marxiana, as totalidades do “consumo”, “distribuição” e “troca” têm os seguintes sentidos gerais: *consumo* – para além da satisfação das necessidades e desejos das pessoas, o consumo é uma esfera complexa de relações sociais mediadas pelo valor de troca e impulsionada pelo lucro para o aumento do capital; *distribuição* – está relacionada com a maneira como a riqueza e os recursos são divididos entre os diferentes membros da sociedade e; *troca* – para além da forma como as mercadorias e serviços são comercializados, é na troca que o valor de uso das mercadorias se transforma em valor de troca e, posteriormente, na venda, em dinheiro – uma unidade universal de valor (MARX, 2008).

## 5 DIAGRAMAS CATEGORIAIS PARA AUXILIAR ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO NA ELEVAÇÃO DO PENSAMENTO ABSTRATO AO CONCRETO

A seguir, apresentamos uma adaptação do conteúdo do artigo original intitulado *Diagramas categoriais para auxiliar estudantes e professores do ensino médio na elevação do pensamento abstrato ao concreto* (FREITAS; GOUVEA; PEREIRA, 2023, *post-print*), aceito para publicação no periódico Caderno Brasileiro de Ensino de Física, cujo principal autor é o autor desta tese de doutorado, com as colaborações do tecnólogo Luís Ricardo Lemos Gouvea e do orientador desta tese, doutor Alexsandro Pereira de Pereira.

O citado trabalho, embora não explicitado em seu texto a ser publicado, foi resultado direto de nossas reflexões desenvolvidas até aqui sobre a prática pedagógica histórico-crítica. Ele foi de fundamental importância para nos aproximarmos da solução das nossas questões de pesquisa a partir do momento em que ele nos permitiu vislumbrar como articular os momentos da pedagogia histórico-crítica no ensino-aprendizagem de física e como avaliar as catarses dos estudantes por meio das suas ações na prática social escolar no ponto de chegada do trabalho educativo.

Aqui, faremos uma breve exposição do seu conteúdo naquilo que utilizaremos no capítulo seguinte, que trata sobre o teste empírico de proposição teórica. Apensamos o artigo original completo no [Apêndice E](#), na página 203.

### 5.1 Introdução

Nossas reflexões sobre os momentos pedagógicos da pedagogia histórico-crítica, na interlocução com os resultados da nossa revisão da literatura dessa pedagogia na área de ensino de ciências, bem como do nosso estudo do método materialista histórico-dialético, nos levou à proposição do uso de *diagramas categoriais* como uma ferramenta para auxiliar estudantes do ensino médio na apreensão dos fenômenos reais, em especial, dos conhecimentos da física em contexto. Um dos principais objetivos desses diagramas é auxiliar os estudantes a não perder de vista a totalidade das relações entre assuntos aparentemente desconexos. Devido ao seu embasamento teórico-filosófico, a ferramenta de diagramas se alinha à pedagogia histórico-crítica e se afasta de outras ferramentas aparentemente similares, tais como os Mapas Conceituais (NOVAK; GOWIN, 1984; NOVAK, 1990) ou Mapas Mentais (BUZAN, 1974).

A principal teoria por trás dos diagramas categoriais é o materialismo histórico-dialético e a psicologia histórico-cultural, no que diz respeito ao seu uso como suporte psicológico para a construção e reconstrução em pensamento o movimento do objeto real. Tal como a pedagogia histórico-crítica tem como base estes pressupostos teóricos, resolvemos manter a mesma coerência interna.

Os diagramas categoriais têm, pelo menos, quatro funções:

[...] 1) permitir que o professor possa acompanhar o andamento das investigações dos estudantes sobre um tema de estudo proposto; 2) auxiliar para que os estudantes, ao longo das aulas, não percam de vista as relações entre as categorias dentro dos recortes específicos da realidade bem como as inter-relações das categorias entre os diferentes recortes; em suma, para que os estudantes não percam a noção de totalidade; 3) auxiliar os estudantes na construção da lógica dos conhecimentos propostos durante as aulas e; 4) servir de material para que o professor possa avaliar, qualitativamente, se, nas reconstruções dos estudantes dos conhecimentos apreendidos, há indícios da elevação do conhecimento do nível da representação caótica de um todo ao nível da representação sintética. Ou, equivalentemente, se o nível de compreensão da totalidade por parte dos estudantes se aproxima do nível de compreensão do professor (FREITAS; GOUVEA; PEREIRA, 2023, p. 6).

Com estas características, argumentamos que a ferramenta que propusemos nos permitiria desenvolver o ensino de um conteúdo de física na perspectiva da pedagogia histórico-crítica.

Ademais, entendemos por *categorias* certas determinações que sintetizam aspectos do real, as quais podem ser concretas ou abstratas. No materialismo, para apreendermos um aspecto da realidade, primeiro refletimos sobre a forma como ela se apresenta para nós na experiência imediata. O sujeito cognoscente, então, buscará apreendê-la por meio de representações mentais. Estas, por sua vez, são as categorias que, inicialmente, estão próximas de uma representação caótica de um todo. Não obstante, esse todo pode ser decomposto de partes mais simples, em categorias mais simples ou abstratas. Assim,

Basicamente temos dois tipos de categorias: 1) as categorias concretas, que estão próximas da experiência sensível e são uma representação caótica de um todo para a mente de quem ainda não se apropriou delas, mas que, na verdade, representam uma síntese de muitas determinações e relações e, 2) as categorias simples, categorias universais ou categorias abstratas (i.e., todas são sinônimas), que se tornam conhecidas pelo trabalho de análise do real (MARX, 2011a). Daí falarmos na ascensão do abstrato (categorias mais simples) ao concreto (o real, o pressuposto efetivo, tal como se apresenta para a experiência sensível) como a forma científica de conhecermos a realidade, segundo o marxismo (MARX, 2011a) (FREITAS; GOUVEA; PEREIRA, 2023, p. 7).

Neste cenário, os diagramas categoriais têm como objetivo auxiliar os alunos no processo de examinar uma categoria específica até suas categorias mais fundamentais e, posteriormente, reconstruí-la mentalmente como uma síntese de diversas determinações e

relações. Essa abordagem representa uma ferramenta de suporte à atividade dos estudantes dentro da perspectiva materialista histórico-dialética, além de representar um passo em direção ao ensino de ciências com a pedagogia histórico-crítica.

## 5.2 Pressupostos teóricos dos diagramas categoriais

Assim como defendido por [Saviani \(2008\)](#), partimos do entendimento do método da economia política de [Marx \(2011a\)](#), tanto como um método de pesquisa, quanto um método de ensino, para incorporarmos sua lógica em uma ferramenta didática de apoio aos estudantes.

Especificamente, o “método da economia política” descreve o procedimento cientificamente adequado para compreendermos a realidade social por meio do pensamento. Nessa abordagem, a realidade é considerada o ponto de partida daquilo que se manifesta na experiência imediata e sensível. O termo “real” ou “concreto” é utilizado para denotar esse substrato a partir do qual o pensamento se lança na busca pela compreensão. Contudo, o concreto não pode ser apreendido diretamente, pois é uma representação caótica de um todo, uma síntese ([SAVIANI, 2008](#)). Para compreender um aspecto da realidade, é necessário decompô-la em determinações mais precisas, visando alcançar categorias cada vez mais simples. Somente nesse momento é possível realizar o processo de reconstrução do concreto no pensamento, explicando logicamente o real em termos de categorias mais gerais e, portanto, abstratas. A descoberta das determinações mais simples de um aspecto do real e das relações entre essas determinações permite que o pensamento, por meio de mediações universais, reproduza o real no pensamento como síntese.

[Saviani \(2008\)](#) delineou os momentos pedagógicos da pedagogia histórico-crítica como um processo de ensino que inicia a partir do real, da síntese, e retorna a ele na forma de síntese. Assim, de forma conceitual, a prática social (inicial) é identificada como o ponto de partida, no qual tanto o professor quanto os estudantes desempenham seus papéis na sociedade. A problematização consiste na discussão dos principais desafios apresentados pela prática. Na instrumentalização, ocorre a aprendizagem dos conhecimentos necessários para abordar as questões levantadas. A catarse é compreendida como a efetivação da aprendizagem pelos estudantes. E a prática social (final) representa o momento em que os estudantes compreendem o real sinteticamente, inclusive com o potencial de intervenção social embasada teoricamente.

As práticas sociais (inicial e final) do método, de maneira dialética, simultaneamente são e não são idênticas. São semelhantes porque o conhecimento parte do pressuposto efetivo, do concreto, que, na experiência imediata, se apresenta como uma síntese, uma representação caótica de um todo. A compreensão do real só é possível por meio da análise, ou seja, pela descoberta das determinações mais simples e de suas relações. No contexto do ensino, os momentos intermediários correspondem à análise, ou seja, à aprendizagem

das determinações mais simples e de suas relações, resultando na “[...] efetiva incorporação dos instrumentos culturais, transformados agora em elementos ativos de transformação social” (SAVIANI, 2008, p. 57). Assim, no processo de retorno ao real, na reconstrução do concreto por meio de mediações abstratas, os estudantes conseguem compreender a realidade que estão investigando. Nesse sentido, as práticas sociais são e não são as mesmas (lógica dialética), pois a prática social continua a mesma, mas os indivíduos agora têm a capacidade de reproduzir o concreto no pensamento como síntese, algo que antes não era possível para eles. De acordo com essa perspectiva, o ensino está imerso em um movimento contínuo de transformação, à medida que os estudantes convertem síncrese em sínteses, por meio da aprendizagem de mediações abstratas que lhes possibilitam compreender o real.

Uma das finalidades dos diagramas categoriais que apresentamos consiste em ajudar os estudantes a manterem uma visão integrada de todos os temas abordados. Sob a perspectiva da prática de ensino, esses diagramas também desempenham um papel fundamental no auxílio ao professor para desenvolver seu planejamento didático de maneira coesa e coerente com a pedagogia histórico-crítica.

Prosseguindo com os elementos teóricos da ferramenta, a consciência apreende um aspecto da realidade, buscando conhecê-lo como uma categoria concreta, que é um evento singular que, em determinado momento, captura nossa atenção (KOFLER, 2010). A maneira pela qual a consciência tem para apreender o real é negá-lo na sua aparência e fragmentá-lo na busca por suas determinações mais simples, ou seja, identificando as categorias mais simples e, portanto, mais abstratas. No entanto, é crucial que essa consciência não perca de vista a unidade e a totalidade, uma vez que, na dialética, a categoria concreta possui uma história e é parte de um processo em evolução. Este é outro aspecto da dialética, que não lida com uma realidade estática, embora, ao analisarmos a realidade de forma fragmentada, possamos criar uma aparência de estaticidade. Na dialética, a totalidade é um processo que se desenvolve por meio de contradições. Portanto, a contradição é a essência da dialética; ela desencadeia o desenvolvimento do todo (KOFLER, 2010; NETTO, 2011).

Partindo de uma categoria concreta, a consciência, que procura compreender a realidade, avança para a análise dessa categoria em busca das contradições específicas que a impulsionam. A primeira etapa, portanto, consiste na identificação da contradição principal, uma vez que todo fenômeno ou aspecto da realidade é impulsionado por contradições internas, entre as quais uma se destaca como a contradição principal, enquanto as demais são consideradas secundárias (TSÉ-TUNG, 1999). A contradição principal direciona a existência e o desenvolvimento das outras contradições ou exerce influência sobre elas. As particularidades da contradição principal e das contradições secundárias conferem um caráter distintivo ao fenômeno. Além disso, na perspectiva da dialética, uma contradição

---

é uma luta entre opostos que se confrontam em um processo. Os opostos, em uma contradição, constituem polos opostos que não podem existir isoladamente, formando assim uma unidade, uma identidade. Determinar a contradição principal de um fenômeno expresso por uma categoria concreta representa, portanto, o primeiro passo para sua investigação.

É importante destacar que, no contexto da dialética, a contradição não se refere à identificação de um erro lógico, como ocorre na lógica formal. Além disso, a contradição não se limita a uma mera oposição entre elementos arbitrários, projetados pelo pesquisador na realidade para facilitar a confrontação de ideias. Ao contrário, a contradição se materializa objetivamente no âmbito real, conferindo-lhe a capacidade de provocar alterações significativas no desenvolvimento do fenômeno (BARATA-MOURA, 2010). A identificação da contradição principal e das contradições secundárias de um fenômeno constitui uma etapa fundamental no método de investigação. A compreensão dessas contradições é essencial para descobrir estratégias de resolução. Uma vez que a contradição é solucionada, a antiga contradição passa por uma transformação qualitativa, dando lugar a uma nova. O traço universal da contradição é sua presença constante nos processos de desenvolvimento de fenômenos, sejam eles naturais, sociais ou psicológicos. Os processos evoluem impulsionados pelas contradições, que desempenham um papel crucial do início ao fim (TSÉ-TUNG, 1999).

Em todas as contradições, quer se trate da contradição principal ou de secundárias, um dos extremos da contradição desempenhará um papel preponderante, podendo essa condição modificar-se ao longo do desenvolvimento do processo. Isso ocorre devido ao fato de que os polos de uma contradição evoluem de forma desigual. O polo dominante na contradição é identificado como o aspecto principal, e é ele que determina a natureza do fenômeno (TSÉ-TUNG, 1999).

A análise da contradição principal e das contradições secundárias em relação a um determinado aspecto da realidade incentiva a descoberta de determinações mais profundas do fenômeno. Essas determinações, por sua vez, tendem a proliferar em termos de quantidade e generalidade, revelando categorias abstratas que, ao serem assimiladas pela consciência, possibilitam a reconstrução do concreto por meio do pensamento.

As determinações, quer sejam concretas ou abstratas, frequentemente se confundem ou são intercambiáveis com as categorias, mas, em essência, referem-se basicamente à mesma coisa. Podemos compreender as determinações como os traços efetivos de um fenômeno específico, sendo capturados pela consciência na forma de palavras, signos ou categorias. Esses traços representam manifestações ideais de coisas que têm existência real na realidade e passam por um desenvolvimento histórico. Mesmo que as categorias sejam construídas ao longo da história recente, elas possuem uma existência concreta. Na perspectiva dialética, as categorias são consideradas ontológicas. Um exemplo ilustrativo na história da ciência

seria a categoria concreta “átomo”, que ao longo do tempo adquiriu diversos significados. Mesmo para os filósofos gregos da antiguidade, a categoria concreta “átomo”, embora não investigada empiricamente na época, pressupunha sua existência material como uma realidade objetiva. Em resumo, a busca pelas categorias mais fundamentais de um aspecto da realidade equivale à busca pela sua essência, envolvendo a identificação das mediações necessárias para uma compreensão objetiva (KOFLER, 2010; NETTO, 2011).

As categorias, sejam elas concretas ou abstratas, frequentemente se confundem com conceitos e, em alguns casos, são até intercambiáveis com eles. É importante observar que Marx não forneceu uma definição precisa do termo “categoria”; ao contrário, ele o utilizava em seus textos como um conceito já conhecido (DUSSEL, 2012). Vale ressaltar que, na abordagem dialética, não se opera conforme a lógica das definições (NETTO, 2011). Na dialética, a diferença crucial reside no fato de que, na ciência burguesa, os conceitos assumem uma natureza formal, supra-histórica e fixa, dando a impressão de terem sido obtidos por meio de uma abstração pura da inteligência, como se fossem transcendentais. Essa perspectiva reflete a concepção metafísica de que os fenômenos são incapazes de se transformar em algo diferente, uma vez que, uma vez descoberta sua dinâmica, ela permanece imutável.

Contrastando com isso, na dialética, os conceitos abstratos, mesmo que possam alcançar o status de universais, o fazem por meio de sua manifestação em uma série de fenômenos particulares que ocorrem ou ocorreram em tempos e espaços específicos. Por isso, esses conceitos não são estáticos, pois têm uma história de desenvolvimento (KOFLER, 2010; TSÉ-TUNG, 1999). A dialética enfatiza que os conceitos abstratos obtêm sua universalidade através da conexão com uma multiplicidade de fenômenos particulares, destacando assim a dinâmica e a transformação inerentes à realidade.

Os elementos ou fenômenos que compõem a realidade não existem de maneira isolada; pelo contrário, estão interligados a outros fenômenos ou aspectos. Isso não implica que esses fenômenos sejam idênticos ou explicados pelas mesmas categorias, mas sim que interagem, cada um com suas particularidades, em conexão com outros fenômenos e suas próprias características. Esse conceito de totalidade refere-se a um todo repleto de interconexões entre os aspectos específicos e singulares da realidade investigada. A extensão da totalidade investigada está vinculada ao problema abordado, e uma totalidade pode sempre estar subordinada a outra mais inclusiva e complexa. A delimitação de uma realidade para investigação é inevitavelmente uma visão parcial, uma fragmentação não desejada, mas necessária (KOFLER, 2010; NETTO, 2011).

As contradições são inerentes à metodologia dialética da busca pelo entendimento, permeando todo o processo de investigação. Essas contradições incluem as lutas entre fragmentação e unidade ou totalidade, singularidade e multiplicidade dos fenômenos, momento estático e processo dinâmico, indução e dedução, racionalismo e intuicionismo,

abordagens diacrônicas (estudo do fenômeno em sua evolução temporal) e sincrônicas (conjunto de fenômenos que ocorrem no mesmo momento ou época, sem considerar suas evoluções históricas) do objeto investigado, mudança qualitativa e mudança quantitativa em um processo, e teoria versus prática (KOFLENER, 2010; NETTO, 2011).

Os diagramas categoriais propostos, assim, buscam incorporar esses elementos da dialética ao contexto educacional, especificamente ao ensino e aprendizagem de conteúdos, como no caso das ciências, de maneira contextualizada. Além disso, eles oferecem aos estudantes uma forma autêntica de aprender a dialética por meio do uso efetivo e repetido de sua lógica na investigação de uma categoria concreta durante as aulas.

### 5.3 O processo de construção de um diagrama categorial

Para fins de exemplificação, apresentaremos o processo de construção do diagrama categorial a ser utilizado na etapa empírica desta tese, no contexto do ensino de física de nível médio, pressupondo alunos do 1º ano, cuja faixa etária regular é de 15 anos.

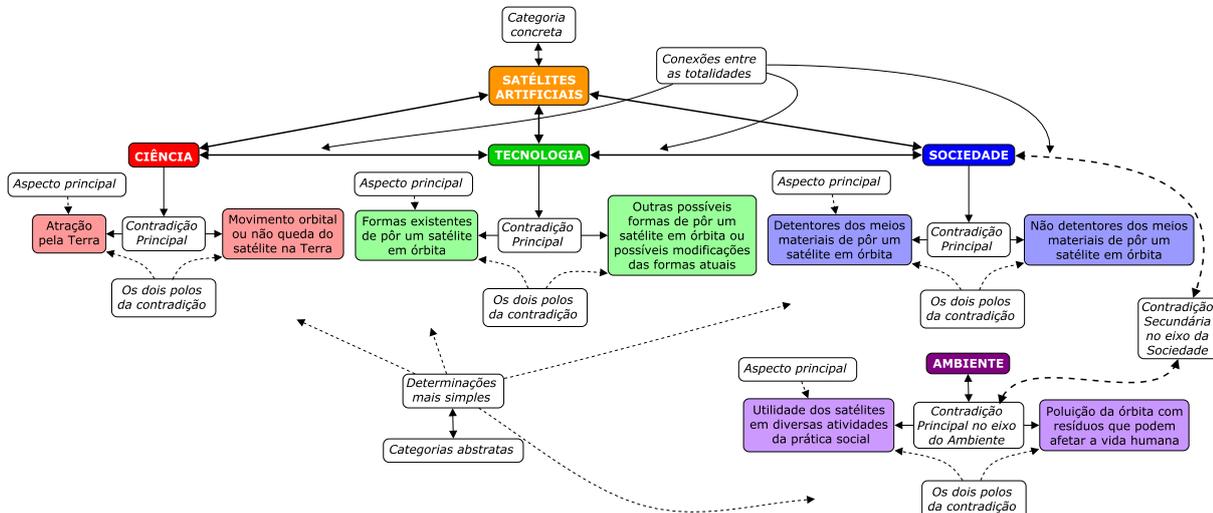
Este diagrama categorial teve em mente uma turma que iniciaria o estudo do conteúdo de gravitação newtoniana, após terem estudado os fundamentos da cinemática retilínea e circular e as leis de Newton.

Propusemos que o ensino começasse pela discussão da categoria concreta “Satélites artificiais”, a qual sintetiza várias relações e determinações as quais, provavelmente, os estudantes as observam de forma caótica, sincrética. Nós, como professores/pesquisadores, temos apenas uma ideia de como os alunos entendem aquela categoria (síntese precária) (SAVIANI, 2008). Como sabemos, apenas na prática educativa concreta que poderemos conhecer o nível de compreensão dos alunos quanto àquela categoria. Assim, ela pode ser usada como uma categoria concreta de partida, e então é colocada no topo do diagrama a ser construído, que será de cima para baixo, do todo às partes, do concreto ao abstrato. E não somente isto, chegando às categorias mais simples, deverá ser feito o retorno explicativo, ou seja, a ascensão do abstrato ao concreto.

Na Figura 2, mostramos a categoria concreta “Satélites artificiais” como ponto de partida do ensino. As caixas com cor de fundo branco apontam a posição de alguns elementos da dialética nessa representação gráfica. Nem todos os elementos da dialética estão indicados. E essas caixas não necessitam aparecer nos diagramas usados com os alunos, para reduzir a poluição visual.

Prosseguindo, defendemos que o professor realize a primeira análise da categoria concreta. Neste trabalho, propusemos o recorte nas totalidades “Ciência”, “Tecnologia”, “Sociedade” e “Ambiente” (C-T-S-A). Apesar de a análise das categorias concretas exigir que elas estejam subsumidas a totalidades reais, descobertas no processo de investigação real (NETTO, 2011), decidimos realizar essa escolha de algum modo arbitrária por razões

Figura 2 – Exemplo de um diagrama categorial inicial, baseado na dialética, para o ensino da gravitação newtoniana por meio de estudos sobre satélites artificiais em contexto.



Fonte: Extraído de Freitas, Gouvea e Pereira (2023, p. 13).

didáticas. Entendemos, no entanto, que as totalidades propostas não estão completamente desconectadas da prática social, pois as mesmas são objetos de estudo, por exemplo, dos movimentos Ciência, Tecnologia e Sociedade (e, em algumas vertentes, Ambiente) (CTS(A)'s).

O passo seguinte envolveu a identificação das contradições principais em cada totalidade, juntamente com a determinação dos correspondentes aspectos principais. Cada contradição, seja ela principal ou secundária, possui um polo dominante, denominado aspecto principal da contradição. A partir do nosso entendimento da categoria em análise e com uma postura crítica, determinamos quais eram as unidades de contrários que desempenhavam um papel preponderante na existência e no desenvolvimento de cada totalidade. As contradições principais em cada processo ou totalidade são responsáveis pelo surgimento de outras possíveis contradições secundárias que estão subordinadas a elas. Durante esse processo, analisamos as causas que possivelmente impulsionavam o desenvolvimento de um processo, e embora possamos ter escolhido inicialmente uma contradição secundária em vez da principal, isso representa uma fase provisória na busca pelo entendimento (KOFER, 2010; TSÉ-TUNG, 1999). Nesta fase de preparação do diagrama categorial inicial, posteriormente pode ser descoberto que a contradição escolhida inicialmente não era a principal, e correções podem ser feitas. É fundamental reconhecer que a validade do pensamento é determinada pelo processo de saturação com categorias mais simples e sua confrontação com os fatos identificados e analisados durante a investigação (NETTO, 2011).

Particularmente no nosso diagrama categorial, identificamos na totalidade da “Ciência” a contradição principal, que é a unidade “Atração (do satélite) pela Terra (e vice-versa)” e a “Não queda do satélite na (superfície) da Terra” ou “Movimento orbital”. Esse conjunto foi considerado a contradição principal devido à sua posição central no princípio físico que fundamenta a essência da viabilidade dos satélites artificiais. Essa conclusão é respaldada pela aplicação das leis de Newton e da gravitação clássica a esse caso específico, que será abordado detalhadamente com os estudantes no módulo didático. O aspecto principal da contradição na totalidade da “Ciência” é a “Atração (do satélite) pela Terra (e vice-versa)”. Essa é a parte, sob a perspectiva da explicação física, que desempenha o papel crucial na sustentação do movimento orbital, ou seja, representa o polo dominante.

Também é necessário destacar a cautela ao discutir a aplicação da dialética nos processos naturais. É conhecido que a dialética hegeliana foi refinada por Marx e Engels para a análise de fenômenos sociais, como afirmou Lênin ao destacar a análise concreta de situações específicas. Portanto, é seguro utilizar a dialética como um método na produção de teorias sociais, mas a aplicação direta nos processos naturais, até onde pudemos observar, ainda é pouco desenvolvida. No entanto, temos indicações de que isso é possível. Por exemplo, autores como [Tsé-Tung \(1999\)](#), [Kofler \(2010\)](#), [Barata-Moura \(2010\)](#), e até mesmo os manuscritos inacabados de Engels compilados e publicados sob o título “A Dialética da Natureza” (1979), concebem o método dialético como universal para o avanço do conhecimento científico em geral.

Por exemplo, [Kofler \(2010\)](#) argumenta que a ideia de “lei” nas ciências naturais é uma limitação pré-dialética que subtrai a lei universal da transformação dos processos, permitindo que um aspecto da realidade seja expresso por uma fórmula. [Tsé-Tung \(1999\)](#) afirma que a luta dos contrários é universal em todos os fenômenos, inclusive nos processos naturais, e que as mudanças na natureza também ocorrem por meio de contradições internas. Na dialética, a diferença entre a dialética dos processos sociais e dos processos naturais reside no que encontramos de específico em cada um desses domínios, pois ambos envolvem contradições que são a causa da transformação de seus fenômenos. Reconhecemos que esse assunto merece uma análise mais profunda, mas, por enquanto, exploraremos a possível aplicabilidade da dialética aos processos naturais, compreendendo que podemos identificar unidades de contrários que podem ser a causa do desenvolvimento de certos processos no campo das ciências da natureza.

Continuando a reflexão para identificar as demais contradições principais em diferentes totalidades, elaboramos o diagrama categorial inicial, apresentado na [Figura 2](#), que servirá como ponto de partida para a problematização da categoria concreta proposta na análise com os estudantes. Na totalidade da “Tecnologia”, identificamos a contradição principal entre as “Formas existentes (concretas) de pôr um satélite em órbita” e as

“Outras possíveis formas” ou “Possíveis modificações das formas existentes”. O aspecto principal dessa contradição, ou seja, o polo dominante, é o das “Formas existentes”, pois é por meio desse polo que a categoria concreta “Satélites artificiais” encontra sua realização. O outro polo está em uma luta de contrários, uma vez que cientistas e engenheiros são continuamente (re)produzidos e remunerados para aumentar a eficiência dos processos na economia capitalista, reduzindo custos e aumentando o capital, o que se reflete também na atividade aeroespacial.

Na totalidade da “Sociedade”, a contradição principal reside na competição entre os “Detentores dos meios materiais de pôr um satélite em órbita” e os “Não detentores” desses meios materiais objetivos. O aspecto principal dessa contradição é o primeiro, pois as sociedades que possuem essa tecnologia protegem-na de várias maneiras, muitas vezes agindo para impedir que outras sociedades a desenvolvam, impondo embargos à compra de insumos ou à utilização de softwares proprietários, entre outras estratégias.

Finalmente, na totalidade do “Ambiente”, a contradição principal é a unidade dos contrários entre a “Utilidade dos satélites artificiais em diversas atividades da prática social” e os efeitos colaterais manifestados na “Poluição da órbita (do planeta Terra) com resíduos que podem afetar a vida humana (na Terra)”. O polo principal, representando o aspecto dominante dessa contradição, é a inegável necessidade do uso de satélites artificiais em diversas práticas sociais contemporâneas, como o monitoramento e fiscalização do desmatamento ilegal.

Com o diagrama categorial prévio em mãos, estamos prontos para apresentá-lo aos estudantes, esclarecendo os eixos que serão estudados e os objetivos a serem alcançados. Além disso, devemos detalhar o ponto de partida, conforme o processo de abstração realizado na identificação das contradições principais, incentivando constantemente os estudantes a expressarem como estavam compreendendo a proposta e esclarecerem suas dúvidas.

Os passos subsequentes são desenvolvidos com a participação ativa dos estudantes nas aulas. Eles têm a oportunidade de formar grupos de estudo dedicados a investigar cada um dos eixos C-T-S-A em busca das determinações mais simples. O professor/pesquisador explicará que, à medida que as aulas avançam, a tarefa dos estudantes consiste em adicionar caixas contendo uma palavra ou uma frase breve que auxilie na explicação, proporcionando um grau adicional de detalhamento, ou seja, um grau mais elevado de abstração, em relação à caixa posicionada no nível superior. Os alunos serão orientados a acrescentar uma nova caixa somente após reunirem-se para avaliar a relevância da categoria mais simples para a compreensão da categoria mais concreta.

Para apoiar os alunos nessa tarefa, o professor pode organizar cada aula como um momento de análise de um eixo específico. Por exemplo, algumas aulas expositivas podem ser dedicadas a compartilhar conhecimentos mais detalhados sobre uma das totalidades,

como no caso da exposição da lei da gravitação newtoniana. Além disso, o professor pode fornecer textos ou apresentar vídeos relacionados a uma das totalidades, fornecendo material para que os grupos de alunos possam se aprofundar na compreensão das contradições principais. O papel do professor, além de ser um facilitador do conhecimento elaborado, deve incluir a orientação dos estudos dos alunos e oferecer suporte para esclarecer dúvidas, permitindo que os estudantes descubram as categorias cada vez mais simples de cada totalidade e suas inter-relações.

O objetivo, a partir do diagrama categorial previamente elaborado, é que os grupos comecem a determinar, em uma progressão de abstração, as categorias necessárias para compreender a contradição principal em sua essência. Ao longo de várias aulas, dedicando tempo a cada eixo, a responsabilidade do professor deve ser auxiliar os estudantes em seus estudos e facilitar a socialização dos conhecimentos necessários para que os estudantes percebam a categoria concreta como uma síntese dessas diversas determinações e relações.

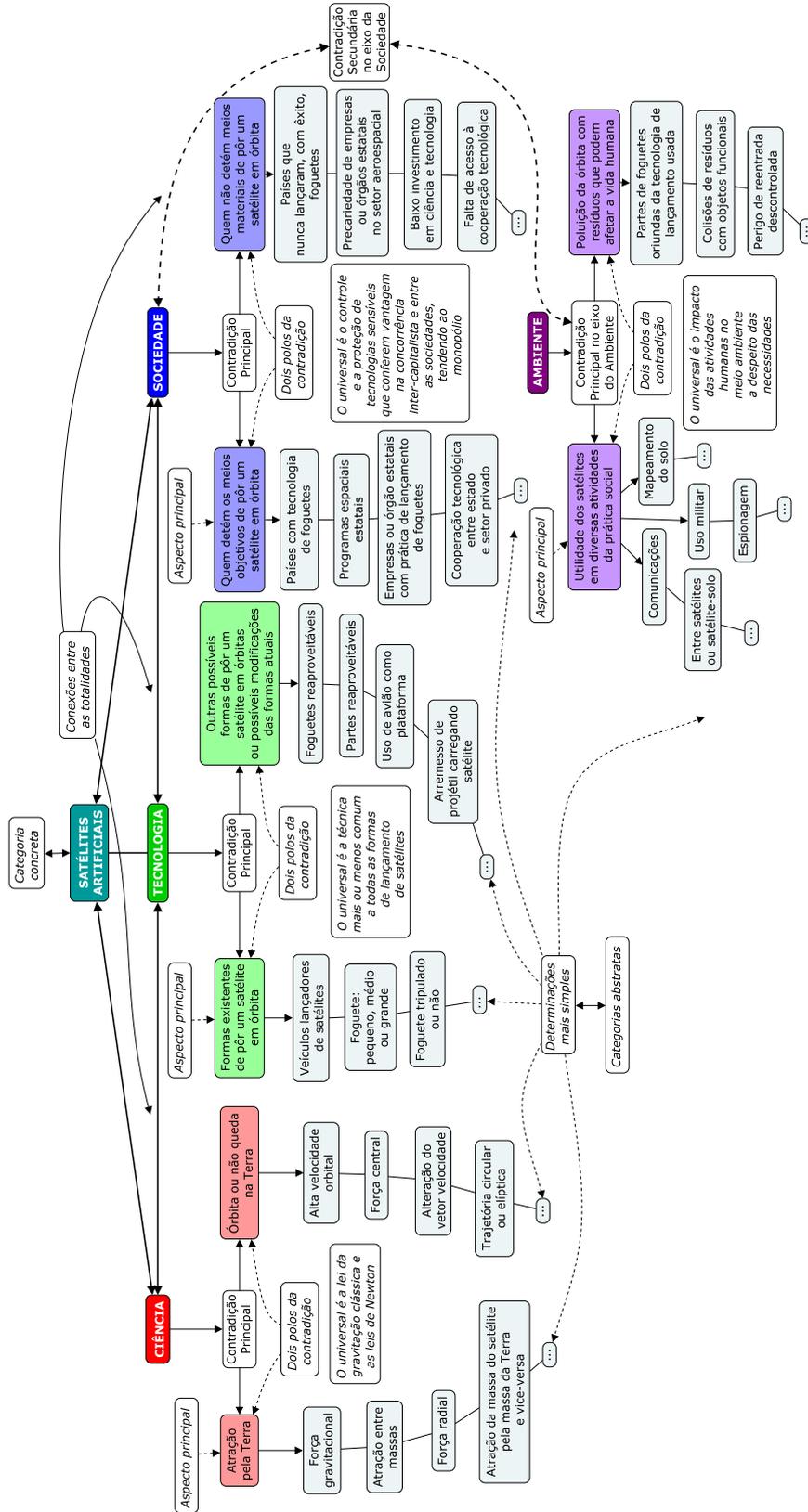
Ao término do processo educacional, quando o professor avaliar que todas as totalidades foram exploradas adequadamente e que os estudantes conseguiram criar diagramas categoriais, ele poderá agendar uma ou duas aulas para a apresentação dos diagramas produzidos pelos grupos. Nesse momento, uma das funções da ferramenta será concluída, desempenhando o papel de suporte psicológico para ajudar os alunos a reconstruírem mentalmente o processo real estudado. Isso equivale a fornecer suporte para elevar o pensamento abstrato ao concreto, ou, de maneira análoga, para transitar do empírico (experiência sensível) ao concreto (o real, entendido como síntese), por meio da mediação do abstrato (as determinações mais simples) (SAVIANI, 2012).

Na [Figura 3](#), apresentamos um possível estágio da elaboração de um diagrama categorial esperado dos estudantes. Nesse diagrama, as caixas descendentes das contradições representam as categorias mais simples obtidas pelo processo de abstração. As caixas com três pontos indicam outras possíveis determinações que não foram explicitamente mencionadas, mas que poderiam existir.

É importante ressaltar que as categorias mais simples não se limitam necessariamente a palavras únicas (ou compostas); podem ser ideias expressas em frases que sintetizam uma característica do real. A representação das características do real por meio de um signo mais geral e abstrato pode ser descoberta ao longo da análise concreta da situação específica, já que essa representação possui existência na prática social. As categorias existem nos processos reais e desempenham o papel de mediação entre o ser e a consciência. Elas têm validade social e histórica e, muitas vezes, servem como suportes ideológicos para a atividade prática (KOFLER, 2010). Portanto, o essencial é a explicitação da essência dos fenômenos pela descoberta das categorias mais simples que nos ajudam a reproduzir, em pensamento, o movimento do objeto real. Em outras palavras, é a descoberta das determinações que nos permite criar uma teoria explicativa da essência

do fenômeno analisado.

Figura 3 – Exemplo de um diagrama categorial hipotético para a categoria concreta “Satélites artificiais”.



Fonte: Extraído de Freitas, Gouvea e Pereira (2023, p. 18).

Outras duas considerações que destacamos referem-se à linearidade na apresentação das categorias mais simples (que se originam de cada um dos polos da contradição listados) e à não explicitação das possíveis (ou prováveis) conexões entre essas categorias em outras totalidades (embora as sugeriram com as setas duplas entre as caixas C-T-S-A). Ambas estão relacionadas às limitações de uma representação gráfica. No primeiro caso, a restrição do diagrama reside em sua capacidade de visualizar as inter-relações entre as categorias mais simples, bem como suas hierarquias no processo explicativo. No segundo caso, a limitação está em indicar, graficamente, as linhas de conexão ou balões explicativos das ideias que podem desempenhar um papel em outra totalidade (ou polo da contradição), assim como suas interações, devido à provável poluição visual que isso acarretaria. Portanto, para mitigar essas restrições, sugerimos enfatizar aos estudantes que as totalidades não estão isoladas, a fim de que permaneçam atentos às possíveis inter-relações. Nas atividades de apresentação dos diagramas pelos estudantes, sugerimos que o professor os questione sobre suas percepções em relação a possíveis unidades dentro dessa diversidade e, eventualmente, os auxilie a perceber conexões consideradas essenciais para a compreensão da categoria concreta como uma síntese de múltiplas determinações e relações numerosas (MARX, 2011a).

#### 5.4 Discussão

A partir da nossa argumentação anterior, o diagrama apresentado na [Figura 2](#) é considerado um ponto de partida viável para o ensino de gravitação newtoniana em um contexto de alunos do 1º ano do ensino médio. Pode surgir a pergunta de por que não defendemos que os alunos escolham a categoria concreta de seu interesse, por exemplo, em uma aula de discussão, como ponto de partida para a atividade de ensino. Nossa justificativa está principalmente na avaliação do professor sobre qual categoria concreta é mais apropriada para cumprir as funções de previsibilidade da vinculação da categoria concreta com um tópico de física dentro da estrutura curricular da disciplina, bem como sua relevância para a compreensão do mundo, considerando o potencial de desvelamento de formas da luta de classes em nível local, nacional ou global.

A necessidade de previsibilidade é fundamental devido à prática da educação escolar formal, que exige que a didática leve em conta os conhecimentos prévios dos alunos, especialmente em relação aos pré-requisitos disciplinares, e a dosagem dos novos objetos de estudo. O conteúdo a ser ensinado pressupõe uma organização lógica interna à disciplina e uma gradação em nível de dificuldade. Essas características influenciam o planejamento do professor, e a imprevisibilidade do tema de estudo pode desviar a finalidade da escola, que é a socialização dos saberes elaborados.

Essa abordagem está alinhada com a tríade "conteúdo-forma-destinatário", proposta por [Martins \(2013\)](#). A autora preconiza a socialização dos conteúdos mais relevantes e

elaborados do conjunto de conhecimentos produzidos pela humanidade, com o objetivo de proporcionar aos indivíduos uma compreensão do mundo material em que vivem. Para alcançar esse fim, destaca a importância de os professores estruturarem a forma de ensino desses conhecimentos, considerando a capacidade de compreensão e assimilação dos estudantes.

A questão da relevância dos conhecimentos a serem compartilhados está intrinsecamente ligada à perspectiva de transformação da sociedade, conforme defendido pela pedagogia histórico-crítica. Nesse contexto escolar, a teoria preconiza a priorização dos conteúdos essenciais das diferentes disciplinas, presentes nos clássicos, em detrimento dos aspectos secundários, acessórios ou acidentais, uma vez que os primeiros são fundamentais para o desenvolvimento das maiores potencialidades humanas e para uma compreensão desmistificada do mundo (SAVIANI, 2012).

Dentro desse cenário, é improvável que os estudantes consigam identificar, por si só, no conjunto das práticas sociais, as categorias concretas que desempenham a dupla função de previsibilidade e relevância. Isso se deve, em grande parte, aos seus interesses imediatos, muitas vezes guiados por necessidades imediatas, que poderiam afastá-los do essencial, que é a aquisição dos conhecimentos mais avançados produzidos pela humanidade. Vale ressaltar que a escola tornou-se indispensável ao longo da história humana, especialmente com a ascensão da burguesia como classe revolucionária durante a transição do feudalismo para o capitalismo (GHIRALDELLI JR., 1986). Assim, a escola é o espaço por excelência para a transmissão do saber sistematizado, diferenciando-se do conhecimento espontâneo e fragmentado, sendo crucial que seja compartilhado com todos (SAVIANI, 2012).

No contexto específico deste trabalho, a escolha da categoria concreta “Satélites artificiais” pressupõe que essa abordagem não se afastaria dos interesses dos alunos, uma vez que se trata de uma categoria concreta com potencial para despertar a curiosidade deles. Além disso, leva-se em consideração o possível conhecimento prévio que os estudantes têm sobre essa categoria, mesmo que de maneira desorganizada, buscando assim incorporar o ensino de física em um contexto mais real e tangível.

Defendemos a importância de escolher a categoria concreta “Satélites artificiais” principalmente devido ao seu potencial para revelar as lutas de classes em uma escala global, que ocorrem na totalidade da “Sociedade” e estão relacionadas ao domínio da tecnologia de lançamento de foguetes de maneira geral. O contexto histórico, pós-Segunda Guerra Mundial (1939-1945), testemunhou uma disputa pela hegemonia global entre as potências emergentes, Estados Unidos e União das Repúblicas Socialistas Soviéticas, traduzida em termos marxistas como uma luta entre o centro e a periferia do sistema capitalista. Essa competição, uma guerra de classes aberta entre formações econômico-sociais distintas, destaca que o controle das tecnologias aeroespaciais é um instrumento de dominação, refletindo-se na restrição desse domínio a poucos países capitalistas centrais, emergentes e,

---

ocasionalmente, a nações sancionadas pelo sistema hegemônico. No entanto, pela dinâmica da luta dos contrários, inerente a toda contradição, o domínio dessas tecnologias também pode ser um instrumento de libertação, justificando o interesse nesse conhecimento por uma sociedade que busca transformar o *status quo*.

Essa consideração nos conduz a explicar a razão pela qual optamos por trabalhar com as totalidades C-T-S-A em vez das totalidades C-T-S em nosso diagrama categorial. O destaque do “A” nos motiva a refletir sobre as contradições específicas na totalidade do “Ambiente” que afetam a humanidade no estágio atual do desenvolvimento das sociedades. Em grande medida, as sociedades reconhecem a necessidade de abordar os impactos ambientais causados pela forma atual de reprodução da vida social, ou seja, o capitalismo. Portanto, é crucial que a educação escolar aborde os problemas que afligem a maioria da população mundial. O papel da escola, especialmente das pedagogias críticas, consiste em abordar essas questões ambientais de maneira realista, evitando romantizações. Ao contrário, as pedagogias críticas devem explorar os temas ambientais em sua essência, desafiando a perspectiva liberal que propaga a ideia de que, se cada indivíduo fizer sua parte na preservação ambiental, a natureza agradecerá e o mundo será melhor. Esse discurso, na realidade, revela uma postura alienante, pois obscurece o fato de que os grandes problemas ambientais têm raízes estruturais e empurra para o âmbito das atitudes individuais a solução para essas questões.

Defendemos que o avanço no estudo e na descoberta das categorias mais simples pelos estudantes, com a orientação do professor, deve ocorrer por meio da análise dos dois aspectos de cada contradição dentro de cada totalidade. Nesse processo, é crucial evitar abordagens subjetivas, unilaterais e superficiais. Essa orientação é adotada de [Tsé-Tung \(1999\)](#), que discutia a peculiaridade da contradição.

Segundo [Tsé-Tung \(1999\)](#), ser subjetivo significa não analisar o tema de maneira materialista, ou seja, não abordar o assunto de maneira concreta, conforme a acepção de Lênin sobre a análise concreta de situações concretas. É fundamental, sempre que possível, criticar as informações apresentadas pelos estudantes. Aqui, a crítica segue a abordagem marxista, visando trazer à consciência os fundamentos das informações, uma vez que mesmo aqueles familiarizados com a dialética podem incorrer em interpretações ideológicas, refletindo uma falsa consciência e incorporando interpretações metafísicas da realidade ([TSÉ-TUNG, 1999](#); [NETTO, 2011](#)).

A análise unilateral consiste em evitar a análise da categoria concreta e seus desdobramentos em vários aspectos. Conscientes da limitação de tempo para o desenvolvimento da disciplina de física ao longo do ano escolar, é um desafio abordar efetivamente a categoria em todos os seus aspectos. No entanto, é uma necessidade que o professor deve destacar continuamente aos estudantes em suas práticas de pesquisa.

Além disso, evitar a superficialidade, conforme [Tsé-Tung \(1999\)](#), implica não deixar

de aprofundar o estudo de um fenômeno em sua inter-relação com outros fenômenos, onde ele pode ser causa ou efeito. O autor destaca que a dialética marxista-leninista se destaca pelo estudo minucioso das características e contradições inerentes a todos os fenômenos, condição necessária para compreender a realidade e, conseqüentemente, ter uma base para modificá-la e transformá-la. No entanto, nas restrições do tempo e espaço escolares, é papel do professor alertar os estudantes que todo estudo não se encerra em um único módulo. Pelo contrário, ao longo da vida, eles continuamente revisitarão e aprofundarão seus conhecimentos. Esse é o processo pelo qual a humanidade se apropria cada vez mais da realidade, indo da matéria à consciência e da consciência à matéria, em um movimento em espiral. A cada iteração, esse processo revela, pela prática, os bons resultados e descarta os maus, aumentando a complexidade e, conseqüentemente, a compreensão da realidade (TSÉ-TUNG, 1999).

## 5.5 Considerações finais

Neste capítulo, fizemos uma adaptação do artigo de Freitas, Gouvea e Pereira (2023), o qual é uma publicação oriunda de estudos para esta tese, para introduzimos a ferramenta pedagógica dos diagramas categoriais, concebida para apoiar estudantes do ensino médio na transição dialética do pensamento abstrato para o concreto, em conformidade com os princípios da pedagogia histórico-crítica.

Essa ferramenta foi projetada para facilitar o ensino e a aprendizagem de conteúdos de maneira contextualizada. Fundamentada na base materialista histórico-dialética, ela promove a análise de categorias concretas e suas totalidades, ajustando-se às restrições de tempo, espaço e profundidade inerentes ao contexto escolar. No entanto, é importante reconhecer suas limitações como um instrumento capaz de representar graficamente um conjunto extenso de determinações e relações.

Os diagramas categoriais não devem ser encarados como um fim em si mesmos, mas como uma ferramenta mediadora para orientar os estudantes na construção e reconstrução, em seus pensamentos, do movimento das categorias concretas abordadas.

Nesta ferramenta, identificamos quatro funções principais para os diagramas categoriais como ferramenta de ensino-aprendizagem. Em primeiro lugar, permitem que o professor acompanhe o progresso das investigações dos alunos sobre a categoria concreta proposta. Em segundo lugar, têm o potencial de auxiliar os estudantes a manterem o foco nas relações entre as categorias dentro de recortes específicos da realidade e nas inter-relações entre as categorias em diferentes recortes, promovendo a compreensão da totalidade dos fenômenos. Em terceiro lugar, ajudam os estudantes a organizar logicamente os conhecimentos estudados. Por último, servem como base para a avaliação qualitativa dos estudantes nas atividades em que apresentam e explicam seus diagramas.

Através do uso dessa ferramenta, o professor pode criar um contexto para avaliar se há evidências do avanço do conhecimento dos estudantes do nível caótico para o sintético, indicando se sua compreensão se aproxima da do professor. Além disso, ela se torna um instrumento auxiliar no planejamento de ensino, permitindo que o professor elabore um diagrama categorial que expresse sua própria análise da prática social global relacionada à categoria concreta em estudo. Dessa forma, o professor estará mais preparado para orientar os alunos, sugerindo materiais de pesquisa e auxiliando-os a manter o foco em seus estudos para atingir os objetivos de aprendizado dos conhecimentos mais relevantes relacionados à atividade.

Embora o trabalho teórico de idealização dessa ferramenta tenha fundamentação na dialética, o próximo passo crucial é testá-la em um contexto real de ensino e aprendizagem no nível médio. Essa prática em sala de aula é essencial para identificar seus pontos fortes, limitações e possíveis aprimoramentos.

No próximo capítulo, descreveremos e analisaremos a aplicação desta proposta de ferramenta de ensino-aprendizagem no contexto da disciplina de física, realizada em um escola pública de ensino médio.



## 6 EXPERIMENTO DE APLICAÇÃO DA FERRAMENTA DOS DIAGRAMAS CATEGORIAIS

A elaboração teórica apresentada no capítulo anterior nos encaminhou para a aplicação e análise da ferramenta desenvolvida que exporemos neste capítulo.

### 6.1 Contexto da pesquisa realizada

O experimento de aplicação da ferramenta de diagramas categoriais se deu na escola onde o pesquisador desta tese exercia docência há cerca de cinco anos. Era uma escola pública estadual de ensino médio, ensino técnico integrado (i.e., destinado à formação profissional concomitante ao ensino médio) e ensino técnico subsequente (i.e., destinado a portadores de diploma de ensino médio), situada em um município da região metropolitana de Porto Alegre/RS. A escola fica na região central da cidade e recebe a maioria dos seus alunos dos diversos bairros do município.

A escola contava com cerca de 40 professores de sala de aula e com um total de cerca de 750 alunos matriculados<sup>1</sup>, distribuídos em cerca de 300 alunos no turno da manhã, 200 no turno da tarde e 250 no turno da noite (entre esses, 60 alunos eram do ensino técnico subsequente). Nesta escola, existiam apenas dois professores formados em física (um deles era o professor-pesquisador desta tese) que juntos atendiam a todas as turmas. A escola não possuía um docente formado em química; essa disciplina era ministrada por um professor de física ou biologia.

O professor-pesquisador que participou desta investigação lecionava física, química e matemática para algumas turmas de ensino médio e técnico integrado, e atuava na escola desde outubro de 2017. Em 2022, a organização das disciplinas que este professor-pesquisador ministrava foi a seguinte: no turno da manhã, lecionava física de 1º ano para duas turmas, química de 2º ano para duas turmas e química de 3º ano para uma turma. No turno da tarde, lecionava física e química de 1º ano para duas turmas e física de 2º ano para uma turma de ensino técnico integrado. Ainda, no turno da noite, lecionava física e matemática de 1º ano para uma turma, física de 2º ano para uma turma e física de 3º ano para uma turma, além de física de 1º, 2º e 3º anos para três turmas de ensino técnico integrado de cada um dos respectivos anos. Ao todo, existiam três planejamentos de física (para 1º, 2º e 3º anos), três de química (para 1º, 2º e 3º anos) e um de matemática (para 1º ano) que atendiam a 14 turmas distintas, sendo seis turmas de 1º ano (uma técnica), cinco de 2º ano (duas técnicas) e três de 3º ano (uma técnica).

---

<sup>1</sup> A frequência dos alunos foi diminuindo ao longo do ano. Transferências de escola, abandonos e faltas prolongadas fizeram com que o total de alunos que chegaram ao término do ano letivo fosse reduzido em pelo menos 40%.

Em um regime de trabalho de 40 horas semanais, a maior carga-horária do professor-pesquisador era no turno da noite, a ser cumprida em três noites. A carga-horária do turno da manhã era cumprido em duas manhãs e do turno da tarde em duas tardes. As disciplinas de física das turmas tinham dois períodos semanais de 50 minutos cada. As exceções foram as turmas de 2º e 3º anos do ensino técnico integrado e do 2º ano do ensino médio que tinham somente um período semanal cada.

Escolhemos três turmas de 1º ano do ensino médio para participarem do nosso experimento. O critério de escolha foi que fossem turmas da mesma etapa e modalidade de ensino, sendo uma de cada turno da escola, pois cada turno tinha suas particularidades.

A [Tabela 1](#) apresenta alguns dados estatísticos das turmas participantes desta pesquisa. As turmas participantes receberam os seguintes códigos: manhã, código M; tarde, código T; e noite, código N.

Tabela 1 – Distribuição dos estudantes por turma de acordo com a matrícula do ano letivo de 2022

Código da turma	Total	Matrículas				Cancelados	Evadidos	Moda das idades
		ativas (% do total)	Transferidos de escola	Transferidos de turma	Transferidos			
M	32	18 (56%)	11	2	0	1	16	
T	34	16 (47%)	6	7	0	5	16	
N	32	14 (44%)	5	1	5	7	17	

Fonte: Elaborada pelo autor.

Nota: Os códigos M, T e N se referem às turmas dos turnos da manhã, tarde e noite, respectivamente. O “Total” refere-se ao número de estudantes listados em cada turma em 2022. As “Matrículas ativas” e o “Percentual do total” referem-se aos estudantes habilitados no caderno de chamada, que frequentavam as aulas entre novembro e dezembro, mas significa, necessariamente, que todos eram assíduos. Os “Cancelados”, em geral, foram estudantes adultos que abandonaram o curso; e os “Evadidos”, em geral, eram alunos menores de idade que a escola tentava a busca ativa. A “Moda das idades” dos estudantes foi realizada apenas com as matrículas ativas nos cadernos de chamada.

A [Tabela 1](#) evidencia duas características do público pesquisado que chamaram a nossa atenção. Notamos que todas as turmas sofreram grandes perdas de matriculados. As turmas do diurno tiveram a diminuição dos matriculados principalmente por transferências de escola ou de turma. E a turma do noturno teve maior perda por cancelamentos e evasões. Também, notamos que a moda das idades dos alunos do turno noturno era um ano acima das modas das turmas do diurno, evidenciando que aqueles estudantes tinham, em sua maioria, um atraso escolar de um ano, relativamente aos estudantes do diurno.

Sem entrarmos em especificações técnicas do tamanho das salas e sua capacidade, e supondo a adequação legal do número total de estudantes admitidos para matrícula pela administração da escola por sala, percebemos que as matrículas ativas estavam todas abaixo de 60% da capacidade inicial, o que demonstra o grau de esvaziamento das turmas perto do término do ano letivo. Em especial, percebemos que a turma da noite teve um grau de esvaziamento maior. Soma-se a isso o fato de que raramente os 14 alunos com matrícula ativa da turma do noturno compareciam ao mesmo tempo às aulas.

Sobre o currículo, todas as turmas do 1º ano da escola tinham 14 disciplinas, a saber, 1) física, 2) química, 3) biologia, 4) história, 5) geografia, 6) filosofia, 7) português, 8) literatura, 9) inglês, 10) matemática, 11) educação física, 12) projeto de vida, 13) mundo do trabalho e 14) cultura e tecnologias digitais. Essas três últimas disciplinas eram do Novo Ensino Médio Gaúcho, que começava a ser implementado naquele ano letivo (2022) em toda a rede estadual de ensino. As disciplinas de filosofia, geografia, educação física e literatura, para as turmas do diurno, eram ministradas no turno inverso em um dado dia da semana. Já para a turma do noturno, a escola tinha uma organização que colocava um período das disciplinas de maior carga horária para serem ministradas a distância de forma assíncrona. Assim, liberava espaço na grade horária da noite para as citadas disciplinas fossem ministradas presencialmente, sem precisar recorrer à medida do turno inverso, o que não seria possível.

A seguir, faremos algumas considerações sobre as especificidades de cada turno.

### 6.1.1 Turno da manhã

O período matutino da escola, oficialmente, tinha cinco períodos de 50 minutos cada, começando às 7 h e 45 min e terminando às 11 h e 55 min, sem intervalo. No entanto, como veremos se repetir nos outros turnos, esse não era o horário praticado no dia a dia. Abstendo-nos de emitir juízo de valor, e entendendo que as peculiaridades da escola e do seu público contribuíram para conformar, na prática, um horário diferente, verificamos que, efetivamente, esse turno se dava das 7 h e 45 min às 11 h e 55 min, com 10 minutos de intervalo entre o 3º e o 4º períodos. Para formar o intervalo, cinco minutos eram subtraídos do 3º e do 4º períodos (Cf. [Quadro 2](#), p. 126).

Outra peculiaridade da escola no turno da manhã, que se repetia no turno da tarde, era a destinação de 10 minutos para o lanche das turmas. Esses 10 minutos diários eram subtraídos de algum dos períodos de aula, ficando os 10 minutos do intervalo destinados para a recreação de toda a escola. Os 10 minutos para o lanche era a medida adotada pela administração da escola para que os alunos passassem pelo refeitório e consumissem a merenda escolar. O refeitório era um espaço que não comportava todos ou boa parte dos alunos do turno ao mesmo tempo, e os funcionários da cozinha não conseguiriam atender a todas as turmas de maneira satisfatória durante o tempo do intervalo. Assim, havia um

cronograma para que cada turma passasse pelo refeitório antes do sinal do intervalo ou imediatamente após o mesmo.

Quadro 2 – Quadro horário do turno da manhã

<b>Períodos</b>	<b>Horário oficial</b>	<b>Horário praticado</b>	<b>Duração praticada do período (min)</b>
1 <sup>o</sup>	7:45 – 8:35	7:45 – 8:35	50
2 <sup>o</sup>	8:35 – 9:25	8:35 – 9:25	50
3 <sup>o</sup>	9:25 – 10:15	9:25 – 10:10	45
Intervalo	Sem intervalo	10 min	–
4 <sup>o</sup>	10:15 – 11:05	10:20 – 11:05	45
5 <sup>o</sup>	11:05 – 11:55	11:05 – 11:55	50

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Dentro do 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup>, 3<sup>o</sup> ou 4<sup>o</sup> períodos, de acordo com um cronograma, ocorria o lanche das turmas. Eram subtraídos 10 minutos de algum desses períodos para esta atividade.

Os horários das turmas para o lanche eram alterados durante o ano, principalmente após o recesso do meio do ano, pois certos vícios passavam a prejudicar o andamento das disciplinas. Por exemplo, este professor-pesquisador passou por um período de cerca de um trimestre e meio em que o horário do lanche de uma das turmas iniciava às 10 h, portanto, a 10 minutos do término do 3<sup>o</sup> período, que já era de 45 minutos. Como o 3<sup>o</sup> período se encerrava às 10 h e 10 min, o lanche ficava contíguo ao horário do intervalo, acarretando que o 3<sup>o</sup> período ficava com 35 minutos de duração. Esse fato, com o passar do tempo, criou um comportamento de antecipação de expectativa da turma para a chegada do lanche, causando por diversas vezes uma dispersão precoce da atenção dos estudantes, prejudicando ainda mais o período de aula. Além disso, essa turma tinha os dois períodos semanais de física em dias diferentes em que coincidia o mesmo horário para o lanche. Ou seja, de 100 minutos semanais previstos, perdiam-se 30 minutos ou mais com peculiaridades da escola, que necessariamente impactavam o desenvolvimento da disciplina.

Além das perdas de minutos-aula devido a essas peculiaridades, haviam perdas na execução dos momentos de entrada, saída e idas e retornos dos estudantes durante o intervalo e o lanche. Na hora de início do 1<sup>o</sup> período, em geral, ocorriam atrasos de 5 a 10 minutos. No último período também ocorriam perdas, pois os estudantes, ao longo do ano, iam forçando uma liberação mais cedo (antecipando de 5 a 10 minutos o horário previsto) por diversos motivos, entre eles, alegando que trabalhavam no período da tarde e tinham pouco tempo para se preparar. A administração da escola e os professores não tinham muitos meios de fazer cumprir, principalmente, o horário de saída, pois os próprios estudantes não mais se interessavam pelas aulas à medida que o fim do ano se aproximava.

### 6.1.2 Turno da tarde

O turno da tarde também contava com cinco períodos, oficialmente se iniciando às 13 h e se encerrando às 17 h e 10 min, sem o intervalo de 10 minutos entre o 3º e o 4º períodos. Na prática, porém, exista sim o intervalo de 10 minutos entre os referidos períodos, sendo formado pela retirada de cinco minutos do 3º e do 5º períodos. À tarde também funcionava o sistema do cronograma de 10 minutos para o lanche, pois o horário do intervalo era destinado para a recreação de todas as turmas (Cf. [Quadro 3](#), p. 127).

Quadro 3 – Quadro horário do turno da tarde

Períodos	Horário oficial	Horário praticado	Duração praticada do período (min)
1º	13:00 – 13:50	13:00 – 13:50	50
2º	13:50 – 14:40	13:50 – 14:40	50
3º	14:40 – 15:30	14:40 – 15:25	45
Intervalo	Sem intervalo	10 min	–
4º	15:30 – 16:20	15:35 – 16:25	50
5º	16:20 – 17:10	16:25 – 17:10	45

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Dentro do 1º, 2º, 3º ou 4º períodos, de acordo com um cronograma rotativo, ocorria o lanche das turmas. Eram subtraídos 10 minutos de algum desses períodos para esta atividade.

Neste turno também ocorria o fenômeno da pressão, pelos estudantes, do término do turno antes do previsto, levando a antecipações de 5 a 10 minutos. Isso fazia com que o 5º período tivesse, por vezes, 35 minutos. Por mais que os estudantes fossem avisados de que os portões da escola não seriam abertos mais cedo, eles forçavam a saída das salas de aula, mesmo que tivessem que esperar à frente do portão de saída da escola. A administração da escola não contava com muitos meios de conter os estudantes, pois a penalidade maior, que seria a aplicação de suspensões por desobediência às regras da escola, não era temida e nem factível de ser utilizada muitas vezes.

### 6.1.3 Turno da noite

O turno da noite era o mais complicado de todos. Este turno tinha, oficialmente, seis períodos de 50 minutos cada, sendo que o 1º período seria ministrado na modalidade de educação a distância (EAD), com aulas assíncronas registradas como sendo postadas no horário das 17 h e 40 min às 18 h e 30 min. A ferramenta disponibilizada para a viabilização desse período era o *Google Sala de Aula*. Este é um ambiente virtual de aprendizagem desenvolvido pela empresa americana *Google Limited Liability Company (Google LLC)*. Essa ferramenta podia ser utilizada com todas as turmas, e tinha sido disponibilizada a

partir da necessidade do ensino remoto no período mais crítico da pandemia da COVID-19 em 2020 e 2021.

Na prática, esse 1º período era precariamente aproveitado pelas turmas, pois era utilizado apenas para a postagem de materiais de estudo ou atividades simples, as quais não necessariamente eram para ser entregues por meio da plataforma. Também, para os professores, não era obrigatório o uso da mesma, e os alunos não se sentiam obrigados a utilizá-la por diversos motivos, inclusive pela falta de meios para tal. Em particular, o professor-pesquisador desta tese utilizou os períodos de atividades EAD para a postagem de exercícios para casa, os quais raramente eram devolvidos prontos. O que acontecia era que na maioria das vezes as atividades propostas eram feitas em sala de aula. Os estudantes alegavam que não encontravam tempo para realizar as tarefas ou que encontravam dificuldades ao fazê-las sozinhos.

Os cinco períodos de aulas presenciais eram previstos para ter início às 18 h e 30 min, com encerramento às 22 h e 40 min, sem intervalo. Porém, como exposto anteriormente, havia um horário conformado pelas condições concretas de funcionamento da escola. O horário praticado, já próximo do fim do ano, era de 18 h e 30 min às 22 h, com 10 minutos de intervalo entre o 4º e o 5º períodos. Este horário era formado pela subtração de cinco minutos do 4º e do 5º períodos. Nessas condições, o 6º período ficava prejudicado em 40 minutos. O 6º período iniciava às 21 h e 50 min e tinha apenas 10 minutos de duração (Cf. [Quadro 4](#), p. 129). Nesse tempo, não era possível realizar uma aula convencional. O que se podia fazer, por exemplo, era uma pequena exposição de algum trabalho para ser feito em casa, com prazo de entrega para a aula seguinte. Como este período era severamente prejudicado, eventualmente se fazia a rotatividade de disciplinas no quadro horário das turmas, visando mitigar os danos causados nos desenvolvimentos das disciplinas que ocorriam naquele período. Preferencialmente, a administração escolar destinava para o 6º período disciplinas que possuíam a partir de dois períodos semanais, evitando colocar no último período disciplinas com apenas um período semanal.

A alegação dos alunos para a impossibilidade de ficarem até o horário previsto para o encerramento, às 22 h e 40 min, era a perda do horário dos ônibus para o retorno às suas casas. Alegavam que se perdessem os ônibus do horário por volta das 22 h, ou não haveria mais ônibus em circulação, ou o próximo passaria demasiado tarde, e muitos tinham trabalhado durante todo o dia e teriam pouco tempo para descansar para a próxima jornada de trabalho. Nós não investigamos em profundidade os detalhes das alegações dos estudantes, apenas constatamos que, de fato, a escola funcionava desta maneira no encerramento do turno. Por uma questão de escopo, não foi do nosso interesse avançar em investigações do por quê dessas conformações estruturais da dinâmica dessa escola, mas supomos que as razões para isso são bastante complexas que vão além do simples descumprimento da “letra fria” de diretrizes ou regulamentos. Uma análise materialista

desta situação concreta nos desviaria do nosso objetivo de pesquisa.

Quadro 4 – Quadro horário do turno da noite

Períodos	Horário oficial	Horário praticado	Duração praticada do período (min)
1º (EAD)	17:40 – 18:30	Cumprido de forma assíncrona	50
2º	18:30 – 19:20	18:40 – 19:20	40*
3º	19:20 – 20:10	19:20 – 20:10	50
4º	20:10 – 21:00	20:10 – 20:55	45
Intervalo	Sem intervalo	10 min	–
5º	21:00 – 21:50	21:05 – 21:50	45
6º	21:50 – 22:40	21:50 – 22:00	10**

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: \* Os estudantes chegavam à escola às 18 h e 30 min e tinham 10 min de lanche no início do 2º período. \*\* Este tempo começou a ser praticado próximo do fim do ano letivo; mas no início do ano, o término do turno não passava de 22 h 20 min.

No turno da noite não havia o horário do lanche, como no diurno, mas havia a possibilidade, daqueles que assim o desejassem, de realizar uma refeição na chegada à escola, a partir das 18 h e 30 min. A duração desse lanche também era de 10 minutos. Assim, os professores apenas iam para as salas de aula após às 18 h e 40 min, já que mesmo que houvesse alunos que não fossem para o lanche, sempre existia uma parcela da turma nesta atividade, impossibilitando o início da aula. Com isso, o 2º período também ficava prejudicado, no mínimo, em 10 minutos, pois ocorria com frequência que muitos alunos chegavam à escola até às 19 h, com a alegação de que estavam retornando do trabalho e era impossível que chegassem mais cedo. Como percebemos, o público do turno noturno era composto majoritariamente por estudantes que trabalhavam, e muitos problemas difusos prejudicavam o funcionamento previsto para o turno. Esses problemas tinham que ser equacionados pela equipe diretiva de modo a não inviabilizarem a presença desses estudantes na escola. Caso contrário, poderia aumentar os abandonos ou evasões.

Em particular, uma característica que afetava a disciplina de física do 1º ano do noturno era o fato de que um dos dois períodos semanais da disciplina era ministrado na modalidade EAD, resultando que esta turma tinha aulas presenciais de física apenas uma vez por semana.

## 6.2 Planejamento

Para o experimento de uso da ferramenta dos diagramas categoriais que desenvolvemos, destinamos o 4º bimestre<sup>2</sup> do ano letivo de 2022. Oficialmente, este bimestre teve

<sup>2</sup> Em 2022, as escolas estaduais cumpriram um calendário letivo com quatro bimestres.

início em 5 de outubro e término em 16 de dezembro. No entanto, devido aos conselhos de classe, que foram realizados no período de mudança do 3º para o 4º bimestre, e às diretrizes da escola para o encerramento do ano letivo, em dezembro, efetivamente tivemos o período de 10 de outubro (segunda-feira) a 9 de dezembro (sexta-feira) para executar o nosso planejamento.

Como já indicado no artigo transcrito no capítulo anterior, escolhemos a categoria concreta “Satélites artificiais” como o tema a ser explorado com os alunos na disciplina de física. Para cumprir com o objetivo da escola de socialização de saberes sistematizados da cultura elaborada nas diferentes disciplinas do currículo, optamos pela maior ênfase no desenvolvimento do eixo da “Ciência”. Assim, destinamos o maior tempo de aulas para a socialização dos saberes da física necessários para a compreensão da cinemática circular e da dinâmica de corpos em órbita devido à força da gravidade. O período destinado para as aulas da ênfase no eixo da “Ciência” foi de 10 de outubro a 18 de novembro, abrangendo, ao todo, seis semanas ou 12 períodos de aula, com exceção da turma de 1º ano do noturno, que possuía apenas uma aula presencial por semana e, ao todo, tiveram 6 aulas presenciais sobre o eixo da “Ciência”.

Os conteúdos que foram abordados com as turmas no eixo da “Ciência” foram:

- Cinemática circular
  - Apresentação da transmissão ao vivo das imagens da Estação Espacial Internacional (ISS, no acrônimo em inglês), disponível no *YouTube* ([NASA LIVE STREAM, 2023](#)) (Cf. Figura 4, p. 132).
  - Problematização das informações da citada transmissão do *YouTube*, tais como período orbital, latitude, longitude, altitude e velocidade orbital. Problematização de eventuais interrupções do sinal transmitido devido a condições atmosféricas adversas e variações na telemetria da estação (e.g., problematizamos variações da altitude e da velocidade orbital e fenômenos atmosféricos que apareciam no vídeo, tais como as auroras). Problematização de eventuais citações, pelos alunos, da desinformação sobre o errôneo “modelo da Terra plana”, etc.

Por problematizações, queremos dizer perguntas feitas aos estudantes sobre o significado dos conceitos, eventos e informações disponíveis no vídeo, visando corrigir más interpretações ou vincular os conceitos técnicos mostrados na transmissão com suas interpretações físicas, para compartilharmos um entendimento científico do que era falado.
  - Apresentação do cálculo aproximado do período orbital da ISS, usando cinemática circular, com base nas informações do vídeo com relação à altitude da estação em relação à superfície da Terra, sua velocidade orbital instantânea

e buscando a informação do valor médio do raio da Terra na Internet (Cf. Figura 5, p. 132).

- Modelos planetários geocêntrico e heliocêntrico
  - Apresentação qualitativa do sistema ptolomaico do movimento planetário.
  - Apresentação do simulador *Stellarium*<sup>3</sup> da visualização do céu para mostrar o movimento retrógrado de Marte (Cf. Figura 6, p. 133) bem como dos planetas Mercúrio, Vênus, Júpiter e Saturno, e introduzir o sistema copernicano do movimento planetário.
- Leis de Kepler
  - Apresentação qualitativa das leis de Kepler, com ênfase na primeira e na segunda leis, com o auxílio de figuras e do simulador de órbitas planetárias, acessado por navegador web, da Universidade de Nebraska-Lincoln ([PLANETARY ORBITS LAB, 2023](#)) (Cf. Figura 7, p. 134).
  - Apresentação quantitativa da terceira lei de Kepler, com a realização de exercícios de determinação do período orbital ou determinação do semieixo maior da órbita de planetas que orbitam o Sol, usando dados astronômicos tabelados como fonte de informação e de conferência dos resultados obtidos.
- Lei da gravitação de Newton
  - Apresentação qualitativa e quantitativa da lei da gravitação de Newton, com ênfase no movimento de planetas e satélites.
  - Apresentação qualitativa dos quatro tipos de órbitas previstas pela lei da gravitação (i.e., circular, elíptica, parabólica e hiperbólica).
  - Revisão da terceira lei de Kepler com a contribuição de Newton para a determinação da constante de proporcionalidade  $C$ .

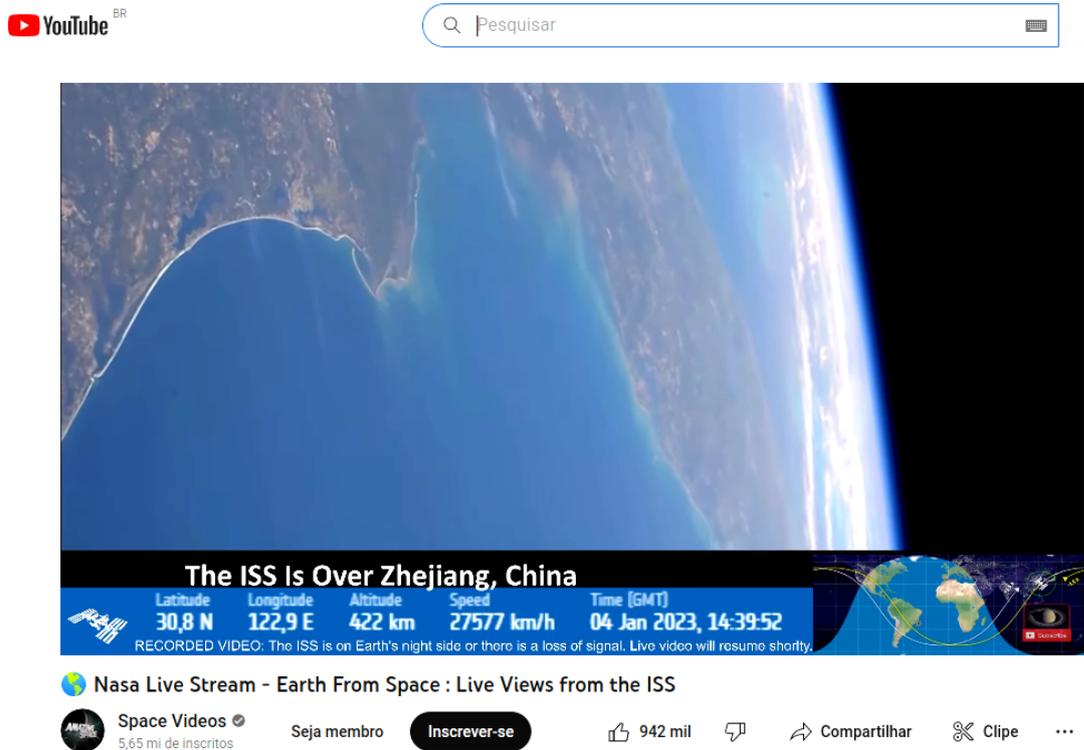
$$\frac{T^2}{R^3} = C = \frac{4\pi^2}{GM},$$

onde  $T$  é o período orbital;  $R$ , o semieixo maior da órbita;  $G$ , a constante gravitacional; e  $M$ , a massa do objeto astronômico que está sendo orbitado.

Os eixos de “Tecnologia”, “Sociedade” e “Ambiente” foram planejadas para serem executadas em três semanas, de 21 de novembro a 9 de dezembro, em um total de 6 aulas

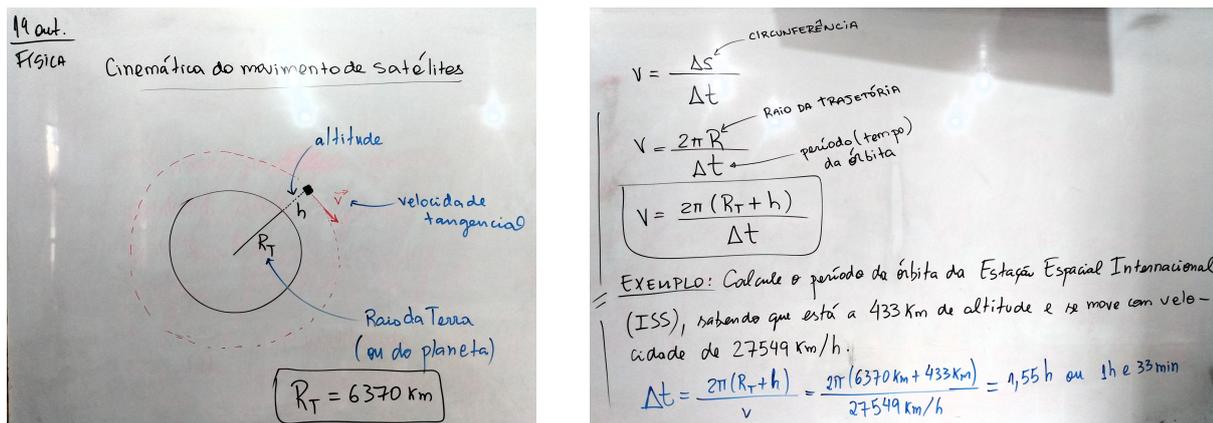
<sup>3</sup> O *Stellarium* é um software gratuito, de código aberto, que simula a observação astronômica do céu, tanto a olho nu quanto com telescópio. Possui versões instaláveis para as plataformas mais comuns, além de uma versão *web* ([STELLARIUM, 2023](#)).

Figura 4 – Captura de tela do canal *Space Videos*, no *YouTube*, transmitindo imagens da Estação Espacial Internacional.



Fonte: [Nasa Live Stream \(2023\)](#).

Figura 5 – Fotografias do quadro branco apresentado para uma das turmas com o cálculo do período orbital da Estação Espacial Internacional.

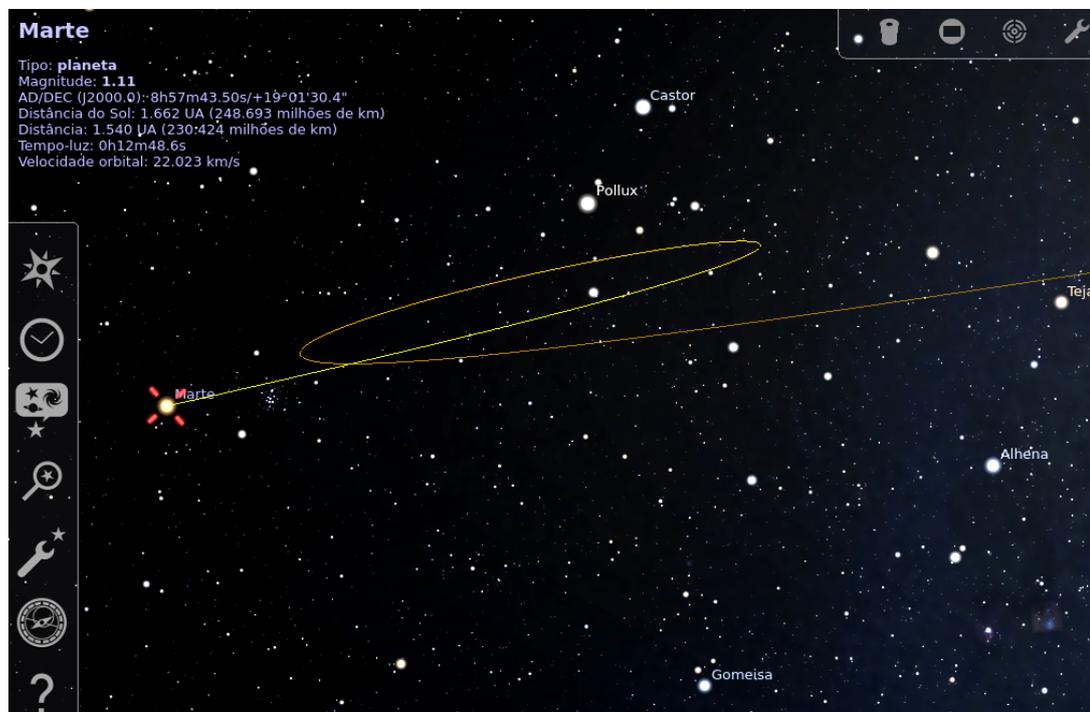


Fonte: Elaborados pelo autor.

(ou 3 aulas presenciais para a turma do noturno), por meio de pesquisas em grupos, com a indicação de textos e vídeos de apoio.

O objetivo era que os estudantes interagissem no grupo para juntos realizarem a tarefa de construção do diagrama categorial, o qual deveria ser apresentado pelo grupo na terceira semana, quando entregassem o trabalho pronto. Entretanto, a última semana de

Figura 6 – Captura de parte da tela de exibição do software *Stellarium*, mostrando o rastro da trajetória aparente do planeta Marte visto da Terra, o que caracteriza o movimento retrógrado. Isto foi usado para auxiliar o entendimento dos estudantes sobre os epiciclos no modelo ptolomaico do movimento planetário.



Fonte: [Stellarium \(2023\)](#).

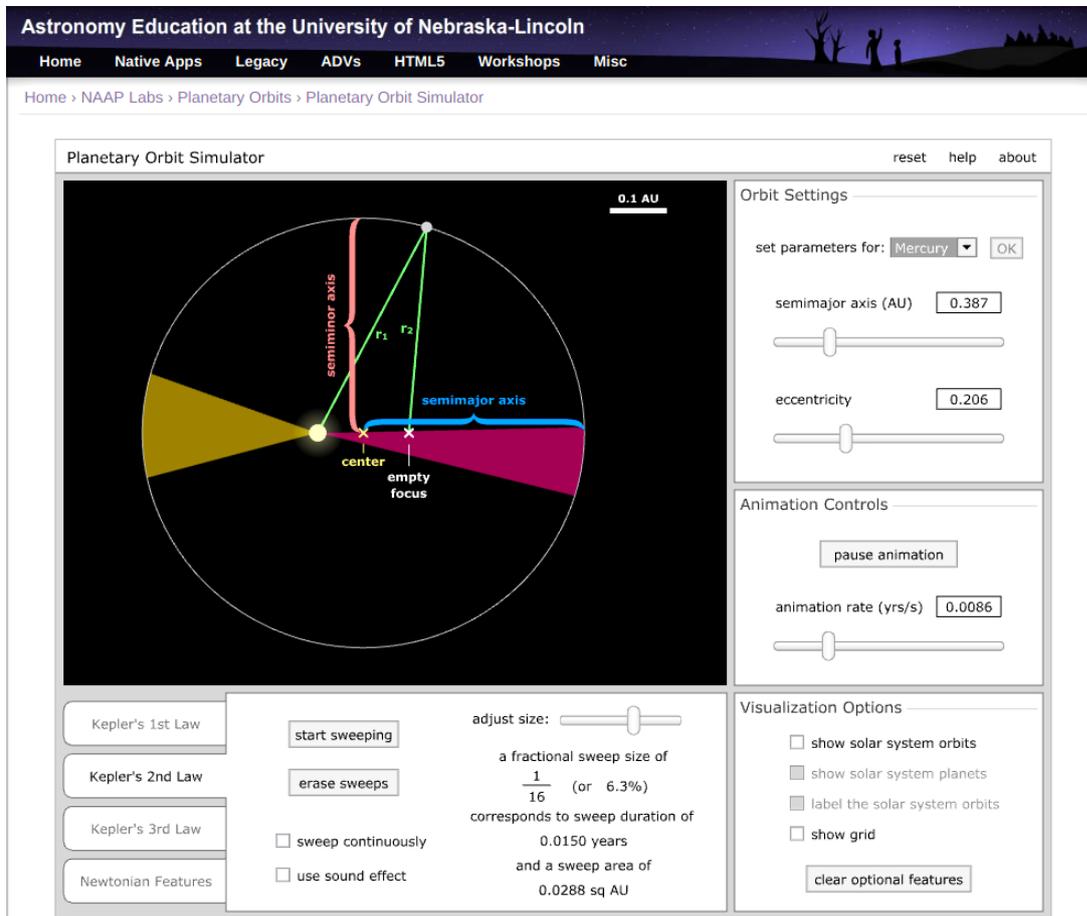
aula foi bastante conturbada e não foi possível a apresentação de grupos. O que ocorreu foi a entrega dos diagramas produzidos pelos grupos, seguida de uma entrevista semiestruturada (Cf. [Apêndice B](#), p. 185) com alguns dos participantes de cada grupo.

O tempo destinado para o estudo dos três outros eixos do diagrama categorial foi usado pelos estudantes de acordo com combinações entre eles para atingirem a melhor estratégia para eles. Com os alunos reunidos em sala de aula, o professor-pesquisador apenas cobrava a execução da tarefa, sem exigir que todos estivessem trabalhando em um determinado eixo ao mesmo tempo, e ajudava-os com tirada de dúvidas e dicas. O gerenciamento de quais etapas da atividade enfrentar primeiro foi deixado a cargo dos grupos. De acordo com as demandas dos grupos, eram feitas explicações e esclarecimentos sobre o que esperávamos como resultado da atividade. Em suma, adotamos uma estratégia de maior autonomia dos grupos. Na última semana de aulas, contávamos com a apresentação dos diagramas em sala de aula, mas isso não foi possível.

Os textos e vídeos sugeridos foram os seguintes:

- Para o eixo “Tecnologia”
  - Matéria do *site* CNN Brasil intitulada “Startup americana pretende ‘arremes-

Figura 7 – Captura da tela de exibição do aplicativo *web* da Universidade de Nebraska-Lincoln desenvolvido para auxiliar no ensino e aprendizagem das três leis de Kepler.



Fonte: [Planetary Orbits Lab \(2023\)](#).

sar' foguetes ao espaço usando força centrífuga" ([WATTLES, 2022](#)). O texto abordava um projeto da empresa *SpinLaunch* para colocar satélites em órbita usando um rotor que imprime alta velocidade tangencial a um projétil que transporta um pequeno satélite.

- Vídeo no *YouTube* que explica o projeto da empresa citada no item anterior: *SpinLaunch* ([REVERSE ENGINEERING, 2023](#)).
- Matéria do *site* Mundo GEO intitulada "Como a Virgin Orbit vai usar Alcântara para impulsionar lançamentos com o sistema LauncherOne" ([RIBEIRO, 2022b](#)). O texto versava sobre os testes de um veículo lançador de satélites que usa um avião como plataforma de lançamento. O novo sistema é conhecido como *LauncherOne*, cuja propriedade é da empresa americana *Virgin Orbit*.
- Para o eixo "Sociedade"
  - Matéria do *site* Exame intitulada "Coreia do Sul completa com sucesso lança-

mento de foguete espacial de fabricação própria” (JIN-KYU, 2022), que versa sobre a entrada da Coreia do Sul na lista dos países que possuem tecnologia nacional para o lançamento de veículo espacial.

- Matéria do *site* Olhar Digital intitulada “18 anos do acidente de Alcântara, a tragédia que marcou a história do Programa Espacial Brasileiro” (ZURITA, 2021), abordando o tema da tentativa fracassada do Brasil de entrar na lista dos países possuidores de tecnologia nacional para o lançamento de veículos lançadores de satélites.
- Para o eixo “Ambiente”
  - Matéria do *site* Jornal USP intitulada “Lixo espacial é problema crescente com soluções difíceis” (TAMMARO, 2022), que aborda o tema do chamado lixo espacial, que são “fragmentos de foguetes e satélites, equipamentos inoperantes e até ferramentas perdidas por astronautas” (TAMMARO, 2022) deixados na órbita da Terra e que oferecem diversos riscos.
  - Vídeo no *YouTube* do canal TV Unesp intitulado “Astrolab – Lixo Espacial” (ASTROLAB, 2019), que aborda o tema do lixo espacial, inclusive, do risco de queda de detritos na superfície da Terra.

Juntamente com uma folha sulfite de 160 g/m<sup>2</sup>, com o esqueleto do diagrama categorial pré-pronto impresso, entregamos uma folha sulfite comum (75 g/m<sup>2</sup>) com a descrição desses materiais sugeridos. Nossa intenção era que os participantes recorressem a este material para superar as suas dificuldades iniciais de pesquisa, ou mesmo utilizá-los como fonte principal de pesquisa.

### 6.3 Métodos de coleta de dados

Os métodos de coleta de dados utilizados foram: i) observação participante; ii) coleta dos diagramas produzidos pelos estudantes, em um total de cinco diagramas (i.e., dois diagramas da turma da manhã; dois diagramas da turma da tarde e um diagrama da turma da noite); e iii) entrevistas semiestruturadas com uma amostra dos participantes, em um total de 16 entrevistas.

Cabe ressaltar que a primeira etapa, referente às aulas da ênfase na “Ciência”, não contou com a coleta de materiais dos estudantes e nem teve registros de observação participante, a não ser as fotografias do quadro branco apresentadas na [Figura 5](#), na [página 132](#). Como dito anteriormente, a maior carga horária foi destinada à administração dos conteúdos planejados para o eixo da “Ciência”, que também fazia parte do currículo programático da escola.

Os estudantes foram convidados a participar desta pesquisa na semana anterior à etapa em que seria necessário o trabalho em grupo para a produção dos diagramas categoriais e a realização das entrevistas. Todos os estudantes que estavam presentes nos dias em que foram feitos os convites aceitaram participar. Assim, foi-lhes entregue o Termo de Consentimento Informado (Cf. [Apêndice A](#), p. 183) para que seus pais os autorizassem a participar da pesquisa. Foi-lhes pedido que trouxessem os termos assinados na semana seguinte. Esse termo de consentimento foi usado para a etapa de 21 de novembro a 9 de dezembro.

Na semana de início dos trabalhos (de 21 a 25 nov.), acordamos a seguinte distribuição: as turmas da manhã e da tarde formariam dois grupos cada e a turma da noite formaria apenas um grupo. Cada um dos grupos formados tinha a tarefa de produzir um diagrama categorial que seria entregue na última semana de aula (de 5 a 9 dez.), totalizando a entrega de cinco diagramas (Outros detalhes da formação dos grupos serão abordados na [subseção 6.4.1](#), página 137).

A observação participante caracteriza-se pela participação ativa do pesquisador nas atividades do grupo que está sendo observado. Ela se deu por meio de anotações de dados para a caracterização do comportamento dos estudantes durante a produção dos diagramas categoriais, tais como: a maneira como interagiram, como se organizaram, como dividiram as tarefas, suas dúvidas, comentários, etc. Para isso, em nenhum momento da realização das atividades de pesquisa para a produção dos diagramas foi utilizado gravadores de áudio, de vídeo ou tirado fotografias dos participantes, como registros auxiliares da observação participante. Essas restrições foram informadas aos pais ou responsáveis dos participantes no termo de consentimento. Optamos por essa cautela para reduzirmos a possibilidade de negativas por parte dos mesmos.

Os diagramas categoriais produzidos pelos grupos de estudantes ficaram de posse do professor-pesquisador para serem analisados em um momento posterior, após o término da burocracia para o encerramento do ano letivo de 2022. Devido às atividades de encerramento do ano letivo, não foi possível fornecer aos participantes um retorno do resultado obtido, nem mesmo foi-nos possível tirar eventuais dúvidas sobre o conteúdo dos diagramas com os participantes, uma vez que iniciou-se o período de férias escolares.

Encerramos a coleta de dados com entrevistas semiestruturadas com alguns dos participantes de cada grupo. Elas foram realizadas com uma amostra de 16 deles. Fizemos seis entrevistas com uma amostra dos participantes<sup>4</sup> da turma da manhã, sendo três participantes de cada um dos dois grupos formados; outras seis com a turma da tarde, sendo três participantes de cada um dos dois grupos formados; e, finalmente, outras quatro a turma da noite, que tinha formado apenas um grupo.

---

<sup>4</sup> Detalharemos, mais à frente, o processo de escolha dos participantes, na [Subseção 6.4.3](#).

Como dito, inicialmente tínhamos previsto uma etapa de apresentação desses diagramas categoriais pelos grupos, em sala de aula, para coletarmos dados observacionais da maneira como eles os apresentariam, bem como teríamos a oportunidade de fazer perguntas sobre o seu conteúdo, com o objetivo de nos aproximar do entendimento que eles desenvolveram com a atividade. Porém, isto não foi possível, devido às atividades de final de ano que conturbaram a última semana efetiva de aulas. A escola convocou conselhos de classe na semana de 12 a 16 de dezembro para a determinação dos alunos aprovados e dos que ficariam em recuperação. Aliás, nas últimas semanas de aula, aumentou a ocorrência de faltas, até mesmo por alunos mais frequentes que já tinham a perspectiva de aprovação.

As entrevistas semiestruturadas foram gravadas apenas em áudio (isto constava no termo de consentimento), com o auxílio de um aplicativo de celular, e contou com três blocos de perguntas (Cf. [Apêndice B](#), p. 185). Preparamos um bloco de sete perguntas sobre o dia a dia do participante, um bloco de cinco perguntas sobre a disposição do participante para com a disciplina de física e um bloco de oito perguntas sobre o processo de construção do diagrama categorial.

As perguntas sobre o dia a dia do participante visavam construir uma caracterização sobre as condições objetivas para o seu estudo e o seu acesso à escola. As perguntas sobre a disposição dos participantes para com a disciplina de física visavam obter uma ideia de como eles enxergavam a disciplina e suas dificuldades. Por fim, as perguntas sobre o processo de construção dos diagramas categoriais visavam contribuir para o nosso entendimento das impressões que os estudantes tiveram da atividade, as suas facilidades e dificuldades com ela, e nos aproximarmos do entendimento de como eles se apropriaram dos conhecimentos pesquisados e estudados para fazerem a ascensão do abstrato ao concreto em apenas um dos eixos do diagrama, bem como se eles conseguiram enxergar alguma conexão entre os eixos, o que seria interpretado como a percepção da totalidade.

## 6.4 Resultados

Os métodos de coleta de dados que nós utilizamos no permitiram obter três tipos de resultados. Foram estes: i) uma caracterização do comportamento dos estudantes durante a preparação dos diagramas categoriais, oriunda da observação participante; ii) os registros materiais dos diagramas categoriais produzidos; e iii) uma caracterização dos tipos de respostas dadas pelos participantes nas entrevistas semiestruturadas.

### 6.4.1 Caracterização do comportamento dos participantes durante a preparação dos diagramas categoriais

O professor-pesquisador desta tese, na semana anterior à execução da proposta de produção dos diagramas categoriais, solicitou aos estudantes que levassem o termo de consentimento (Cf. [Apêndice A](#), p. 183) para os seus pais para que, se possível,

autorizassem as suas participações nesta pesquisa. Foi-lhes explicado que esta atividade era de fundamental importância para o professor deles. Como este já tinha construído um entrosamento com seus educandos, conseguiu o apoio.

No entanto, este apoio não se deu sem uma contrapartida clara, isto é, sem que os estudantes tivessem algum benefício. Em geral, os estudantes, nas diferentes turmas, solicitaram uma contrapartida em termos de notas na avaliação final do 4º bimestre que se aproximava. Por exemplo, na turma T, uma aluna disse: *“O que a gente ganha com isso?”*. Em tom amistoso, o professor-pesquisador disse: *“Muitos pontos! (risos)”*. Como resultado, ficou estabelecido que se todos se dedicassem e participassem da atividade, teriam uma avaliação generosa naquele bimestre, dentro do limite do possível, sem necessidade de uma pontuação na atividade pelo nível de qualidade do material produzido, e sim pela participação e engajamento, uma vez que a ela tinha um caráter experimental.

A solicitação de contrapartidas para a participação na atividade ocorreu em todas as três turmas. Os estudantes, aliás, sempre apresentavam uma motivação a mais para fazê-las quando a mesma, na linguagem popular, “valia ponto”. Faltando poucas semanas para o término do último bimestre letivo, era compreensível a reivindicação deles. Coube ao professor-pesquisador, então, atender aos pedidos de contrapartidas.

Outras manifestações de contrapartidas foram feitas nos seguintes termos: *“Tá bom. Eu não preciso de ponto, mas meus colegas precisam. O senhor promete dar ponto para todo mundo?”*; *“Tá bom. Eu vou fazer porque eu preciso de nota com o senhor”*, etc. Houveram manifestações, no entanto, que tiveram relação com a consideração pessoal do participante para com o professor. Dois alunos da turma M, dois alunos da turma T e um aluno da turma N se manifestaram em apoio ao pedido em si, se mostrando solícitos para ajudar o professor sem contrapartidas. Por exemplo, um dos alunos da turma T disse: *“Claro professor, fale aí o que o senhor precisa que a gente vai ajudar”*. Após as negociações, foi-lhes explicado como se dariam os trabalhos.

Na semana de 21 de novembro a 9 de dezembro, iniciamos as atividades, em grupos, as quais foram realizadas ou na biblioteca da escola, a qual contava com internet sem fio e *netbooks*<sup>5</sup>; ou na sala de informática, que contava com computadores de mesa, conectados à Internet em rede cabeada.

A configuração dos grupos foi a seguinte: a turma M formou dois grupos, um com dez integrantes e outro com oito. A turma T formou dois grupos, um com nove integrantes e outro com sete. E a turma N fez apenas um grupo com sete integrantes. Na turma N, nem todos os estudantes participaram, tendo em vista que muitos faltaram as aulas das últimas semanas do ano letivo.

---

<sup>5</sup> *Laptops* pequenos, de baixo custo, destinados a trabalhos que exigem pouco poder computacional, como o acesso a páginas da Internet ou o uso de editores de texto.

As aulas das turmas participantes foram realizadas em um dos dois ambientes citados anteriormente, pois dependia da disponibilidade do espaço na agenda da escola. O nosso papel fundamentalmente foi o de tirar dúvidas e orientar os participantes sobre como eles poderiam pesquisar sobre cada um dos eixos pedidos para serem analisados a partir do diagrama categorial pré-pronto fornecido. Não exigíamos que nosso material de sugestão fosse utilizado, embora por vezes o recomendássemos quando eles tinham dificuldades com as pesquisas.

As perguntas que os participantes nos faziam eram do tipo: “*O que a gente tem que fazer?*”; “*Como que a gente faz isso?*”; “*O que é que a gente faz?*”. A cada uma dessas perguntas explicávamos a filosofia geral do que esperávamos para o trabalho, que era uma construção explicativa de cada um dos eixos do diagrama categorial pré-pronto, sintetizada em palavras-chave ou pequenos textos, que lhes ajudassem a explicar cada um dos eixos. Dizíamos que eles precisavam estudar, em cada um dos eixos, os dois polos da contradição principal, com semelhante nível de profundidade, para, somente após, se reunirem para decidir como contariam a história explicativa do que descobriram e entenderam, sintetizadas em categorias<sup>6</sup> cada vez mais simples. Para isso, teriam que recorrer a palavras-chave que os auxiliassem na explicação, ou poderiam recorrer a pequenas frases ou textos, caso sentissem dificuldade em fazer um síntese apenas com palavras-chave.

No decorrer do trabalho, percebemos que eles tinham dificuldades em fazer a análise da categoria concreta nos quatro eixos propostos. Nós enfatizávamos, a cada pergunta do tipo “como se faz”, que eles tinham que focar na análise da contradição principal apresentada a eles no diagrama pré-pronto. Dizíamos que eles tinham que buscar informações sobre cada polo da contradição apresentada e depois reconstruir, por meio de palavras-chave ou pequenas frases ou textos, uma explicação para aquele polo. Também, chamamos a atenção deles para a ideia de empilhamento das categorias explicativas de modo que os mais simples “viesses de baixo” subindo a linha explicativa, mas eles continuaram sentindo muita dificuldade em proceder dessa maneira.

Como uma forma de darmos maior suporte para a atividade dos participantes, muitas vezes tomamos como exemplo o eixo mais familiar para eles naquele momento que era o eixo da “Ciência”. Nesse eixo, a contradição principal era a atração (gravitacional) do satélite pela Terra e a não queda do mesmo no solo (ou o movimento orbital). Nós lhes perguntávamos, por exemplo, “*O que você pode dizer sobre a atração do satélite artificial pela Terra? Como isso se dá?*”. Na maioria das vezes o participante respondia: “*É a gravidade*” ou “*É pela força da gravidade da Terra*”. Também, quando lhes perguntávamos sobre o outro polo, isto é, a não queda do satélite na Terra, o participante respondia, por exemplo, “*É que ele está se movimentando muito rápido*” ou “*É que ele está sempre caindo*”.

---

<sup>6</sup> Não usamos o termo “categoria” no diálogo com os participantes para não adicionarmos mais um estranhamento com a atividade.

‘na borda’ da Terra e nunca acha o chão”. Esperávamos, com esse tipo de auxílio, que os participantes abordassem de forma semelhante os outros eixos, ou seja, que perguntassem a si mesmo sobre o que já conheciam para pensarem caminhos de pesquisa.

Nas perguntas de alguns dos participantes sobre os eixos da “Tecnologia”, “Sociedade” ou “Ambiente”, eles apenas conseguiam ter um encaminhamento para pesquisas na Internet quando lhes dávamos exemplos concretos, pois o nível de abstração do enunciado de cada um dos polos da contradição, em cada um dos eixos, parecia não lhes conduzir a um procedimento de pesquisa determinado.

Os exemplos que lhes dávamos quando nos perguntavam sobre o eixo da “Tecnologia” era a forma existente de pôr um satélite em órbita com o auxílio de foguetes, e, no polo das outras possíveis formas, citávamos a referência que havíamos sugerido, que era o projeto de um rotor lançador de satélites (WATTLES, 2022). Ademais, curiosamente, sobre a nossa sugestão de vídeo sobre o lançamento de pequenos satélites em [Reverse Engineering \(2023\)](#), não observamos nenhum dos grupos se dirigindo à página do *YouTube* para assistir ao vídeo indicado. Por vezes, o citávamos como um projeto concreto de novas formas de lançamento de satélites, mas os participantes não demonstravam interesse em investigar essa possibilidade, nem mesmo a outra possibilidade referente ao uso de avião como plataforma de lançamento disponível em [Ribeiro \(2022b\)](#).

No eixo da “Sociedade”, indicávamos que eles investigassem, ou por meio das nossas sugestões de leitura, ou por meio de pesquisa direta na Internet, algumas características compartilhadas pelas nações que detêm meios materiais, concretos, de pôr um satélite em órbita e algumas características compartilhadas por aquelas que não detêm tais meios. Ou ainda, preliminarmente, pedíamos a eles que pesquisassem quais países possuíam tecnologia para lançamento de satélites e, por consequência, a determinação de quais não possuíam. Como exemplo concreto, sempre lhes instigávamos a pesquisar sobre o caso brasileiro do chamado “Acidente de Alcântara”, ocorrido em agosto de 2003, no estado do Maranhão, que foi um incêndio, seguido de explosões, na torre de lançamento de um Veículo Lançador de Satélites (VLC) do Programa Espacial Brasileiro. Contamo-lhes que este acidente interrompeu, até a presente momento, as pretensões do Brasil de entrar na lista das nações que comercializam serviços de lançamento de satélites ([ZURITA, 2021](#)). Sobre isto, no entanto, também não observamos o interesse dos participantes pela sugestão.

Já no eixo do “Ambiente”, as dificuldades dos participantes na investigação da contradição entre, *grosso modo*, os benefícios e os malefícios dos satélites artificiais para a atividade humana, sempre lhes chamávamos a atenção para o fato de que os satélites artificiais são utilizados na comunicação global, na sensoriação remota da superfície da Terra, no posicionamento global, etc. e que, por outro lado, o uso de satélites, em geral, poderia envolver o despejo de detritos nos oceanos, com eventual atingimento do solo em zona habitada, a poluição da órbita terrestre com satélites desativados, a possibilidade de

reentrada na atmosfera etc. Com estas indicações, os participantes conseguiram se orientar sobre o que pesquisar.

De uma maneira geral, observamos que a forma de trabalho adotada pelos participante para darem conta das tarefas de investigação foi a busca, na Internet, das indicações que lhes fornecíamos. Não observamos os participantes consultando os materiais que havíamos sugerido inicialmente. Eles preferiram nos pedir esclarecimentos sobre como fazer a atividade e o que pesquisar, para, em seguida, se dirigir a um buscador da Internet para pesquisar algo que lhes pudesse servir de forma mais imediata. Por vezes, alguns dos integrantes de grupo se dirigiam a nós para se certificar se poderiam pôr uma dada solução encontrada. Por exemplo, houve participantes que trouxeram o celular preparado com algo que tinham encontrado e nos perguntavam: “*Tá bom isso aqui professor?*”; “*Posso colocar isso aqui?*”; “*Professor, eu só achei isso. É isso?*”. Nós, no entanto, dizíamos: “*Olha, vocês têm que analisar essa solução em grupo e decidir, em grupo, se isso explica ou ajuda a explicar o polo da contradição que vocês estão estudando*”. A solução majoritária deles era seguir naquilo que eles acreditavam que respondia à demanda da atividade.

Por fim, vale destacar outras duas características observadas. Primeiro, percebemos que esses participantes estavam acostumados com uma forma de trabalho que era pesquisar em qualquer *site* algo que pudesse lhes servir como resposta. Por vezes, observamos alunos colocando em um buscador da Internet exatamente o que estava escrito nos balões do diagrama (i.e., o conteúdo das caixas de texto do diagrama), a fim de encontrar uma resposta direta. Houve um caso em que uma participante nos confessou que buscou um diagrama pronto no *Brainly*<sup>7</sup> e não conseguiu um. Neste caso, contamos-lhes que seria difícil que ela achasse algo que lhe ajudasse especificamente para aquela atividade naquela plataforma, pois a atividade que ora faziam era um experimento de pesquisa em educação. Segundo, observamos que os grupos formados contavam com uma liderança de um ou dois alunos que tomavam para si a responsabilidade pela elaboração do trabalho. Eles dividiram as tarefas em subgrupos que se comprometiam a pesquisar uma parte determinada, cabendo a essas lideranças a compilação dos achados para a produção dos diagramas categoriais.

Também, no que diz respeito as nossas próprias sugestões expostas no artigo transcrito no capítulo anterior, para o trabalho didático de socialização dos conteúdos selecionados para os quatro eixos, esclarecemos que não seguimos estritamente aquelas sugestões por questões conjunturais. No artigo, havíamos sugerido ao professor que abordasse com os alunos apenas um eixo por aula, para que o eixo pudesse ser bem detalhado, usando as metodologias de ensino que ele considerasse mais adequadas para cada objetivo parcial (FREITAS; GOUVEA; PEREIRA, 2023, *post-print*). No entanto, como descrito aqui, nas

---

<sup>7</sup> O *Brainly* é uma plataforma para compartilhamento de perguntas e respostas de conteúdos disciplinares ou de concursos entre pessoas. Em especial, é usado por estudantes que estão frequentando a escola ou a universidade como ferramenta para encontrar a solução de exercícios.

condições concretas deste experimento de aplicação da nossa ferramenta, destinamos o maior tempo para o ensino do eixo da “Ciência”, ficando as abordagens dos outros três eixos para ser realizadas ao mesmo tempo, com uma metodologia menos diretiva, e em três semanas de aula. Em todo caso, acreditamos que, no essencial, mantivemos nossas diretrizes quando ao espírito da ferramenta, que era conduzir o ensino de um tema de física a partir da prática social na perspectiva da totalidade das relações entre os eixos de aprofundamento.

#### 6.4.2 Exposição dos diagramas categoriais produzidos

Como relatamos em outra parte, tivemos, ao todo, cinco grupos de participantes que produziram os diagramas categoriais que ora apresentamos. Obtivemos dois diagramas da turma M, dois da turma T e um da turma N. Designamos os grupos e os diagramas categoriais elaborados pela turma da manhã por M1 e M2, em referência, respectivamente, aos grupos 1 e 2 desta turma. Similarmente, designamos por T1 e T2 os grupos e os diagramas elaborados pela turma da tarde, e por N, o grupo e o diagrama elaborado pela turma da noite, que teve apenas um grupo formado.

Do ponto de vista amplo do conteúdo dos diagramas categoriais, pudemos observar que todos os diagramas eram diferentes entre si, não aparentando que as turmas ou os grupos tivessem compartilhado textos. Isso é um fato relevante porque, não raro, os estudantes compartilhavam trabalhos entre si no dia a dia da escola, principalmente entre as turmas do mesmo turno. Às vezes, também haviam trocas de informações entre os estudantes de turnos diferentes, em especial sobre questões de prova, quando o professor da disciplina em um turno era o mesmo no outro. As interações entre os estudantes do 1º ano do turno diurno com os do noturno, no entanto, eram raras; estas ocorriam mais entre estudantes de 2º ou 3º anos.

Agora, vamos abordar o conteúdo dos diagramas categoriais elaborados pelos participantes. Como dito, os grupos receberam uma folha sulfite, de maior densidade, tipo cartão, com o diagrama categorial pré-pronto impresso nele. Utilizamos o *software CmapTools*<sup>8</sup>, de licença gratuita, para a sua preparação, e optamos por não o utilizarmos com os participantes para o preenchimento das suas pesquisas por duas razões principais: primeiro, acreditávamos que teríamos que dispensar um tempo considerável para a instalação do programa e o ensino das suas ferramentas básicas, e, segundo, acreditávamos que, ao colocarmos o *software* como um intermediário na produção do diagrama, acrescentaríamos mais um elemento de dificuldade não habitual para eles, o que poderia desviá-los da tarefa principal. Contudo, certamente o uso de um *software* para a construção de diagramas

---

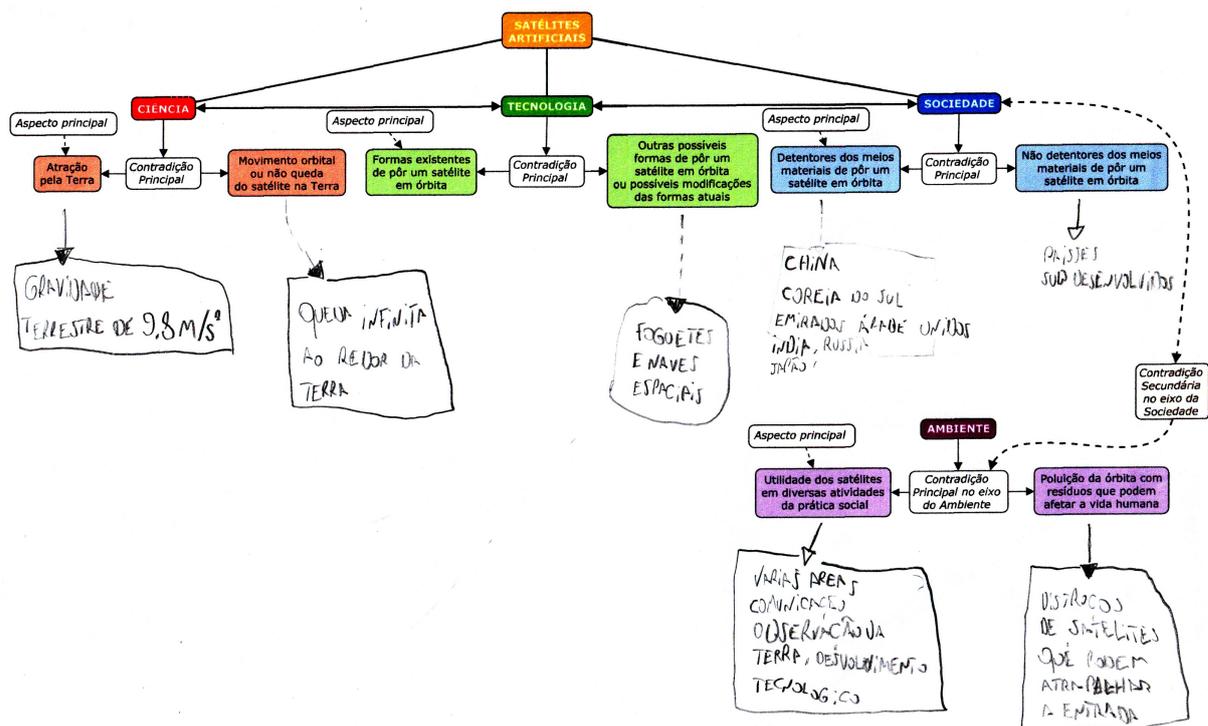
<sup>8</sup> *CmapTools* foi um programa criado para facilitar a construção de mapas conceituais (CAÑAS et al., 2004). Foi desenvolvido pelo Instituto de Cognição Humana e de Máquina (IHMC, no acrônimo em inglês), localizado na Flórida, Estados Unidos.

contribuiria com a realização do trabalho. Porém, isto seria um objetivo secundário que necessitaria ser desenvolvido com mais tempo ao longo do ano.

Na Figura 8, temos o diagrama categorial entregue pelo grupo M1. Nele, observamos que quase todos os polos da contradição principal, nos quatro eixos, receberam alguma determinação mais simples, exceto o aspecto principal da contradição principal no eixo da “Tecnologia”.

No eixo da “Ciência”, o grupo colocou a determinação mais simples “Gravidade terrestre de  $9,8 \text{ m/s}^2$ ” como um grau mais simples de abstração para o polo “Atração pela Terra”. E para o outro polo, “Movimento orbital ou não queda do satélite na Terra”, o grupo o aprofundou colocando “Queda infinita ao redor da Terra”. Essas respostas se mostraram coerentes com o que era esperado, ou seja, com o aprofundamentos das determinações abstratas em determinações cada vez mais simples. Porém, os participantes optaram por não continuar aprofundando em determinações ainda mais simples.

Figura 8 – Diagrama categorial M1.



Fonte: Elaborado pelos participantes da turma M, grupo 1.

No eixo da “Tecnologia”, o grupo colocou no polo “Outras possíveis formas de pôr um satélite em órbita ou possíveis modificações das formas atuais” a frase “Foguetes e naves espaciais”. Para nós, essa resposta não contribuiu com um grau de determinação mais simples, pois ela seria mais adequada ao aspecto principal da contradição do eixo, representada pela caixa “Formas existentes de pôr um satélite em órbita”. Não tivemos outra forma de determinar qual foi a intenção dos participantes do grupo, ou se foi um

erro de posicionamento da resposta deles.

No eixo da “Sociedade”, os participantes do grupo colocaram no aspecto principal da contradição principal uma relação de países: “China, Coreia do Sul, Emirados Árabes Unidos, Índia (sic), Rússia (sic), Japão”. Estes, de fato, são países reconhecidamente detentores de programas espaciais e tecnologias nacionais capazes de pôr satélites em órbita. No entanto, nos chamou a atenção que o grupo não elencou os Estados Unidos, que, sem dúvida, é um dos países com grande domínio tecnológico nessa área, principalmente pelas amplamente divulgadas conquistas tecnológicas da Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (NASA, no acrônimo em inglês). Já no outro polo da contradição, o grupo pôs “Países (sic) subdesenvolvidos”. Entendemos que esta foi uma resposta muito boa para o início da busca por explicações sociais do porquê determinados países não terem desenvolvido tecnologias aeroespaciais.

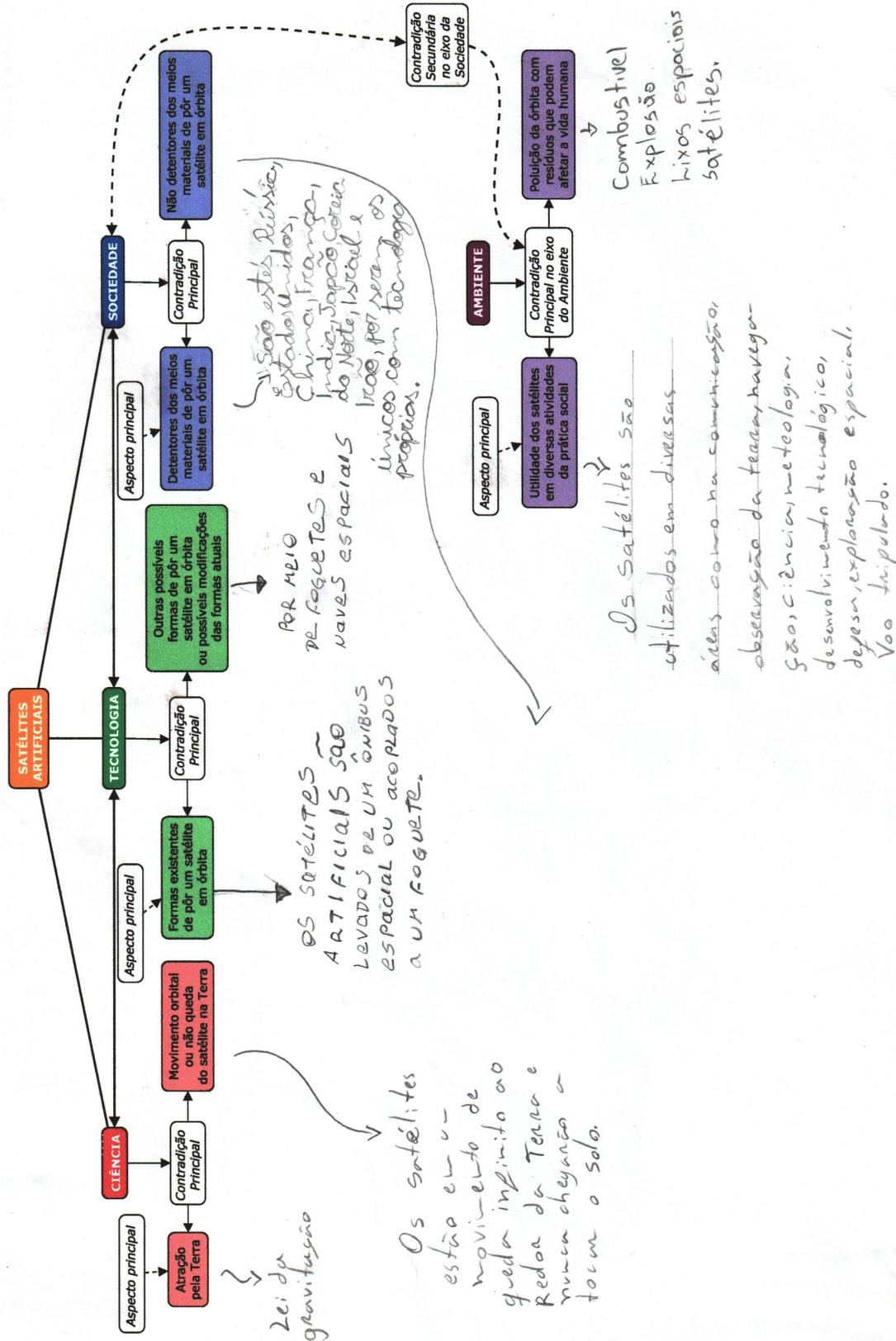
No eixo do “Ambiente”, o grupo elencou como determinação mais simples no aspecto principal da contradição alguns usos dos satélites nas atividades práticas da sociedade. Puseram: “Várias (sic) áreas (sic), Comunicação, observação da Terra, desenvolvimento (sic) tecnológico (sic)”. E, no polo oposto, qual seja, “Poluição da órbita com resíduos que podem afetar a vida humana”, o grupo colocou: “Distúrbios (sic) de satélites (sic) que podem atrapalhar a entrada”. Em ambos os casos, consideramos que as determinações foram adequadas, dentro daquilo que esperávamos que pesquisassem inicialmente.

Na [Figura 9](#) (p. 145), apresentamos o diagrama categorial do grupo M2. Este diagrama não desenvolveu um dos polos da contradição principal no eixo da “Sociedade”, diferentemente do grupo M1, que fora no eixo da “Tecnologia”. Os participantes do grupo M2 ainda desenharam uma flecha conduzindo a um espaço para a escrita de algum conteúdo, que permaneceu em branco.

No eixo da “Ciência”, o grupo colocou no polo representando o aspecto principal da contradição a frase: “Lei da gravitação”. Este é um grau mais preciso de determinação do que “Atração pela Terra”, mas parou por aí. Os participantes consideraram que não era necessário se aprofundar um pouco mais. No polo oposto, puseram a oração: “Os satélites estão em um movimento de queda infinito ao redor da Terra e nunca chegarão a tocar o solo”. Consideramos que esta foi uma resposta que sintetiza, em um grau mais preciso de determinação, a ideia de movimento satelital.

No eixo da “Tecnologia”, os participantes colocaram, como uma determinação mais simples no aspecto principal da contradição, a oração: “Os satélites artificiais são levados de um ônibus espacial ou acoplados a um foguete”. Certamente, estas são duas formas existentes, amplamente conhecidas, de pôr um satélite em órbita, embora a forma por “ônibus espacial” tenha sido aposentada pela NASA em 2011 ([LUCENA, 2021](#)). Já no polo oposto, sobre outras formas possíveis, os participantes escreveram: “Por meio de foguetes e naves espaciais”. Exceto pelas três palavras iniciais, “Por meio de [...]”, notamos que

Figura 9 – Diagrama categorial M2.



Fonte: Elaborado pelos participantes da turma M, grupo 2.

esta resposta se assemelha à resposta dada pelo grupo M1, mas não pudemos verificar se eles compartilharam esta informação.

No eixo da “Sociedade”, o grupo M2 agiu à semelhança do que fizera o grupo M1. Eles decidiram fazer uma lista de países que possuem tecnologias próprias de lançamento de satélites. Assim, puseram, abaixo da caixa do aspecto principal da contradição naquele eixo, o seguinte: “São estes Rússia, Estados Unidos, China, França, Índia, Japão, Coreia do Norte, Israel e Irã, por serem os únicos com tecnologia próprias”. Interessante notar que o último país dessa lista, o Irã, anunciou que conseguira colocar seu primeiro satélite em órbita, usando tecnologia própria, em 2009, e este fato preocupou enormemente alguns países do Ocidente. Por exemplo, o Departamento de Estado dos Estados Unidos manifestou “grande preocupação” (*great concern*, tradução nossa) com esse feito, devido à facilidade de conversão da tecnologia de foguetes para fins militares, como o desenvolvimento de mísseis balísticos (BBC NEWS, 2009).

Além disso, destacamos que, na nossa sugestão de leitura que fornecemos a eles, indicamos o caso recente da Coreia do Sul, que conseguira, em 2022, colocar seu primeiro satélite em órbita com tecnologia nacional (JIN-KYU, 2022). Esta informação foi ignorada pelo grupo M2, que não elencou a Coreia do Sul na sua lista.

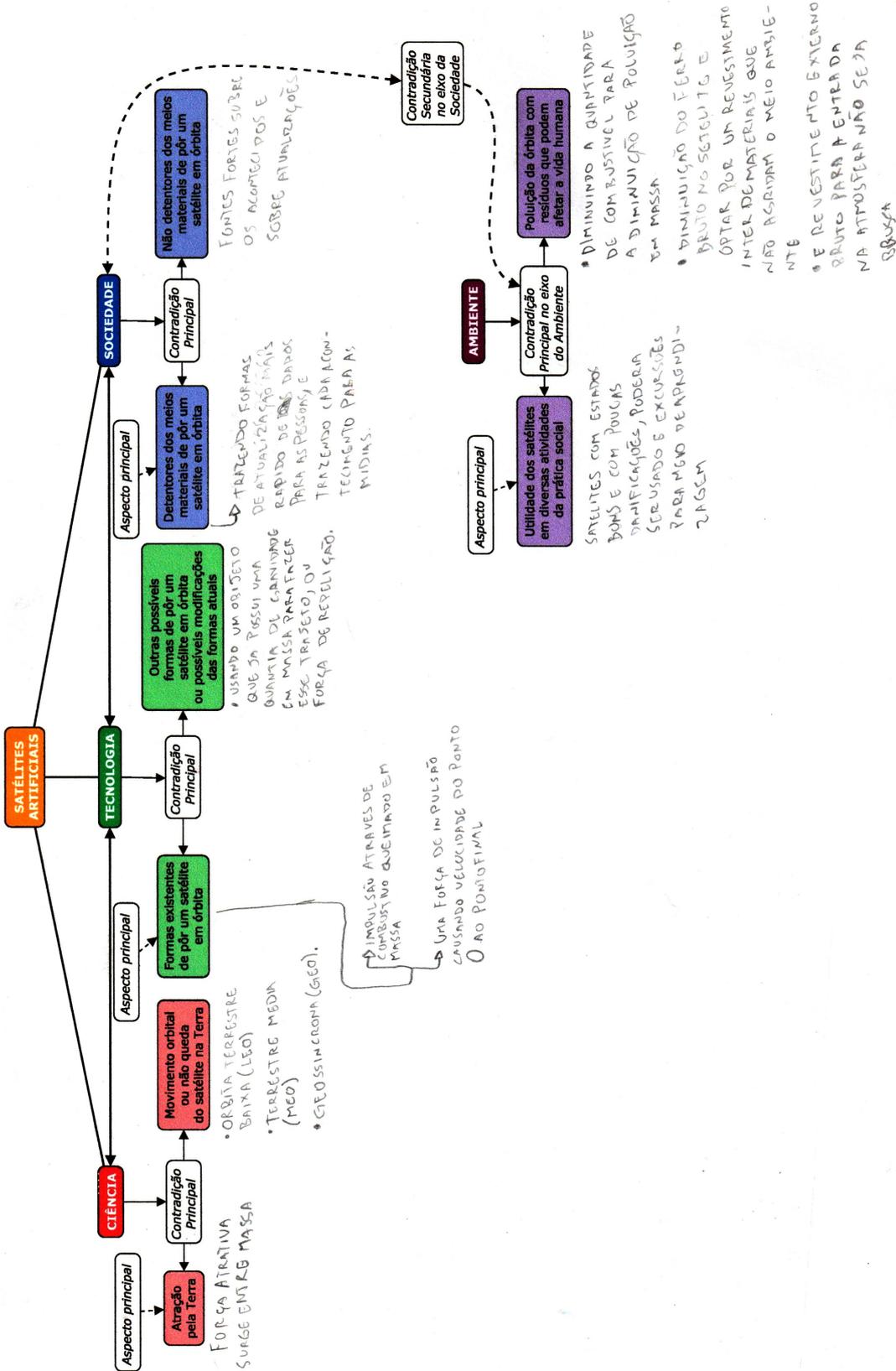
No eixo do “Ambiente”, o grupo colocou, como explicação do aspecto principal da contradição nesse eixo, a oração: “Os satélites são utilizados em diversas [várias] áreas como na **comunicação, observação da Terra**, navegação, ciência, meteorologia (sic), **desenvolvimento tecnológico**, defesa, exploração espacial, voo tripulado” (negrito e inserção nossos). Esta oração pareceu ser uma versão completa daquilo que fora elencado pelo grupo M1. Observando a inserção da palavra “várias” substituindo a palavra “diversas” e os negritos nossos, além da ordem das palavras, temos um indício da utilização da mesma fonte de consulta pelos dois grupos.

Para o outro polo da contradição, no eixo do “Ambiente”, o grupo elencou quatro conceitos, escrevendo: “Combustível (sic), Explosão, Lixos espaciais, Satélites”. Precisaríamos ter conseguido: ou analisar os diagramas categoriais entregues antes da segunda etapa das entrevistas, ou questionar o grupo em uma possível apresentação do seu diagrama para a turma, para entendermos qual o papel de cada um desses conceitos empregados para a explicação desse polo. Apenas com esses quatro conceitos elencados não avançamos para determinações mais simples.

Na Figura 10 (p. 147), temos o diagrama categorial entregue pelo grupo T1. Nele, todos os polos das contradições principais, nos quatro eixos, receberam algum desenvolvimento.

No eixo da “Ciência”, os participantes colocaram: “Força atrativa surge entre massa”. Esta foi uma ótima resposta porque vai ao encontro da essência do que significa a

Figura 10 – Diagrama categorial T1.



Fonte: Elaborado pelos participantes da turma T, grupo 1.

lei da gravitação clássica. No polo oposto, diferentemente, os participantes elencaram três categorias de órbitas terrestres: “Orbita (sic) terrestre baixa (LEO). Terrestre media (sic) (MEO). Geossincrona (sic) (GEO)”. A equipe não se deu conta de explicar este polo em sua oposição com a atração pela Terra, demonstrando que não pensaram dialeticamente.

No eixo da “Tecnologia”, os participantes responderam, para o aspecto principal, dois princípios físicos para o movimento de um foguete: “Impulsão através (sic) de combustível (sic) queimado em massa. Uma força de inpushão (sic) causando velocidade do ponto *O* ao ponto final”. E para o polo oposto, das outras possíveis formas de pôr um satélite em órbita etc., colocaram: “Usando um objeto (sic) que ja (sic) possui uma quantia de gravidade em massa para fazer esse trajeto, ou força de repelição (sic)”. Nesta resposta, ficamos sem entender com maior segurança o que eles pretendiam explicar. Pareceu-nos que eles não desenvolveram um nível adequado de domínio sobre o assunto para exporem melhor a ideia.

No eixo da “Sociedade”, os participantes colocaram, no polo referente ao aspecto principal da contradição, o seguinte excerto: “Trazendo formas de atualização mais rapido (sic) de dados para as pessoas, e trazendo cada acontecimento para as midias (sic)”. E, para o polo oposto, puseram: “Fontes fortes sobre os acontecidos e sobre atualizações”. Pareceu-nos que eles interpretaram a parte “[...] meios materiais de [...]”, que escrevemos nas caixas do diagrama no eixo da “Sociedade”, no sentido de *meios de comunicação* ou *veículos de informação*, pois eles citaram coisas do tipo: “dados para as pessoas”, “mídias”, “acontecimentos”, “fontes [...] sobre acontecimentos” e “atualizações”.

No eixo do “Ambiente”, o grupo colocou no aspecto principal da contradição uma possível utilidade para os satélites, além daquela usual, que seria para a exposição ao público. Especificamente, eles escreveram: “Satelites (sic) com estados bons e com poucas danificações, poderia (sic) ser usado e excursões para meio de aprendizagem”. No polo oposto, o grupo fez uma lista com três sugestões de melhorias para diminuir o aspecto negativo da poluição causada com a atividade de uso dos satélites. As sugestões foram: “Diminuindo a quantidade de combustível (sic) para a diminuição de poluição em massa. Diminuição do ferro bruto no satellite (sic) e optar por um revestimento inter [quiseram dizer ‘interno’; esse parte foi explicada em uma das entrevistas] de materiais que não agridam o meio ambiente. E revestimento externo bruto para a entrada na atmosfera não seja brusca (sic)”.

Na [Figura 11](#) (p. 150), apresentamos o diagrama categorial entregue pelo grupo T2. Nesse diagrama, o grupo escreveu que não encontrou determinações mais simples para dois polos. Um foi no polo das “Outras formas possíveis [...]” no eixo da “Tecnologia”, e o outro foi no polo dos “Não detentores dos meios materiais [...]”, no eixo da “Sociedade”. Devemos destacar que estes não são os aspectos principais de cada contradição principal nos respectivos eixos. Por eles terem um papel relativamente diminuído no desenvolvimento das

contradições principais naqueles eixos, pode ser que isso tenha dificultado a investigação do grupo das suas determinações mais simples. Vale lembrar que, de acordo com [Tsé-Tung \(1999\)](#), os polos de uma contradição se desenvolvem de uma forma desigual, podendo, em um dado momento, um deles ser o aspecto principal da contradição, e, em outro, retrair-se pelo fortalecimento do polo oposto. Isto acontece com mais frequência nas contradições existentes nas correlações de força das lutas de classes.

No eixo da “Ciência”, o grupo escreveu, no aspecto principal da contradição deste eixo: “A força gravitacional é uma força atrativa que surge entre todos os corpos com massa. O planeta Terra, por exemplo é capaz de atrair os corpos ao seu redor em direção ao seu centro por causa de seu campo gravitacional”. Já, no polo oposto, escreveu:

essa característica dos movimentos orbitais não ocorre só com as estrelas, também acontece com os planetas. Por exemplo, a Lua tem órbita elíptica em torno da Terra, o que significa que em alguns pontos dessa órbita nosso satélite estará mais próximo da Terra com órbita elíptica, e em outros estará mais distante.

No eixo da “Tecnologia”, o grupo escreveu, no aspecto principal da contradição, o seguinte:

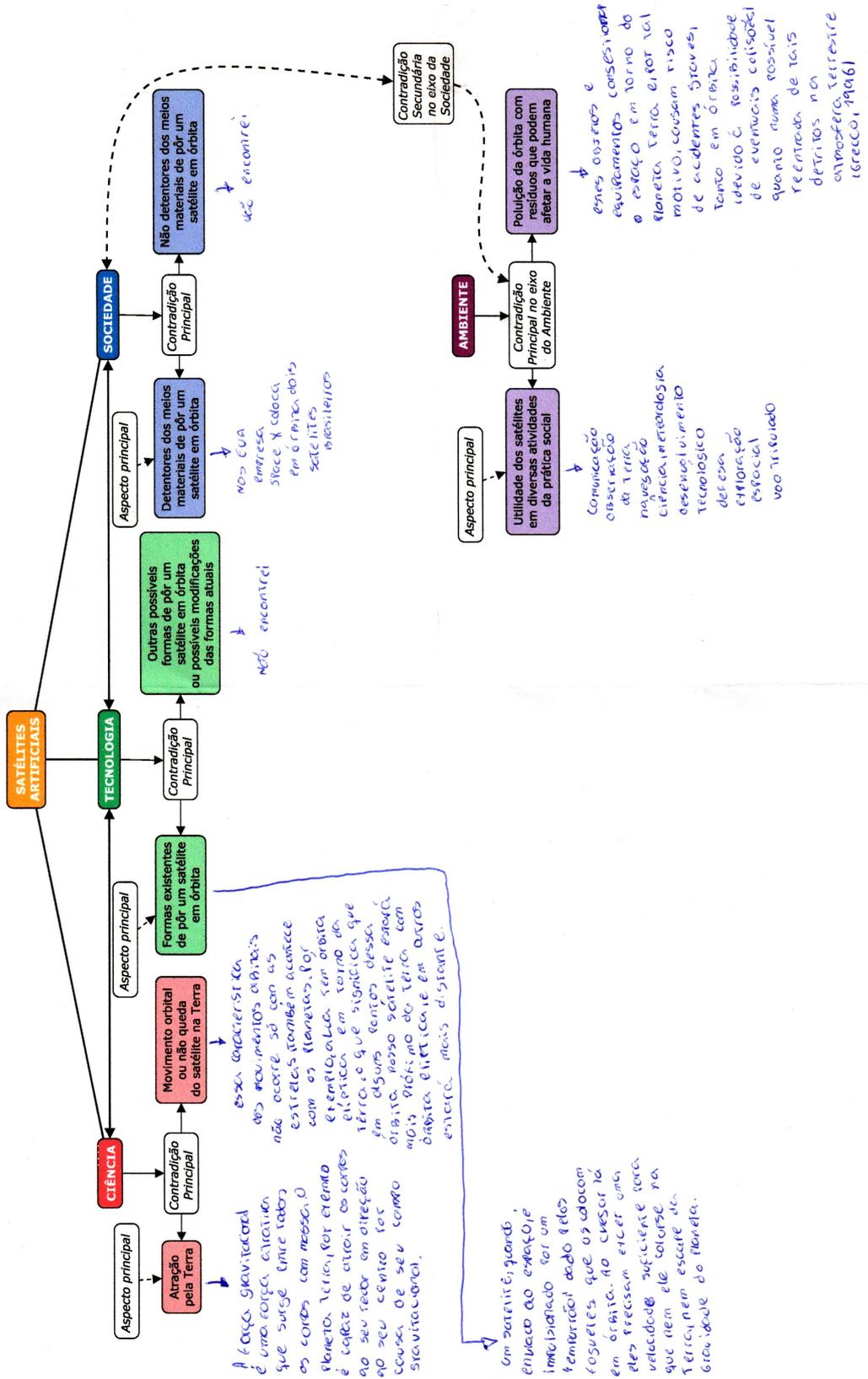
Um satélite, quando enviado ao espaço, é impulsionado por um ‘empurrão’ dado pelos foguetes que os colocam em órbita. Ao chegar lá eles precisam [ininteligível, provavelmente escreveria ‘exercer’] uma velocidade suficiente para que nem ele colapse na Terra, nem escape da gravidade do planeta.

E, no polo oposto, escreveu: “Não encontrei”. Este foi um dos polos que o grupo não pôs uma determinação mais simples.

No polo da “Sociedade”, os participantes escreveram, no aspecto principal da contradição desse eixo, o seguinte: “Nos EUA empresa Space X coloca em órbita dois satélites brasileiros”. E, no polo oposto, outra vez, escreveram que não encontraram a resposta.

Destacamos que estas quatro últimas respostas dadas pelo grupo nos chamou atenção por parecerem que foram trazidas *ipsis litteris* de suas pesquisas. Então, resolvemos colocá-las no buscador da Internet *Google* e encontramos suas possíveis fontes. Nas Figuras 12, 13, 14 e 15, nas páginas 151, 151, 152 e 152, respectivamente, apresentamos os resultados das buscas que fizemos. Observamos que os três primeiros excertos que os participantes utilizaram constavam nos corpos dos três seguintes textos que tratavam de: (i) força gravitacional ([HELERBROCK, s.d.](#)); (ii) movimentos orbitais ([RIBEIRO, 2022a](#)); e (iii) movimento de satélites ([ROBÔ CIÊNCIA, 2020](#)). Isto demonstra que eles compreenderam a adequação dos textos para o contexto do trabalho que faziam, embora não tenham

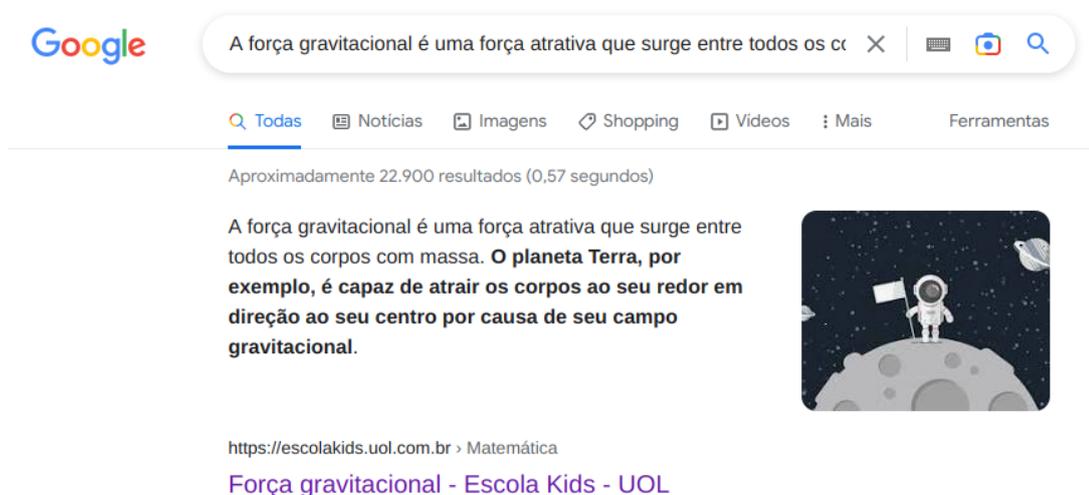
Figura 11 – Diagrama categorial T2.



Fonte: Elaborado pelos participantes da turma T, grupo 2.

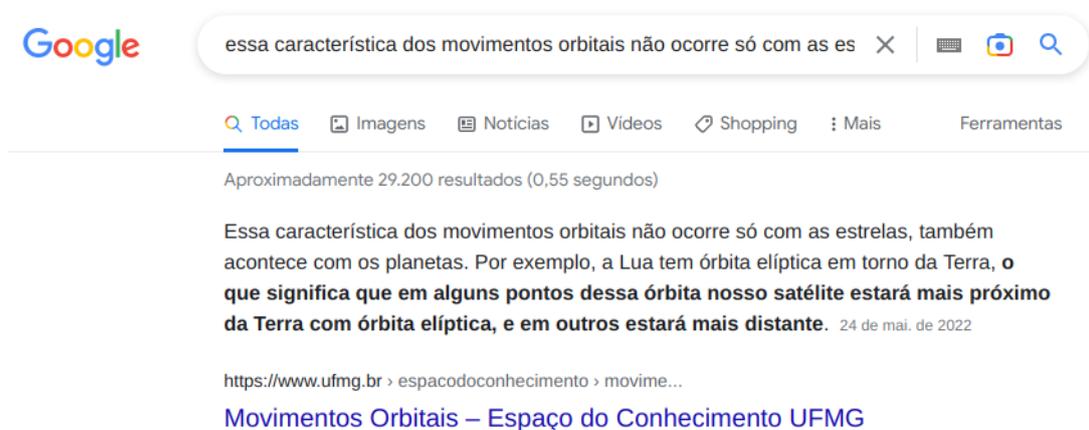
escrito suas respostas com suas próprias palavras. Já o quarto excerto era o título de uma notícia publicada no site da Radioagência Nacional da Empresa Brasil de Comunicação (EBC) (RIBEIRO, 2022c). Esta resposta não nos pareceu completamente adequada para o polo no qual foi utilizada por apenas citar uma notícia e não entrar na especificidade dos “detentores dos meios materiais de pôr um satélite em órbita”.

Figura 12 – Captura de tela da busca do texto “A força gravitacional é uma força atrativa que surge entre todos os corpos com massa” no *Google*, realizada em 1º de fevereiro de 2023.



Fonte: Helerbrock (s.d.).

Figura 13 – Captura de tela da busca do texto “essa característica dos movimentos orbitais não ocorre só com as estrelas, também acontece com os planetas” no *Google*, realizada em 1º de fevereiro de 2023.



Fonte: Ribeiro (2022a).

No eixo do “Ambiente”, o grupo pôs, no aspecto principal da contradição, a seguinte lista de atividades da prática social: “Comunicação, observação da terra, navegação, ciência,

Figura 14 – Captura de tela da busca do texto “Um satélite, quando enviado ao espaço, é impulsionado por um ‘empurrão’ dado pelos foguetes que os colocam em órbita” no *Google*, realizada em 1º de fevereiro de 2023.



Fonte: Robô Ciência (2020).

Figura 15 – Capturas de tela da busca do texto “Nos EUA empresa Space X coloca em órbita dois satélites brasileiros” no *Google* e de parte da matéria ao acessá-la pelo *link*, realizada em 1º de fevereiro de 2023.

(a) Captura de tela da pesquisa, no *Google*, do texto buscado.



(b) Captura de tela de parte da matéria acessada pelo *link*.



Fonte: Ribeiro (2022c).

meteorologia, desenvolvimento tecnológico, defesa, exploração espacial, voo tripulado”. Novamente, esta resposta pareceu ser uma versão reduzida da resposta dada pelo grupo M2. Lembramos que o grupo M2 colocou “Os satélites são utilizados em diversas áreas como na **comunicação, observação da Terra, navegação, ciência, meteorologia** (sic), **desenvolvimento tecnológico, defesa, exploração espacial, voo tripulado**” (negrito nosso). Destacamos em negrito, nessa oração, a resposta do grupo T2 e notamos que a

ordem das palavras também se manteve.

Ainda no eixo do “Ambiente”, no polo oposto, o grupo pôs o seguinte excerto:

Estes objetos e equipamentos congestionam o espaço em torno do planeta Terra e, por tal motivo, causam risco de acidentes graves, tanto em órbita (devido à possibilidade de eventuais colisões) quanto numa possível reentrada de tais detritos na atmosfera terrestre (GRECCO, 1996).

Nesta resposta, também nos pareceu que fora trazida de algum outro texto, principalmente pela inserção de uma referência, no sistema autor-data, diferenciado-se das demais respostas fornecidas pelo grupo. Assim, resolvemos, novamente, fazer a pesquisa dessa resposta no buscador *Google* e encontramos em [Rodrigues \(2010\)](#), possivelmente, a fonte que fora consultada (Cf. [Figura 16](#), p. 153).

Na [Figura 17](#) (p. 154), por fim, vemos o diagrama categorial entregue pelo grupo N. Nele, observamos que os participantes puseram determinações mais simples em todos os polos. Também, observamos que as determinações foram bastante sintéticas, tais com as do grupo M1.

Figura 16 – Captura de tela de parte do texto de [Rodrigues \(2010\)](#), encontrado após a busca do texto “Estes objetos e equipamentos congestionam o espaço em torno do planeta Terra e, por tal motivo, causam risco de acidentes graves” no *Google*, realizada em 3º de fevereiro de 2023.

#### **LIXO ESPACIAL E SEUS RISCOS PARA O MEIO AMBIENTE E PARA A EXPLORAÇÃO ESPACIAL**

Palavras-chave: Lixo Espacial. Voos Espaciais. Órbita Terrestre.

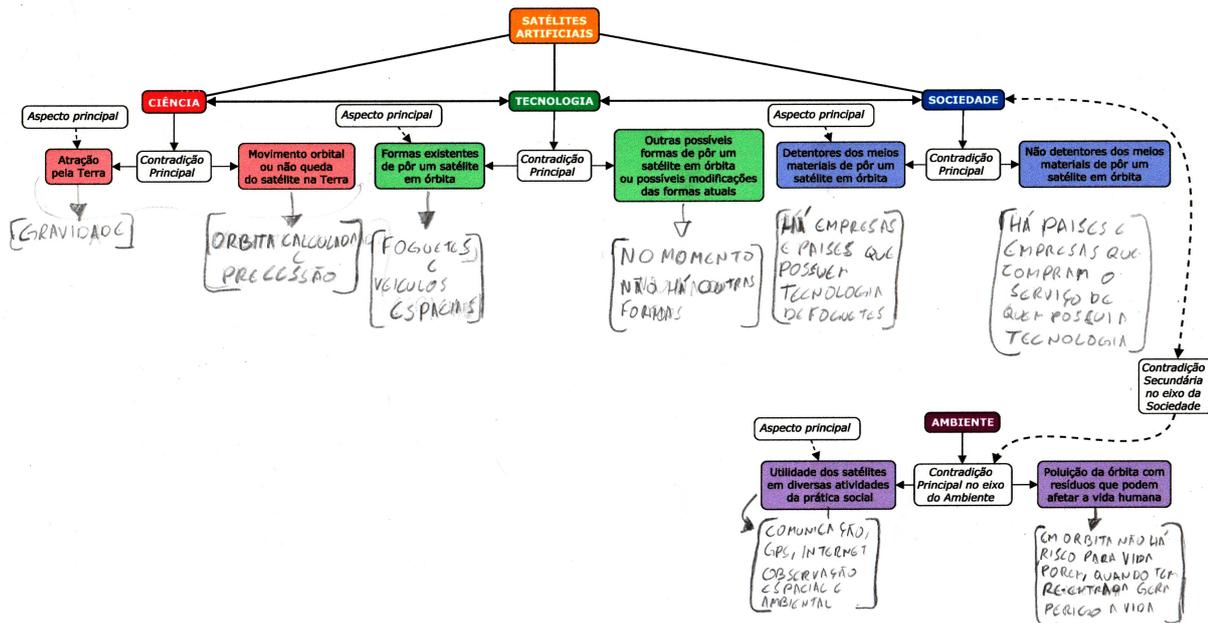
#### **INTRODUÇÃO**

Os detritos espaciais – também chamados de lixo espacial – são objetos criados pelo homem e que já não mais desempenham nenhuma função útil, apesar de ainda se manterem em órbita ao redor da Terra (MORENO, 2008). Um exemplo são as diversas partes e detritos de naves espaciais deixados para trás quando do seu lançamento. O lixo espacial inclui desde pequenas peças até satélites desativados e mesmo grandes estágios de foguetes. **Estes objetos e equipamentos congestionam o espaço em torno do planeta Terra e, por tal motivo, causam risco de acidentes graves, tanto em órbita (devido à possibilidade de eventuais colisões), quanto numa possível reentrada de tais detritos na atmosfera terrestre (GRECCO, 1996).**

Fonte: [Rodrigues \(2010\)](#), destaque nosso).

No eixo da “Ciência”, os participantes colocaram, no aspecto principal da contradição, o seguinte conceito: “Gravidade”. E, no polo oposto, colocaram: “Órbita (sic) calculada

Figura 17 – Diagrama categorial N.



Fonte: Elaborado pelos participantes da turma N, grupo único.

e precessão”. Chamou-nos a atenção a brevidade das respostas e a citação do conceito de “precessão” no polo sobre o movimento orbital. Este conceito não fora abordado por nós nas aulas de física na etapa de ensino do eixo da “Ciência”.

No eixo da “Tecnologia”, os participantes colocaram, no aspecto principal da contradição, o seguinte: “Foguetes e veículos espaciais”. E, no polo oposto, colocaram o seguinte: “No momento não há outras formas”, apesar de nós termos sugerido fontes de consulta para esse eixo, que abordavam novas possíveis formas para o lançamento de satélites.

No eixo da “Sociedade”, o grupo escreveu, no aspecto principal da contradição nesse eixo: “Há empresas e países (sic) que possuem tecnologia de foguetes”. E, no polo oposto: “Há países (sic) e empresas que compram o serviço de quem possui a tecnologia”. Estas respostas nos pareceram uma parte daquilo que dizíamos aos grupos, no sentido de que pesquisassem algumas características dos países que possuem tecnologias para o lançamento de satélites e algumas características dos países que não possuem tais meios. No entanto, aqui, o grupo N não apresentou tais características.

No eixo do “Ambiente”, o grupo escreveu, no aspecto principal da contradição, uma lista de atividades da prática social do uso de satélites, quais sejam: “Comunicação, GPS, internet, observação espacial e ambiental”. E, no polo oposto, escreveu: “Em orbita (sic) não há risco para vida porem, (sic) quanto tem re-entrada (sic) gera perigo a vida”. Estas respostas coadunam com as dicas que dávamos sobre o que pesquisar neste eixo.

Como síntese da exposição dos diagramas categoriais elaborados pelos grupos

participantes, chamamos a atenção para três aspectos gerais. Primeiro, notamos que os diagramas dos grupos M1 e N (Cf. [Figura 8](#), p. 143 e [Figura 17](#), p. 154, respectivamente) eram mais sucintos que os demais, demonstrando, por um lado, que eles buscaram realizar nossa recomendação de utilizar palavras ou pequenas sentenças para lhes ajudar a explicar cada um dos polos da contradição em cada uma das totalidades, como havíamos instruído. Por outro lado, o pouco uso das palavras demonstrou que eles não ampliaram o entendimento de cada um dos polos, e não conseguiram seguir a nossa recomendação de empilhamento de categorias até chegar a termos mais simples para o entendimento de cada polo. Segundo, observamos que algumas respostas dadas tinham um forma de escrita que levantava a suspeita de que foram copiadas *ipsis litteris* das fontes de consulta que eles utilizaram, como, por exemplo, no caso do diagrama do grupo T2, que possivelmente foram obtidas das fontes por eles consultadas, sem nenhum parafraseamento. E, terceiro, consideramos positivo que os grupos não perderam o contexto das informações que precisavam consultar, pois a maioria das respostas não nos pareceu se tratarem de assuntos não correlatos à categoria concreta “Satélites artificiais”, tal como sugerimos. As exceções foram as respostas dos dois polos da contradição no eixo da “Sociedade” apresentadas pelo grupo T1, que nos pareceu que os participantes compreenderam a parte “meios materiais de”, possivelmente, como meios de comunicação ou mídias.

#### 6.4.3 Características mais expressivas do conjunto das respostas dadas pelos participantes, oriundas das entrevistas semiestruturadas

A etapa das entrevistas semiestruturadas foi feita com 16 participantes, dentre os quais cinco eram meninas. Para a escolha dos mesmos, fizemos sorteios em cada um dos cinco grupos formados, com pedaços de papel escritos com os nomes dos participantes de um dado grupo, retirados de um bolsa opaca, para selecionarmos três participantes por grupo, com exceção do grupo da noite (grupo N), que contou com quatro entrevistados. Aconteceu, entretanto, de alguns participantes se negarem a conceder a entrevista, talvez por timidez ou receio de não saberem responder as nossas perguntas. Quando isso acontecia, sorteávamos outro participante.

Adotamos a estratégia de fazer as entrevistas em duas etapas. A primeira foi feita ao longo das aulas em que eles faziam a atividade. Resolvemos fazer as perguntas que não estavam relacionados com o processo de construção dos diagramas categoriais. Assim, fizemos as primeiras entrevistas com os blocos de perguntas sobre o dia a dia dos participantes e sobre suas disposições para com a disciplina de física (Cf. [Apêndice B](#), p. 185). A segunda etapa das entrevistas foi feita na última semana da atividade, no momento em que eles entregaram os diagramas categoriais dos grupos. Nessa etapa foram feitas as perguntas relativas ao processo de construção dos diagramas categoriais. Os respondentes da segunda etapa foram os mesmos da primeira. A duração aproximada das entrevistas da primeira etapa ficou entre cinco e sete minutos e, da segunda etapa, entre

quatro e cinco minutos.

Para o tratamento dos áudios, resolvemos escutá-los e fazer diretamente o relato da resposta do participante à pergunta no lugar da sua transcrição completa. Porém, em alguns momentos, fizemos a transcrição de pequenos trechos da resposta, quando nos chamava a atenção. No [Apêndice D](#), apresentamos o resultado obtido, que foi uma planilha na qual consta, para cada pergunta feita, a identificação codificada do entrevistado, a sua resposta e, na maioria dos casos, categorizamos uma parte da informação da fala, a fim de nos auxiliar na reconstrução dos sentidos mais expressivos do conjunto das respostas dos participantes. Com base naquela planilha, exporemos a nossa interpretação sobre o que foi dito pelos participantes entrevistados.

Como nosso principal referencial teórico é o materialismo histórico-dialético, que advoga a reprodução ideal do movimento do objeto real, tal como se apresentou para nós ([NETTO, 2011](#)), fizemos a análise das respostas dos estudantes às nossas perguntas por meio da busca por categorias mais simples que explicassem as características mais expressivas da fala do aluno. Baseado-se nessas categorias ou determinações, procuramos entender como os grupos deram conta da atividade proposta por nós, bem como a maneira como a entenderam. A metodologia de análise, portanto, consistiu em apreender o real em movimento no seu conjunto e fazer a sua reconstrução como síntese do processo real por meio das falas proferidas. As suas características mais expressivas representação a essência por nós apreendida que a seguir as exporemos.

Como era de se esperar, todos os entrevistados do turno da noite disseram que trabalhavam. Este turno é, de fato, destinado prioritariamente para os estudantes que trabalham. Mas observamos que alguns alunos do diurno também trabalhavam meio turno. Os entrevistados que responderam que não trabalhavam relataram um rotina diária em que não realizavam outras tarefas mais importantes além da escola. Mas dois entrevistados relataram que faziam algum curso no turno que não iam à escola.

A quase totalidade dos entrevistados relatou que não tem o hábito de estudos nos fins de semana, com exceção de dois. Alegaram que procuravam resolver todos os seus compromissos escolares durante a semana, mas eventualmente tiravam algum fim de semana para fazer trabalhos escolares mais urgentes, ou estudar para provas. Sete entrevistados relataram que não tinham um local próprio para esta finalidade nas suas casas, e que utilizam a cama como local de estudo.

Também, dentro dessa linha de mapearmos os hábitos de estudo dos entrevistados, perguntamos a eles sobre seus hábitos de leitura, tanto de livros didáticos quanto de livros de literatura em geral, tais como romances, contos, poesias, ficções, quadrinhos, mangás, etc. Constatamos que 13 entrevistados não costumam ler livros didáticos, embora a escola os possua, devido ao Plano Nacional do Livro Didático do Ministério da Educação<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Na escola, os livros didáticos ficavam espalhados pelas salas de aula, separados por grandes

No entanto, percebemos algumas nuances. Por exemplo, um dos entrevistados disse que gostaria de ler livros didáticos, principalmente de matemática, mas não os possuía. Outro, disse que não tinha tempo para ler livros didáticos, mas tentava criar o hábito de ler literatura. Outros dois disseram que preferiam aprender por vídeos porque as explicações eram mais simples, ou porque tinham dificuldades com leituras. Por outro lado, metade dos entrevistados afirmou que lia literatura, sendo que dois se referiram a uma obra exigida em uma das disciplinas da escola. O livro citado foi *Dom Quixote*, na versão didática em quadrinhos.

Perguntamos a eles se tinham um *laptop* ou computador pessoal (PC) para realizarem seus estudos em casa e, também, se tinham acesso à Internet fixa. Apenas um dos entrevistados nos relatou que não tinha acesso à Internet fixa em casa, mas que frequentemente utilizava sua rede móvel. Nove dentre eles relataram que tinham *laptop* ou PC. No entanto, três disseram que preferiam utilizar apenas o celular. Outros dois entrevistados disseram que tinham algum computador, mas resolveram se desfazer deles, vendendo-os ou doando-os para um parente próximo.

A grande maioria dos entrevistados considerou que morava longe da escola. Alguns outros consideraram que moravam perto, mas por irem à escola direto do trabalho achavam que era longe. Tanto a maioria quanto estes que iam direto do trabalho disseram que levavam de 20 a 30 minutos para se deslocarem à escola, e o principal meio de transporte utilizado era o ônibus, sendo que alguns iam a pé ou de bicicleta.

Nas questões relacionadas com a disposição dos participantes para com a disciplina de física, primeiramente, lhes perguntamos o que esperavam da disciplina e como a avaliavam naquele momento. As suas expectativas foram diversas: uns disseram que não sabiam o que era física, ou que teriam esta disciplina no ensino médio. Outros disseram que tinham ouvido falar que era uma disciplina difícil, devido aos cálculos. Aliás, uma das dificuldades que eles apontaram era a presença da matemática. Selecionamos alguns casos para apresentarmos melhor a posição desses entrevistados.

---

áreas do conhecimento. Por exemplo, existiam salas apenas com os livros de Ciências da Natureza. Similarmente, existiam aquelas com os de Ciências Humanas, Linguagens, Matemática, Projeto de Vida, etc. Em anos anteriores, a escola tentou fazer com que os estudantes levassem esses livros para casa e os trouxessem nos dias em que tivessem uma determinada disciplina, mas isto não deu certo. Os estudantes se recusavam a levá-los para casa e a transportá-los nos dias necessários, alegando que eram pesados. Assim, em 2022, os livros ficavam nas salas, mas caso algum dos alunos precisasse de algum deles emprestado, a escola autorizava.

O entrevistado M1A<sup>10</sup> nos contou, na linha<sup>11</sup> 123, que tinha receio da matéria devido às dificuldades de aprendizado que teve durante todo o ensino fundamental. Ele pensava isto de si mesmo: “*Se eu sou ruim no básico, que é no ensino fundamental, como é que eu vou ser no médio, cara?*”. Este era um estudante bastante assíduo às aulas e, de fato, tinha dificuldades de manter a concentração durante os exercícios. Além disso, ele tinha dificuldades com manipulações matemáticas. Eles nos contou que ainda avaliava a disciplina como complicada e complexa.

O entrevistado M1B, na linha 124, disse que tinha noção de que a física abordava questões da natureza, mas, na escola, percebeu que ela ficava mais complexa. O entrevistado M1C (linha 125) achava que teria bastante aulas práticas, e a entrevistada T1B (linha 130) achava que a disciplina seria legal e empolgante, ficando decepcionada pela sua dificuldade.

Houve entrevistados que passaram a gostar da disciplina com o passar do tempo, como os estudantes T2A (linha 132), T2C (linha 134) e N1B (linha 136). Podemos perceber que a maioria passou a ter menos receio da disciplina, conforme a conheceram melhor. No entanto, a consideravam uma disciplina complexa e muito demandante de esforços. Um dos entrevistados disse que pensava que a física era “*Uau! um bicho de sete cabeças*”, mas depois achou tranquilo e disse “*indo com calma tudo vai*” (T2A, linha 132).

A presença da matemática – ou dos cálculos, como muitos se referiam – como a principal dificuldade da física ficou evidente nas respostas à questão sobre o que era mais difícil na disciplina. Dez entrevistados se referiram a “contas”, “cálculos”, “matemática”, “fórmulas” etc. como suas maiores dificuldades. A entrevistada N1D (linha 155) nos relatou que achava os cálculos em física até mais difíceis do que na disciplina de matemática. Os entrevistados M2A (linha 143) e N1B (linha 153) disseram que não achavam a disciplina difícil. Estes eram estudantes que gostavam das aulas de Ciências da Natureza, de maneira geral.

Por outro lado, quando perguntamos a esses participantes, que achavam física difícil, o que eles decidiriam se eles pudessem escolher não ter aulas da disciplina, ainda assim eles disseram que escolheriam tê-la. E, no total, treze participantes responderam que escolheriam ter física no seu currículo. Alguns dos motivos foram: porque os conhecimentos de física ajudam em questões práticas da vida; porque ajuda a entender os fenômenos ao seu redor; porque estava descobrindo coisas novas; porque ajuda a ter resiliência; porque passou

---

<sup>10</sup> A regra de interpretação do código é: o primeiro caractere se refere ao turno escolar do participante, onde M significa “manhã”, T “tarde” e N “noite”; o segundo caractere se refere ao grupo do participante, onde 1 significa “grupo 1” e 2 “grupo 2” e; o terceiro caractere particulariza o participante, o qual nomeamos com uma letra. As participantes foram identificadas com o adendo “(menina)” nas tabelas do [Apêndice D](#), p. 189. São elas: M2C, T1A, T1B, N1C e N1D.

<sup>11</sup> Daqui em diante, usaremos a sistemática de apontar em qual linha da tabela se encontra o resultado citado.

a gostar; porque gosta de desafios, entre outros. Dentre os entrevistados que disseram que não escolheriam física, dois reafirmaram que era devido aos cálculos (as estudantes N1C e N1D, linhas 171 e 172, respectivamente), e um dos entrevistados a substituiria por outra disciplina de seu interesse, como artes ou história (M1A, linha 157).

Para a maior parte desses entrevistados, o que deixaria as aulas de física mais interessantes seria aumentar a frequência do uso de recursos visuais, tanto na forma de apresentações quanto na forma de vídeos, e ter mais aulas experimentais ou de demonstrações experimentais.

Já sobre os critérios de avaliação pelos quais eles gostariam de ser avaliados, nove entrevistados defenderam que não deveria ser por provas. Duas opiniões dadas nesse sentido foram: porque pode acontecer de “*dar um branco*” (M2A, linha 194); e pelo “*medo de trabalhar sob pressão e cometer erros*” (N1A, linha 203). Por outro lado, aqueles que ainda defenderam a ferramenta de avaliação por provas disseram: que prova é importante; que concordam com a escola que tem que ter (provas); que acham válido, embora existam pessoas que “*não têm tanta capacidade para fazer uma prova*” (T2B, linha 201). Além disso, no geral, a maioria defendeu a integração com outras ferramentas de avaliação, por exemplo, o esforço, o caderno (para verificar se estão acompanhando as aulas e fazendo os exercícios propostos), ou trabalhos escolares.

Agora, abordaremos os aspectos mais expressivos do conjunto das respostas dos participantes sobre o processo de construção dos diagramas categoriais. Perguntamos, primeiramente, quais foram as suas primeiras impressões sobre a atividade dos diagramas categoriais assim que lhes apresentamos. Os principais sentimentos que tiveram foram que seria uma atividade difícil ou complicada, e outros três se sentiram confusos ou a acharam confusa.

De fato, tivemos bastante trabalho em sanar as dúvidas dos participantes sobre o que e como fazer para a análise das categorias concretas em determinações mais simples e abstratas. Algumas opiniões, que ilustram esse estado de dificuldade que eles sentiram, falavam em: “*lá vem bomba!*” (M1A, linha 209); “*desespero*” (T1C, linha 217); “*muito complicado*” (N1D, linha 224). Entre os entrevistados que relataram que se sentiram confusos, um pensou que se tratava de produzir um gráfico sobre satélites, e que teria que montar algo (N1B, linha 222), como se a folha entregue fosse para fazer uma dobradura, ou um recorte de peças para a sua montagem. Por outro lado, algumas opiniões que tiveram uma postura positiva em relação à atividade disseram: que acharam interessante (M2C, linha 214, e T2C, linha 220); importante (M2B, linha 213); diferente do que estava acostumado; complicado, mas não difícil (N1A, linha 221).

Muitas das vezes, quando uma atividade é diferente daquelas que os estudantes estão habituados, eles expressam um certo estranhamento com ela. Então, resolvemos lhes perguntar sobre o que pensavam dessa atividade sendo realizada em aulas de física.

Diferentemente do que esperávamos, treze entrevistados nos disseram que, de uma forma ou de outra, acharam a atividade condizente com as aulas de física, principalmente porque estava dentro da temática que vínhamos abordando em sala de aula. Além disso, disseram que nossa proposta expandia o tema dos satélites para outros aspectos. Algumas das opiniões foram: que até mesmo o estudo envolvia outras disciplinas (M1B, linha 227); que permitia estudar outros pontos de vista interessantes (M2A, linha 229); que faz as pessoas buscarem os assuntos sugeridos (T2C, linha 237); que proporciona que os alunos faz (pesquisas) e aprendam (N1A, linha 238).

As três opiniões contrárias, que estavam dentro do que achávamos que eles responderiam, foram as seguintes. O entrevistado N1B, linha 239, disse que a atividade caberia nas aulas de física se houvesse cálculos para fazer. A entrevistada N1D, linha 241, disse que achou estranho que não tinha cálculos para fazer. E a entrevistada N1C, linha 240, disse que por um lado, sim, fazia sentido porque tinha a ver com a Terra e coisas de física, mas, por outro lado, não, porque não tinha cálculos para serem feitos.

Perguntamos a eles como haviam interpretado a nossa proposta do tema principal (“Satélites artificiais”) separada em quatro subtemas (i.e., os eixos da “Ciência”, “Tecnologia”, “Sociedade” e “Ambiente”). Dez dos entrevistados disseram que entenderam que era para facilitar a pesquisa ou a organização sobre o que pesquisar. Além disso, dois dos entrevistados disseram que entenderam que era para aumentar o campo de pesquisa (T2C, linha 254, e T2B, linha 253). Já os outros dois entrevistados acharam que isto tornou a atividade confusa ou mais difícil (M2B, linha 247; e N1C, linha 257). E duas entrevistadas não conseguiram expressar o que entenderam (N1C, linha 250; e N1D, linha 258).

As principais dificuldades que estes participantes tiveram nas investigações foram: achar, na visão deles, as respostas para os eixos; compilar as informações pesquisadas e selecionar o que pôr no diagrama; o excesso de coisas para ler e ficar sem saber o que selecionar como resposta; e ter confiança na formulação das respostas, o que entendemos que pode ser traduzido como uma insegurança quanto à correção das suas respostas. Por exemplo, a entrevistada M2C, linha 265, disse que, durante a sua pesquisa, encontrou muitas coisas sobre o movimento de satélites e ficou confusa. Da nossa experiência, observamos que estes estudantes eram mais preocupados em fornecer uma “resposta correta” do que compreender os problemas e fornecer uma resposta de acordo com suas convicções.

Porém, um relato interessante foi o do entrevistado T1C (linha 268) que disse que achou nossa proposta difícil porque se assemelhava a *“um meio de opinião”* e não *“um meio de pesquisa”*. Eles nos contou que a atividade era bastante dependente dos conhecimentos gerais dos estudantes. Disse que a atividade dependia muito de experiências pregressas com o tema de pesquisa.

Na avaliação dos entrevistados, o eixo de pesquisa mais fácil foi, sem sombra de dúvidas, o da “Ciência”. O principal motivo para isto tinha sido o contato pregresso com

esse subtema nas aulas de física. Eles disseram que, por já terem tido contato com o subtema da força gravitacional e movimento orbital, tinham familiaridade com o assunto. Por exemplo, o entrevistado T1C, linha 285, disse que esse eixo era fácil *“por conta que é algo básico”* que se aprende em física. Também, o entrevistado T2C, linha 288, disse que a atração pela Terra *“é bem simples”*, pois é *“feita por uma força atrativa, e não existe muitas outras forças atrativas além da gravidade”*. Os outros dois eixos mais fáceis foram o “Ambiente”, no que se refere à utilidade dos satélites em diversas atividades da prática social, e a “Tecnologia”, no que se refere ao lançamento de satélites por foguetes ou veículos espaciais. Por exemplo, o entrevistado M1B, linha 278, disse que o eixo da “Tecnologia” era bem simples, e o pouco que pesquisou já respondia 90% do tema. Ainda, o entrevistado N1B, linha 290, disse que o eixo do “Ambiente” era fácil porque a questão do lixo espacial é fácil de achar.

Contrariamente, os eixos mais difíceis de investigar, na avaliação dos entrevistados, foram o eixo da “Tecnologia”, no que se refere às outras possíveis formas de pôr um satélite em órbita, e ambos os polos da contradição principal no eixo da “Sociedade”. Por exemplo, o entrevistado M1B, linha 295, disse que pesquisou outras formas de pôr um satélite em órbita e não encontrou nada sobre o tema. Também, o entrevistado M1C, linha 296, teve a mesma dificuldade. Já os entrevistados M1A (linha 294) e T1B (linha 301) disseram que a pesquisa dos detentores dos meios materiais de pôr um satélite em órbita, que era um dos polos da contradição no eixo da “Sociedade”, foi difícil. Ademais, nesse sentido, o entrevistado T1C, linha 302, disse que achou muito difícil encontrar fontes que lhe permitisse criar um entendimento sobre o assunto. Com estes relatos, tivemos um indício de que a investigação de processos sociais são mais complicados de serem realizados por estudantes na formação básica, pela sua complexidade na pesquisa e análise da bibliografia acessada, principalmente quanto a sua confiabilidade. Acreditamos, com isto, que esses temas devam ser melhor explorados com os alunos, ensinando e ajudando-lhes com a metodologia de análise de situações concretas neste campo, o que poderia ser feito com um trabalho interdisciplinar com colegas professores das disciplinas de Ciências Humanas.

No intuito de captarmos algum indício na fala dos participantes, que denotasse uma percepção de totalidade nos conteúdos relacionados com os eixos de investigação do diagrama, lhes perguntamos se tinham notado alguma conexão entre os eixos que eles investigaram na atividade. Além disso, pedimos que eles nos explicasse qual conexão foi percebida, caso houvesse. De uma forma geral, os entrevistados disseram que perceberam alguma conexão entre os eixos (ou subtemas, como dizíamos). Em nossa avaliação, quatro entrevistados defenderam mais fortemente uma integração entre os quatro eixos propostos. Foram eles os entrevistados M1C (linha 313), T1C (linha 319), T2B (linha 321) e N1A (linha 323). Basicamente, eles disseram que as conexões tinham a ver com aspectos diferentes do mesmo tema, no caso, os “Satélites artificiais”. Por exemplo, o participante T2B disse que *“pode-se dizer que sim [de haver conexões] porque o tema de satélites tem*

*vários pontos de vista*". O entrevistado T1C, por sua vez, desenvolveu mais a sua opinião. Ele disse que percebeu muitas conexões. Por exemplo, disse que o movimento orbital [polo da contradição no eixo da "Ciência"] se conecta com as formas existentes de pôr um satélite em órbita [aspecto principal da contradição principal no eixo da "Tecnologia"], pois o movimento de órbita só existe pelo lançamento naquela órbita. O estudante disse que *"tudo está interligado"*, por exemplo, *"a forma como ele [o satélite] é projetado, os materiais de que ele é feito, como a sociedade vê os satélites etc."*.

As opiniões intermediárias disseram que em alguma medida havia conexões entre alguns eixos. Por exemplo, o entrevistado T2A, linha 320, disse que existiam eixos que eram mais relacionados que outros, como o da "Tecnologia" com a "Sociedade". Outra opinião dizia que (entrevistada N1D, linha 326) que achou que o subtema da "Ciência" tinha a ver com o do "Ambiente", devido à questão da órbita do lixo espacial.

Também houve opiniões que negaram a existência de conexões entre os eixos, as quais foram proferidas por três entrevistados (M2A, linha 314; M2B, linha 315; e T2C, linha 322). O entrevistado T2C, por exemplo, disse que não percebeu nenhuma conexão entre os subtemas, pois os achou bem delimitados.

Na última questão da entrevista, lhes pedimos que escolhessem um dos eixos do diagrama e nos explicasse brevemente, com suas próprias palavras. Resolvemos não lhes pedir para explicar todo o diagrama para que eles não ficassem muito sobrecarregados psicologicamente, uma vez que a entrevista por si só já era bastante demandante de esforço mental. Nas respostas, tivemos dois aspectos dominantes. O primeiro foi a escolha do eixo da "Ciência" para a explicação. Tivemos 10 entrevistados que escolheram este eixo, seguindo de três que escolheram o eixo do "Ambiente", dois, o da "Sociedade" e um, o da "Tecnologia". O segundo aspecto dominante foi a estratégia, adotada por eles, de leitura pura e simples do que estava escrito nos diagramas.

Sobre o primeiro aspecto levantado, supomos que eles tenham preferido o eixo da "Ciência" devido a uma maior familiaridade com este eixo, fruto das aulas anteriores, conforme alguns nos contaram na pergunta sobre o eixo que tinha sido mais fácil de investigar.

Sobre o segundo aspecto, podemos dizer que é uma prática comum dos estudantes, nas apresentações de trabalhos, recorrer à leitura corrida do texto relativo a "sua parte do trabalho". Embora não tenhamos investigado o porquê desta postura, observamos, de outras atividades da escola, tais como feiras de ciências etc., que os estudantes têm bastante dificuldade de se expressar em público, ou apresentam grande desconforto ao serem inquiridos em público. Não raro observamos estudantes apresentando trabalhos com uma tira de papel usando-a como suporte para a leitura do texto de uma parte do trabalho, ou mesmo, com frequência os vemos recitar um texto rígido, com um tom de voz constante, denotando um esforço mecânico de não transparecer uma falta de domínio

do assunto. Por vezes, até notamos que eles olham para um ponto fixo do ambiente para não perderem a concentração. Por isso, em nossa atividade, não nos pareceu estranho essa estratégia adotada por uma parte dos nossos entrevistados. Por exemplo, pudemos notar o esforço de uma entrevistada (M2C, linha 333) para dar conta do nosso pedido, com suas próprias palavras, sem sucesso. A estudante aparentou bastante nervosismo. Tentamos tranquilizá-la e lhe concedemos alguns segundos para pensar em como nos explicar o eixo escolhido; porém ela não conseguiu e, como saída, fez uma leitura corrida do texto escrito no diagrama, no eixo da “Ciência”. Ao todo, metade dos entrevistados leram o que havia no diagrama quando lhes pedimos que escolhessem um dos eixos para nos explicar.

Para ilustrar as apresentações que nos foram feitas, selecionamos algumas das respostas mais desenvolvidas para analisarmos. Uma delas nos chamou a atenção pelo elevado nível coesão e coerência, e pela desenvoltura do entrevistado durante a sua explanação. O entrevistado M1B, linha 329, nos contou que explicaria o eixo da “Ciência”, *“por ser o mais legal”* para ele. Ele iniciou sua explanação dizendo que a atração dos satélites pela Terra se dá pela gravidade. Nos alertou que estava resumindo e explicando *“de uma maneira para iniciantes em física”*. Continuou dizendo que *“os satélites são lançados ao espaço e a Terra tenta puxar para o seu centro”*. Enfatizou que *“o satélite não é puxado para a Terra e, sim, para o centro da Terra e, assim, ele tende a cair na Terra”*. Mas, em contradição, o movimento orbital não o permite porque *“a órbita é calculada para a Terra ser constantemente errada e o solo não ser acertado, entre aspas, na reentrada”*. E encerrou dizendo que *“a trajetória do satélite é uma trajetória elíptica que constantemente fica sendo alterada ao longo do tempo”*.

Vemos que este participante articulou muito bem o espírito da atividade que era: analisar os dois polos da contradição principal em cada um dos eixos do diagrama como uma tensão entre contrários que, não obstante, se complementam, sendo que um polo não existe sem o outro. A coerência e a coesão na explanação do estudante se verifica pela consistência da argumentação, do ponto de vista da física envolvida, e na sua forma de exposição, que ficou bem desenvolvida.

Outra explicação que, na nossa avaliação, foi bem articulada foi a do entrevistado T2C (linha 339). O estudante também escolheu o eixo da “Ciência” para nos explicar; e falou

Claro, tem a atração da Terra, que vai puxar o satélite para ela. Mas, ao mesmo tempo, pelo satélite estar numa velocidade alta por fora da atmosfera, ele consegue ficar girando, girando, girando, até ele começar a perder velocidade. E quando ele perde velocidade, ele se choca com a atmosfera e vai se quebrando ao longo do tempo até um ponto que ele cai na Terra (T2C, linha 339).

Podemos notar que esse entrevistado resolveu nos contar, com suas próprias palavras,

um caso em que o movimento orbital é destruído pelo contato do satélite com a alta atmosfera. Nos chamou a atenção que o estudante entendia que o movimento orbital dependia de uma ambiente com atrito desprezível, caso contrário, a perda de velocidade (tangencial) a cada volta do satélite ao redor da Terra faria com que ele fosse perdendo altitude em relação à superfície e, assim, ele daria início, como se diz no jargão aeroespacial, a sua reentrada, por atingir regiões cada vez mais densas da atmosfera que ocasionam a desintegração parcial ou total do satélite em sua trajetória em direção à superfície.

Quanto aos outros eixos do diagrama categorial, citamos os seguintes exemplo. O entrevistado N1A, linha 340, resolveu nos explicar o eixo da “Tecnologia”. Ele fez uma breve explicação dizendo que a forma mais comum de lançar satélites é por meio de foguetes ou naves espaciais. E, em oposição, disse que os cientistas buscam novas maneiras mais fáceis de fazer isso, mas ainda não conseguiram. O entrevistado N1B, linha 341, escolheu falar sobre o aspecto da “Sociedade”. Disse, brevemente, que os países que possuem tecnologia de lançamento de satélites vendem esse serviço para os países que não possuem. E o entrevistado M1A, linha 328, escolheu falar sobre o eixo do “Ambiente” e disse que o problema dos destroços deixados pelo lançamento de satélites está aumentando, mas, por outro lado, a necessidade de satélites pela sociedade também está crescendo, e, por isso, esse problema precisa ser resolvido. Nesta resposta, verificamos, igualmente, uma boa articulação das ideias no sentido de pontuar os dois polos da contradição principal neste eixo.

Por fim, tivemos um entrevistado, o estudante T1C, linha 336, que, na questão do eixo do “Ambiente”, estava preocupado com outras utilidades para os satélites. Ele se concentrou em defender a utilização de satélites velhos ou mal desenvolvidos (i.e., que não entraram em órbita) para *“a exposição e aprendizado das pessoas”*. Defendeu que *“isso seria muito bom, em vez de ser usado só para a pesquisa”*. Disse que só o fato de termos acesso à essa exposição *“seria um fato histórico”*. Para o estudante, isto geraria o interesse das pessoas pelo conhecimento. No outro polo da contradição, o entrevistado disse que seria muito bom que fosse reduzido a quantidade de combustível no lançamento de satélites para diminuir a poluição. Ele acreditava que, para isso, seria necessário, *“diminuir a utilização de ferro bruto”*, substituindo-o por materiais mais resistentes e *“menos tóxicos”*. Achamos estranha essa colocação, mas não o indagamos para explicar melhor esse detalhe. Prosseguindo, o estudante falou também algo um pouco confuso sobre *“melhoria do revestimento interno do satélite”* para que ele tivesse *“uma órbita mais leve na forma de propulsão dele”*, pois isto *“diminuiria até a quantidade de combustível, pois o peso seria drasticamente reduzido”*. Este estudante era bastante interessado nas aulas de física, e acreditamos que ele tenha lido alguma referência tratando dessas supostas melhorias, embora não as tenha conseguido nos reproduzir com clareza.

## 6.5 Discussão

A prática de aplicação dos diagramas categoriais contou com uma fase de ensino direcionado, que foi a ensino-aprendizagem do eixo da “Ciência”, e uma fase de ensino-aprendizagem semidirecionado, que consistiu na formação dos grupos para as pesquisas nos outros três eixos ou totalidades referentes à categoria concreta “Satélites artificiais”, bem como na produção dos diagramas categoriais que sintetizariam os conhecimentos aprendidos de todos os quatro eixos.

A fase direcionada foi considerada como a socialização dos conhecimentos sistematizados da cultura elaborada no que diz respeito aos tópicos de cinemática circular, modelos planetários geocêntrico e heliocêntrico, leis de Kepler e lei da gravitação de Newton, os quais fazem parte da formação geral básica na disciplina de física. O objetivo era criar situações de aprendizado para a internalização, pelos estudantes, das ferramentas culturais da prática social que lhes permitissem compreender os fenômenos relativos ao movimento satelital que seriam de extrema importância para a fase seguinte.

Na segunda fase, privilegamos o trabalho coletivo em pequenos grupos para que eles buscassem, com maior autonomia – mas com o apoio do professor com sugestões de leituras e vídeos –, explicações dentro de cada uma das totalidades que dessem conta dos dois polos da contradição principal apresentada, as quais supúnhamos que eram a razão da existência e do desenvolvimento de cada uma daquelas totalidades.

Como resultado, obtivemos dados oriundos da observação do trabalho dos pequenos grupos, os próprios diagramas produzidos pelos grupos e uma caracterização dos aspectos mais expressivos do conjunto das respostas dadas pelos participantes nas entrevistas semiestruturadas.

Da concretude do contexto escolar em que se deu esta prática de sala de aula, pudemos notar diversas particularidades que tornavam a tarefa docente mais difícil. A não uniformidade dos períodos das aulas, devidos aos momentos de lanches, recreio, e entradas e saídas dos turnos, prejudicavam a execução do planejamento de aulas nas diferentes turmas. Além disso, o turno noturno contava com as características do seu público ter, em média, um ano a mais na idade dos estudantes, quando comparados com o diurno, e da maioria dos estudantes serem trabalhadores durante o dia, o que possivelmente afetava o rendimento e a disponibilidade para a realização dos seus estudos.

Saviani (2008) já enfatizava que a materialidade do contexto de desenvolvimento das práticas de sala de aula é um empecilho para a implementação da pedagogia histórico-crítica. Essa realidade, principalmente em escolas públicas, ainda está longe de ser amenizada. Dessa forma, tentativas de transformação da escola por modificações das práticas tradicionais são válidas, mas não são determinantes para a alteração do atual estado de coisas, que só pode ser feita pela luta política. Por outro lado, isso não é um impeditivo para que

procuremos desenvolver a prática educativa histórico-crítica, pois o novo só pode assumir o lugar do velho, no desenvolvimento histórico, na coexistência com ele, até que possa haver condições materiais para a sua superação por incorporação, que consiste no estabelecimento de uma forma qualitativamente diferente das formas precedentes. Ou seja, enquanto a velha estrutura vai realizando o seu desígnio, o novo também vai se desenvolvendo para resolver as contradições postas pela crise da velha prática, até o momento que a substitui (SAVIANI, 2019).

Na prática que desenvolvemos, pudemos observar durante as atividades de pesquisa em grupos realizadas pelos estudantes que esse padrão de trabalho não lhes é “natural”, no sentido de comumente utilizada nesse contexto. A escola em que foi feita a prática ainda tem a cultura do ensino centrado no professor como principal expositor do conteúdo novo, e os estudantes esperam por esta postura. A própria estrutura das salas sugere este tipo de prática educativa, pois são relativamente pequenas para o total de alunos e as carteiras estão organizadas voltadas para o quadro para aulas expositivas. O mobiliário das salas contam com carteiras individuais que não foram projetadas para formação de estações de trabalho em grupos, e têm conectividade precária com a Internet. Os estudantes não têm terminais adequados e facilmente disponíveis para o trabalho com o auxílio de *laptops* ou *tablets*. Soma-se a isso a dificuldade de acesso à impressão de materiais. Nessa escola, quando era necessário a impressão de materiais, o mesmo deveria ser solicitado com antecedência mínima de 24 horas. A escola contava com uma impressora de pequeno porte (jato de tinta, colorida) e duas de médio porte (*laser*, preto e branco) para atender à demanda de todos os estudantes e professores; sem contar que, por vezes, os insumos (resmas de papel e cartuchos ou recargas de impressoras) se esgotam e tínhamos que esperar a disponibilidade de nova verba para aquisição. Todas essas características contribuíam para que o ensino nesse contexto se desse de acordo com o método tradicional<sup>12</sup>.

Assim, observamos que o trabalho em equipe foi dificultado, e perdíamos um certo tempo para trocar para um ambiente mais propício, tal como a biblioteca ou a sala de informática. Durante as atividades de pesquisa em grupo, reconhecemos que a falta de instrução sobre como agir em grupo contribuiu para o trabalho fragmentado e por vezes concentrado em poucos estudantes que tomavam para si a tarefa de coordenação e organização das tarefas de cada participante. Como resultado, alguns participantes desenvolveram uma maior proficiência sobre o tema dos satélites artificiais do que outros.

Adicione-se a isto o fato de que os grupos não demonstraram interesse em consultar nossas sugestões de leituras e vídeos para o aprofundamento do entendimento de cada um dos eixos propostos. Embora sempre enfatizássemos que eles poderiam analisar nossas sugestões para ajudá-los a entenderem melhor as totalidades “Ciência”, “Tecnologia”,

---

<sup>12</sup> A escola também contava com apenas três projetores para atender a todas as turmas, e o processo de reserva e preparação dos mesmos na sala de aula causava perdas de produtividade na condução das aulas.

“Sociedade” e “Ambiente”, não os observamos recorrer a essa estratégia. Essa atitude fez com que os estudantes gastassem mais tempo pesquisando outros materiais. Com isto, levaram um certo tempo para a formação de um entendimento sobre o objeto de estudo. Também, notamos que eles tinham pressa em dar uma solução rápida e objetiva para o que se pedia, talvez este fosse o motivo para que recorressem diretamente a pesquisas na Internet.

Outro ponto relevante das observações nas atividades de pesquisa em grupos foi a dificuldade apresentada pelos estudantes em entender o que deveria ser feito. Decerto, não esperávamos que fosse diferente, uma vez que a construção da tarefa envolvia o pensar dialético, que era o que pretendíamos que fosse apropriado por eles. Acreditamos que, em certa medida, conseguimos atingir esse objetivo com alguns dos estudantes (embora o ideal fosse o atingimento de todos ou a maioria), como pudemos notar em algumas explicações dos eixos do diagrama realizadas pelos participantes M1B, T2C e N1A.

Particularmente evidente nos pareceu a apropriação dos estudantes do contexto em que se inseria o tema dos satélites artificiais. Estamos nos referindo ao eixo da “Ciência” desenvolvido na primeira fase, na qual usamos o método de ensino direcionado. A grande maioria dos estudantes demonstrou maior conforto em se expressar sobre os polos da contradição naquele eixo. Como explanamos anteriormente, eles se sentiam mais seguros em falar da “atração pela Terra” e do “movimento de órbita” devido às aulas sobre estes assuntos. Como é normal para esse público de estudantes, no entanto, eles tinham muita dificuldade em fazer exercícios clássicos envolvendo leis de Kepler ou lei da gravitação de Newton, bem como cálculos de movimento circular. Mas, do ponto de vista da explicação conceitual, eles demonstraram proficiência na explicação do movimento satelital e suas características.

O problema da baixa proficiência na resolução de problemas com cálculos era crônico com essas turmas. Apesar de não termos investigado esta questão, pode-se observar esta alegação não só nesta atividade, mas ao longo do ano. Em todas as atividades que envolviam cálculos os estudantes tinham baixo rendimento. As razões para isto podem ser diversas, envolvendo, por exemplo, deficiências no aprendizado de matemática e interpretação de textos no ensino fundamental, pois mesmo nas operações matemáticas mais básicas esses estudantes apresentavam dificuldades.

Sobre os diagramas categoriais produzidos, tivemos os cinco diagramas apresentados relativamente diferentes entre si, apenas com algumas características que poderíamos dizer que os estudantes obtiveram de fontes similares. Além disso, nos diagramas M1, M2 e T2, ficaram faltando conteúdos em alguns dos eixos ou totalidades. A principal alegação dada pelos grupos foi que não encontraram as informações sobre aquelas totalidades faltantes, embora, na etapa de preparação dos diagramas em grupos, quando eles tinham dificuldades e vinham nos pedir ajuda, lhes informávamos para consultar algumas das nossa fontes

sugeridas.

Acreditamos que as informações prestadas pelos grupos para os eixos do diagrama cumpriram minimamente com o objetivo esperado, que era detalhar um pouco mais com determinações mais simples cada um dos polos da contradição em cada um dos eixos. No entanto, os estudantes não conseguiram avançar no processo de aprofundamento em categorias mais simples e abstratas. Eles se concentraram em dar conta de algum desenvolvimento em cada um dos eixos, em uma espécie de “solução por respostas” e não por “desenvolvimento de explicações” mais simples. Nós não conseguimos lhes explicar satisfatoriamente como eles poderiam obter as determinações ou categorias mais simples para lhes servir de suporte psicológico para a reconstrução do movimento da categoria concreta “Satélites artificiais” e expressá-lo graficamente. Ou então, eles não foram capazes de entender, com a execução de apenas uma atividade, como eles o fariam. Para isto, teríamos que realizar um trabalho educativo mais estendido ao longo do ano.

O ponto positivo foi que a abordagem da categoria concreta “Satélites artificiais” em suas totalidades “Ciência”, “Tecnologia”, “Sociedade” e “Ambiente” proporcionou aos estudantes a investigação de temas transversais e o contato com problemáticas positivas e negativas na prática social global. Os participantes, apesar das dificuldades que relataram, demonstraram disposição para realizar nossa atividade e a acharam relevante, o que pode ser inferido pelas diversas vezes que nos pediram ajuda para sanar suas dúvidas e pelas suas falas positivas quanto à atividade em si.

Dado o contexto de aplicação deste teste empírico de proposição teórica, com todos os seus desafios de recursos, estrutura, suporte e público, visto que esses estudantes apresentavam, em geral, baixo índice de proficiência em análise e interpretação de textos e matemática, avaliamos que nossa atividade conseguiu engajar os estudantes em uma atividade que envolvia leitura, retomada de conhecimentos prévios, autogerenciamento, trabalho em grupo e habilidade de síntese de informações. Como sabemos, o processo de apropriação de conhecimentos se dá no trabalho educativo constante e progressivo. Assim, atividades deste tipo poderiam ser inseridas nos ciclos de planejamento de unidades temáticas ao longo dos anos de ensino médio. Com isso, poderíamos avaliar no longo prazo evidências de apropriação do método dialético como uma segunda natureza nas ações de explicação de categorias concretas por parte desses estudantes.

## 7 CONCLUSÃO

Nesta tese de doutoramento, abordamos o tema da pedagogia histórico-crítica no ensino de física do ensino médio. Ao estudarmos o estado da arte da pedagogia histórico-crítica como teoria da educação e teoria pedagógica, bem como suas apropriações na área da educação em ciências, resolvemos enfrentar um dos problemas dessa pedagogia, a saber, o negligenciamento dos seus pressupostos teóricos e filosóficos na elaboração de propostas didáticas.

A fim de contribuirmos para o desenvolvimento da pedagogia histórico-crítica no ensino de ciências, em particular no ensino de física em nível médio, desenvolvemos uma proposta didática alicerçada no materialismo histórico-dialético, pressuposto filosófico da teoria pedagógica em questão, para o ensino da gravitação newtoniana, sem perder de vista a prática social global comum a professor e alunos como ponto de partida e de chegada do trabalho educativo.

Assim, criamos uma forma de incorporar ao ensino de física a dialética materialista como aspecto central de uma atividade de ensino e aprendizagem. A estratégia didática do uso de *diagramas categoriais* que apresentamos foi o resultado de nosso trabalho teórico da articulação da didática da pedagogia histórico-crítica com a filosofia dialética materialista, que acreditamos que contempla o seu uso concreto no ensino de física.

Neste trabalho, planejamos, executamos, coletamos dados e analisamos a aplicação da ferramenta de diagramas categoriais em três turmas de 1º ano do ensino médio de uma escola pública, sendo uma turma de cada turno (matutino, vespertino e noturno). Fizemos uma etapa de ensino direcionado, na qual foi socializado os conhecimentos sistematizados relativos à cinemática circular, modelos planetários, leis de Kepler e lei da gravitação de Newton, necessários para dar suporte ao estudo da categoria concreta “Satélites artificiais”. Propomos o estudo dessa categoria como ponto de partida e ponto de chegada da prática social, que contava com mais uma etapa.

Na segunda etapa, propomos aos participantes que estudassem, em pequenos grupos, a categoria concreta “Satélites artificiais”, analisando-a em quatro eixos ou totalidades. Especificamente, pedimos a eles que elencassem categorias ou determinações mais simples para servirem de suporte psicológico para as suas explicações das contradições identificadas por nós nos eixos “Ciência”, “Tecnologia”, “Sociedade” e “Ambiente”, que supúnhamos que eram as causas da existência e do desenvolvendo de cada uma delas.

Como um dos resultados, relatamos o processo de construção, por parte dos participantes, dos diagramas categoriais no que diz respeito as suas ações nos grupos. Concluimos que o aspecto principal do processo observado foi que os estudantes sentiram

bastante dificuldade em compreender o que deveria ser feito, e quando encontravam algo que pudesse servir de resposta para um dos eixos, se sentiam inseguros e recorriam ao professor para se certificar da correção da resposta. Pode ser que este problema fosse minimizado se tivéssemos apresentado exemplos de outros diagramas ilustrando o que esperávamos que fosse feito, o que pode ser tentado em estudos futuros. Também, concluímos que a forma de trabalho em grupos acarretou em uma divisão de tarefas na qual alguns dos alunos tiveram mais participação do que outros. Em geral, os alunos que eram normalmente mais interessados na disciplina de física foram os que tomavam a liderança dos grupos e, assim, dividiam as tarefas e se encarregavam do esclarecimento de dúvidas junto ao professor. Em estudos futuros, a organização dos grupos em duplas pode ser mais eficiente.

Ao término dos trabalhos em grupos, obtivemos ao todo cinco diagramas categoriais. As turmas do turno matutino e vespertino produziram dois diagramas cada, e a turma do noturno um, pois estavam em menor número. No aspecto geral, os diagramas foram todos diferentes entre si, ou seja, não nos pareceu que os grupos tivessem trocado informações entre si ou copiado o diagrama de outro grupo. Houve três diagramas que não apresentaram algum desenvolvimento em alguns dos polos da contradição principal, e a principal alegação que os estudantes nos deram foi que não encontraram a informação necessária para dar conta deles. Porém, como mostramos, aconteceu que os estudantes não recorreram às nossas indicações de fontes de pesquisa para lhes auxiliarem. A estratégia de solução da atividade consistiu basicamente em buscas na Internet de informações que pudessem ser adequadas para cada totalidade, a não ser com relação à totalidade da “Ciência”, que eles demonstraram maior domínio, fruto das aulas anteriores sobre o tema que foram conduzidas em maior espaço de tempo na primeira etapa.

Também, fizemos uma entrevista semiestruturada para conhecermos um pouco sobre o dia a dia dos estudantes e termos algumas informações sobre o contexto sociocultural em que viviam bem como suas disposições para com a disciplina de física e as suas impressões sobre a atividade desenvolvida. Além disso, pedimos a alguns deles que nos explicasse um dos eixos do diagrama que produziram, com o intuito de procurarmos indícios de catarse dos conhecimentos abordados durante as aulas. Concluímos que o aspecto mais expressivo dessa etapa foi que os estudantes demonstraram maior segurança em abordar o eixo da “Ciência”. A principal alegação foi que esse eixo era mais familiar para eles devido ao conhecimento prévio das aulas direcionadas que ministramos na primeira etapa.

Sobre o uso da lógica dialética na explicação de algum dos eixos do diagrama, destacamos dois estudantes que nos explicaram o eixo da “Ciência” com um bom domínio da lógica de oposição/complementação entre os polos da contradição. Os participantes M1B e T2C foram os que melhor demonstraram domínio da explicação do citado eixo. Eles conseguiram articular a oposição entre a atração gravitacional da Terra sobre o satélite e sua “não queda” devido ao movimento orbital, destacando que, no entanto, um fato

complementa o outro.

A maioria dos estudantes demonstrou insegurança na exposição dos polos da contradição em algum dos eixos e, como estratégia majoritária, resolveu ler o conteúdo do diagrama categorial que o grupo havia preparado.

Como perspectivas futuras do desenvolvimento da ferramenta dos diagramas categoriais, sugerimos um estudo de como explicar para os estudantes o que esperamos que eles façam durante os trabalhos em grupos, pois eles se sentiram muitas vezes desorientados no sentido de não saberem como proceder. Neste trabalho, optamos por uma estratégia de não ensinarmos explicitamente o que esperávamos com aplicação da lógica dialética, para não entrarmos em considerações filosóficas com os estudantes. Esperávamos que, mesmo sem o ensino direcionado dessa filosofia, eles pudessem apreendê-la indiretamente pela própria atividade em si. Talvez, um etapa de ensino direcionado neste quesito tivesse facilitado as pesquisas em grupo.

Outro tema relevante, que levantamos de passagem no artigo referente a esta tese, mas que merece nossa atenção em futuros trabalhos, é a adequação da lógica dialética nos assuntos específicos das teorias físicas ou das ciências naturais. Poderemos avançar no conhecimento e apropriação das discussões filosóficas no entorno da possibilidade de se aplicar a ideia geral da existência de contradições, que são a causa da existência e do desenvolvimentos dos fenômenos, neste âmbito. Em nossas leituras, identificamos passagens em autores que afirmam que a dialética materialista existe em todos os processos, inclusive nos naturais. Assim, identificamos que está aberta a possibilidade de aprofundamento neste tema que poderá ter impactos na ferramenta de diagramas categoriais que ora propomos.

O objetivo de aplicação dessa ferramenta não foi forçá-la sobre a realidade, mas sim de testá-la na materialidade do seu uso. Foi no seu uso concreto que avaliamos a sua adequação e suas limitações, e não somente ficamos restritos a sua idealização. Avaliemos, agora, em que medida ela foi capaz de responder às nossas questões de pesquisa iniciais.

Nossa principal questão de pesquisa se referia a como poderíamos articular os três primeiros momentos da pedagogia histórico-crítica para o ensino de um conteúdo de física. Entendemos que a motivação para a criação desta estratégia didática de diagramas categoriais foi o resultado de nossas reflexões sobre como poderíamos articular a prática social inicial, comum a professor e alunos, para ensinar conteúdos da cultura elaborada necessários para os estudantes darem conta de problemas existentes na prática social. A forma adotada de partirmos de uma categoria concreta que sintetizava inúmeras determinações e relações do âmbito da prática social, como os “Satélites artificiais”, em sua inter-relação com as totalidades “Ciência”, “Tecnologia”, “Sociedade” e “Ambiente”, foi o método que consideramos que cumpriu com a tarefa de articulação dos três primeiros momentos pedagógicos, além de auxiliar a não perdermos de vista a totalidade dos processos reais. Para enriquecer este método, trouxemos as considerações de um aspecto chave da

dialética que é a análise de contradições. Nessa ferramenta, incorporamos o pensamento por contradições, próprio do marxismo, para estimular os estudantes a pensarem cada polo da contradição em cada eixo ou totalidade como uma luta de contrários que, não obstante, são a causa da existência e do desenvolvimento do mesmo. Entendemos que esta medida conferiu coesão teórica e filosófica à solução do problema que levantamos.

Finalmente, quanto à questão da avaliação do aprendizado dos alunos no ponto de chegada da prática educativa, reconhecemos que subestimamos a sua investigação empírica por meio do experimento que realizamos. No entanto, foi possível chegar a alguns indícios sobre a ocorrência de catarse na prática social de alguns dos estudantes, no ponto de chegada. Nas entrevistas semiestruturadas realizadas, poucos participantes foram capazes de nos explicar, com segurança, sua compreensão dos polos de uma contradição em uma dada totalidade analisada. Mas, entre aqueles que o conseguiram, observamos, relativamente, um elevado nível de domínio sobre o eixo explicado. Estes estudantes foram capazes de estabelecer uma linha de raciocínio coesa e coerente, o que nos indica uma aprendizagem autêntica. Até que ponto isto significou uma tomada para si de um conhecimento da cultura elaborada como uma espécie de segunda natureza, o que é próprio da catarse, ficou como uma questão em aberto.

Concluimos esta tese esperançosos de que tenhamos contribuído com a construção da pedagogia histórico-crítica, apresentando um trabalho original de aplicação da lógica dialética, um dos pilares dessa pedagogia, em uma ferramenta didática na educação em ciências, em especial no ensino de física de nível médio.

## REFERÊNCIAS

- AGUDO, M. M.; TOZONI-REIS, M. F. C. A educação ambiental histórico-crítica: uma construção coletiva. **Nuances: estudos sobre educação**, Presidente Prudente, v. 31, n. 1, p. 143–159, 2020.
- AIKENHEAD, G. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. (Ed.). **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994, (Ways of Knowing in Science). p. 47–59.
- ALTHUSSER, L. **Ideologia e aparelhos ideológicos do estado**. 3. ed. Lisboa: Presença, 1980. 121 p.
- ASTROLAB - Lixo Espacial. YouTube, TV Unesp. 2019. Disponível em: <<https://youtu.be/-vYrei1bs64>>. Acesso em: 9 out. 2022.
- AULER, D. **Cuidado! um cavalo viciado tende a voltar para o mesmo lugar**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2018.
- AVELAR, L. M. et al. A prática social como fundamento do ensino-aprendizagem: uma proposta para o conteúdo verminoses no ensino médio. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia**, v. 15, n. 1, p. 45–66, 2022.
- BARATA-MOURA, J. **Dialéctica marxista**. Lisboa: Editorial Avante!, 2010.
- BAUDELOT, C.; ESTABLET, R. **L'École Capitaliste en France**. Paris: François Maspero, 1971.
- BBC News - Middle East - Iran launches homegrown satellite. **BBC News**, London, 3 feb. 2009. Disponível em: <[http://news.bbc.co.uk/2/hi/middle\\_east/7866357.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/middle_east/7866357.stm)>. Acesso em: 26 jan. 2023.
- BOURDIEU, P.; PASSERON, J. C. **A reprodução: elementos para uma teoria do sistema de ensino**. 3. ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1992. (Educação em Questão).
- BRAINLY. Disponível em: <<https://brainly.com.br/>>. Acesso em: 25 jan. 2023.
- BUZAN, T. **Use your head**. London: Book Club Associates, 1974. (Edição republicada em 1984).
- CAMPOS, R. S. P. A dialética da prática docente ao exemplo da classificação biológica no ensino médio. **Revista Brasileira do Ensino Médio**, Ipojuca, v. 2, p. 13–28, 2019.
- \_\_\_\_\_. Ensino de ciências e de biologia sob a perspectiva histórico-crítica na literatura científica. **Debates em Educação**, Maceió, v. 12, n. 26, p. 225–241, 2020.
- CAÑAS, A. J. et al. CmapTools: a knowledge modeling and sharing environment. In: CAÑAS, A.; NOVAK, J.; GONZÁLEZ, F. (Ed.). **Concept Maps: Theory, Methodology, Technology, Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping**. Pamplona: Universidad Pública de Navarra, 2004. p. 125–133. Disponível em: <<http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-283.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2023.

CEREZO, J. A. L. Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 18, p. 41–68, 1998.

CHAVES, I. A.; ROSSI, R. A importância da ciência na educação escolar: reflexões da teoria histórico-cultural e da pedagogia histórico-crítica. **Colloquium Humanarum**, Presidente Prudente, v. 18, p. 49–69, 2021.

CMAPTOOLS. Florida Institute for Human & Machine Cognition. Disponível em: <<https://cmap.ihmc.us/cmaptools/>>. Acesso em: 25 jan. 2023.

DAGNINO, R. P. A anomalia da política de C&T e sua atipicidade periférica. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad**, v. 11, n. 33, p. 33–63, 2016. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/924/92447592003.pdf>>. Acesso em: 26 jul. 2018.

DEROSSI, C. C.; FERREIRA, K. L. M. Modelos formativos da docência: considerações acerca das racionalidades técnica, prática e crítico-reflexiva na formação de professores. **Cadernos de Pedagogia**, v. 15, n. 33, p. 165–174, 2021.

DIAS, J. M. **Um estudo da construção do “habitus” no ensino da segunda lei da termodinâmica**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) — Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

DUSSEL, E. **A produção teórica de Marx: um comentário aos Grundrisse**. Tradução de José Paulo Netto. 1. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2012.

ENGELS, F. **A dialética da natureza**. 3. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

FERNANDES, G. A.; CAMPOS, L. M. L. A constituição dialética das significações e a formação de conceitos científicos sobre animais sinantrópicos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 26, n. 2, p. 76–96, 2021.

FREITAS, D. B.; GOUVEA, L. R. L.; PEREIRA, A. P. Diagramas categoriais para auxiliar estudantes e professores do ensino médio na elevação do pensamento abstrato ao concreto. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 2023. *post-print*.

GALA, P. **Complexidade econômica: uma nova perspectiva para entender a antiga questão da riqueza das nações**. 1. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 2017.

GALA, P.; RONCAGLIA, A. **Brasil, uma economia que não aprende: novas perspectivas para entender nosso fracasso**. 1. ed. São Paulo: Edição do Autor, 2020.

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

GASPARIN, J. L. **Uma didática para a pedagogia histórico-crítica**. 5. ed. Campinas: Autores Associados, 2012. (Coleção educação contemporânea).

GENOVESE, L. G. R.; QUEIRÓS, W. P.; GENOVESE, C. L. C. R. O ensino dos processos e usos do alumínio na perspectiva da pedagogia histórico-crítica. **Educación Química**, v. 31, n. 1, p. 62–83, 2020.

GERALDO, A. C. H. **Didática de ciências e de biologia na perspectiva da pedagogia histórico-crítica**. 2006. Tese (Doutorado em Educação para a Ciências) — Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2006.

GHIRALDELLI JR., P. A vara teimosa: debatendo com Paolo Nosella. **Educação & Sociedade**, v. 9, n. 24, p. 145–166, 1986.

\_\_\_\_\_. **O que é pedagogia**. 1. ed. São Paulo: Editora brasiliense, 2017. (Primeiros passos, 193). Livro eletrônico.

GUIMARÃES, E. J. G.; NOBRE, F. A. S. Teoria especial da relatividade: 100 anos após, como ensiná-la significativamente usando o cordel. **Conexões Ciência e Tecnologia**, Fortaleza, v. 13, n. 4, p. 37–44, 2019.

HEGEL, G. W. F. **Fenomenologia do espírito**. Tradução de Paulo Meneses, com a colaboração de Karl-Heinz Effen e José Nogueira Machado, SJ. 2. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2003.

HELERBROCK, R. Força gravitacional. **Escola kids**, São Paulo, s.d. Disponível em: <<https://escolakids.uol.com.br/matematica/a-forca-de-atracao-da-gravidade.htm>>. Acesso em: 1 fev. 2023.

HIRSCH, D.; RIO, V. Teorías de la reproducción y teorías de la resistencia: una revisión del debate pedagógico desde la perspectiva materialista. **Foro de Educación**, Cabrerizos, v. 13, n. 18, p. 69–91, 2015.

JIN-KYU, K. Coreia do Sul completa com sucesso lançamento de foguete espacial de fabricação própria. **Exame**, São Paulo, 21 jun. 2022. Este conteúdo foi noticiado originalmente pela agência AFP. Disponível em: <<https://exame.com/ciencia/coreia-do-sul-completa-com-sucesso-lancamento-de-foguete-espacial-de-fabricacao-propria/>>. Acesso em: 10 out. 2022.

KOFLER, L. **História e dialética**: estudos sobre a metodologia da dialética marxista. Tradução de José Paulo Netto. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2010. (Pensamento Crítico, 14).

LIMA, C. **Ensino dos conceitos ácido e base na perspectiva histórico-crítica**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) — Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.

LIMA, G. S. Considerações sobre o conteúdo presente no artigo “A tríade conteúdo-forma-destinatário: uma análise das práxis pedagógicas do ensino de ciências orientados pela pedagogia histórico-crítica”. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 22, p. 1–6, 2022.

LUCENA, A. Há 10 anos se encerrava a gloriosa era dos ônibus espaciais. **Olhar Digital**, São Paulo, 26 jul. 2021. Disponível em: <<https://olhardigital.com.br/2021/07/26/columnistas/ha-10-anos-se-encerrava-a-gloriosa-era-dos-onibus-espaciais/>>. Acesso em: 26 jan. 2023.

MARTINS, L. M. **O desenvolvimento do psiquismo e a educação escolar:** contribuições à luz da psicologia histórico cultural e da psicologia histórico-crítica. 2011. Tese (Livro-Docência em Psicologia da Educação) — Faculdade de Ciências, Departamento de Psicologia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2011.

MARTINS, L. M. Contribuições da psicologia histórico-cultural para a pedagogia histórico-crítica. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, n. 52, p. 286–300, 2013.

MARX, K. **Contribuição à crítica da economia política.** Tradução e introdução de Florestan Fernandes. 2. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2008. 288 p.

\_\_\_\_\_. **Grundrisse:** manuscritos econômicos de 1857-1858: esboços da crítica da economia política. 1. ed. São Paulo: Boitempo, 2011. (Coleção Marx & Engels). E-book.

\_\_\_\_\_. **O capital:** crítica da economia política: livro 1: o processo de produção do capital. Tradução de Rubens Enderle. 2. ed. São Paulo: Boitempo, 2011. (Coleção Marx & Engels). E-book.

MARX, K.; ENGELS, F. **A ideologia alemã:** crítica da mais recente filosofia alemã em seus representantes Feuerbach, B. Bauer e Stirner, e do socialismo alemão em seus diferentes profetas (1845-1846). São Paulo: Boitempo, 2007.

\_\_\_\_\_. **Manifesto do partido comunista.** Tradução de Sérgio Tellaroli; posfácio de Marshall Berman; revisão técnica de Ricardo Musse. São Paulo: Penguin Classics Companhia das Letras, 2011.

MASSI, L. Comentário sobre o artigo “A tríade conteúdo-forma-destinatário: uma análise das práxis pedagógicas do ensino de ciências orientados pela pedagogia histórico-crítica”. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 22, p. 1–4, 2022.

MASSI, L. et al. Incorporação da pedagogia histórico-crítica na educação em ciências: uma análise crítica dialética de uma revisão bibliográfica sistemática. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 24, n. 2, p. 212–255, 2019.

MENDES, C. B.; BIANCON, M. L.; FAZAN, P. B. Interloquções entre a pedagogia histórico-crítica e a psicologia histórico-cultural para o ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 3, p. 815–831, 2019.

MORI, R. C.; CURVELO, A. A. S. O pensamento de Dermeval Saviani e a educação em museus de ciências. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 42, n. 2, p. 491–506, 2016.

NASA Live Stream - Earth From Space : Live Views from the ISS. YouTube, Canal Space Videos. 2023. Disponível em: <<https://youtu.be/86YLF0og4GM>>. Acesso em: 4 jan. 2023.

NETTO, J. P. **Introdução ao estudo do método de Marx.** 1. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2011. 64 p.

NOVAK, J. D. Concept mapping: a useful tool for science education. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 27, n. 10, p. 937–949, 1990.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Learning how to learn.** New York: Cambridge University Press, 1984. (23ª reimpressão 2008).

OLIVEIRA, E. C.; ALMEIDA, E. F.; AQUINO, S. F. Sequência didática baseada na pedagogia histórico-crítica para abordar o Papilomavírus Humano (HPV) no ensino médio. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, v. 4, n. 7, p. 3–10, 2018.

OLIVEIRA, S. Pisa 2018 revela baixo desempenho escolar em leitura, matemática e ciências no Brasil. Portal do MEC, Brasília, 2019. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/211-218175739/83191-pisa-2018-revela-baixo-desempenho-escolar-em-leitura-matematica-e-ciencias-no-brasil>>. Acesso em: 16 out. 2023.

OLIVEIRA, T. E.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Aprendizagem baseada e equipes (Team-Based Learning): um método ativo para o ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 962–986, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n3p962/33015>>. Acesso em: 8 maio 2020.

PASQUALETTO, T. I.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Aprendizagem baseada em projetos no ensino de física: uma revisão da literatura. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 2, p. 551–577, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4546/2982>>. Acesso em: 8 maio 2020.

PEDROSA, E. M. P.; LEITE, L. S. A epistemologia dialética materialista e o ensino de ciências naturais: algumas reflexões. **Revista ACTA Tecnológica**, v. 6, n. 2, p. 37–44, 2011.

PEIXOTO, D. M.; GENOVESE, C. L. C. R. Questão sociocientífica sobre o uso medicinal da *cannabis sativa*: uma proposta didática segundo a pedagogia histórico-crítica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, Passo Fundo, v. 4, n. 2, p. 835–857, 2021.

PENELUC, M. C.; PINHEIRO, B. C. S.; MORADILLO, E. F. Possíveis confluências filosóficas e pedagógicas entre a educação ambiental crítica e a pedagogia histórico-crítica. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 24, n. 1, p. 157–173, 2018.

PEREIRA, A. P.; LIMA JUNIOR, P. Implicações da perspectiva de Wertsch para a interpretação da teoria de Vygotsky no ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, p. 518–535, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2014v31n3p518>>. Acesso em: 18 abr. 2018.

PEREIRA, L. M.; CAMPOS, L. M. L. Aproximações a uma concepção histórico-crítica de objetivo do ensino de ciências naturais. **Debates em Educação**, Maceió, v. 12, n. 26, p. 323–341, 2020.

PIRES, I. S.; MESSEDER NETO, H. S. A tríade conteúdo-forma-destinatário: uma análise das práxis pedagógicas do ensino de ciências orientadas pela pedagogia histórico-crítica. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 22, n. e35836, p. 1–36, 2022.

PLANETARY Orbits Lab. Astronomy Education at the University of Nebraska-Lincoln. 2023. Disponível em: <<https://astro.unl.edu/naap/pos/pos.html>>. Acesso em: 4 jan. 2023.

QUEIRÓS, W. P.; JÚNIOR, A. F. N.; SOUZA, D. C. Possibilidades da Filosofia, História e Sociologia da Ciência para superação de uma concepção prática-utilitária da educação científica: caminhos a serem percorridos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 6, n. 2, p. 23–40, 2013.

REVERSE Engineering - A gigantesca lançadora de satélites a 10.000x a gravidade. YouTube, Reverse Engineering. 2023. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=yuguXdJwUKw>>. Acesso em: 4 jan. 2023.

RIBEIRO, A. Movimentos orbitais. **Espaço do Conhecimento UFMG, Blog do Espaço!**, Belo Horizonte, 24 maio 2022. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/espacodoconhecimento/movimentos-orbitais/>>. Acesso em: 1 fev. 2023.

RIBEIRO, G. Como a Virgin Orbit vai usar Alcântara para impulsionar lançamentos com o sistema LauncherOne. **Mundo GEO**, Curitiba, 23 set. 2022. Disponível em: <<https://mundogeo.com/2022/09/23/como-a-virgin-orbit-vai-usar-alcantara-para-impulsionar-lancamentos-com-o-sistema-launcherone/>>. Acesso em: 11 out. 2022.

RIBEIRO, V. Nos EUA, empresa Space X coloca em órbita dois satélites brasileiros. **Radioagência Nacional**, Brasília, 26 maio 2022. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/pesquisa-e-inovacao/audio/2022-05/nos-eua-empresa-space-x-coloca-em-orbita-dois-satelites-brasileiros>>. Acesso em: 1 fev. 2023.

ROBÔ Ciência - Você sabia? Satélites não flutuam no espaço. Na verdade, eles estão sempre caindo. Natal: Robô Ciência, 2020. Disponível em: <<https://robociencia.com.br/satelites-nao-flutuam-no-espaco/>>. Acesso em: 1 fev. 2023.

RODRIGUES, J. S. Lixo espacial e seus riscos para o meio ambiente e para a exploração espacial. **Portal Dia a Dia Educação**, Curitiba, 2010. Disponível em: <[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos\\_teses/2010/Geografia/art\\_lixo\\_espacial.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2010/Geografia/art_lixo_espacial.pdf)>. Acesso em: 3 fev. 2023.

SAVIANI, D. **Escola e democracia**. Campinas: Autores Associados, 2008. (Coleção educação contemporânea). (Edição comemorativa).

\_\_\_\_\_. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. 11. ed. Campinas: Autores Associados, 2012. (Coleção educação contemporânea).

\_\_\_\_\_. O conceito dialético de mediação na pedagogia histórico-crítica em intermediação com a psicologia histórico-cultural. **Germinal: Marxismo e Educação em Debate**, Salvador, v. 7, n. 1, p. 26–43, 2015.

\_\_\_\_\_. Da inspiração à formulação da Pedagogia Histórico-Crítica (PHC): os três momentos da PHC que toda teoria verdadeiramente crítica deve ter. **Interface - comunicação saúde educação**, Botucatu, v. 21, n. 62, p. 711–724, 2017. Entrevistas.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia histórico-crítica, quadragésimo ano [livro eletrônico]: novas aproximações**. Campinas: Autores Associados, 2019.

SOUZA, D. C. Entrevista com Newton Duarte - perspectivas e desafios para o ensino de ciências: a superação do construtivismo e a pedagogia histórico-crítica. **Debates em Educação**, Maceió, v. 12, n. 26, p. 459–469, 2020.

STELLARIUM. 2023. Disponível em: <<https://stellarium.org/>>. Acesso em: 4 jan. 2023.

STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil**: Sentidos e perspectivas. 2012. 283 f. Tese (Doutorado em Ciências) — Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

TAMMARO, R. Lixo espacial é problema crescente com soluções difíceis. **Jornal da USP**, São Paulo, 11 maio 2022. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/?p=514964>>. Acesso em: 9 out. 2022.

TEIXEIRA, P. M. M. Educação científica e movimento C.T.S. no Brasil no quadro das tendências pedagógicas no Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 88–102, 2003. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4114/2678>>. Acesso em: 8 maio 2020.

\_\_\_\_\_. A educação científica sob a perspectiva da Pedagogia Histórico-Crítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 177–190, 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132003000200003&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132003000200003&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 8 maio 2020.

TSÉ-TUNG, M. **Sobre a prática e sobre a contradição**. 1. ed. São Paulo: Expressão Popular, 1999. Livro eletrônico.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. Organizadores Michael Cole, Vera John-Steiner, Sylvia Scribner e Ellen Souberman. Tradução de José C. Neto, Luís S. M. Barreto, Solange C. Afeche. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007. 182 p.

VYGOTSKY, L. S. **Myshlenie i rech' (Thinking and speech)**: psikhologicheskoe issledovaniya (psychological investigations). Moscow and Leningrad: Gosudarstvennoe Sotsial'no-Ekonomicheskoe Izdatel'stvo, 1934.

\_\_\_\_\_. **Mind in society**: the development of higher psychological processes. 1. ed. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1978.

\_\_\_\_\_. The genesis of higher mental functions. In: WERTSCH, J. V. (Ed.). **The concept of activity in Soviet psychology**. Armonk, N. Y.: M. E. Sharpe, 1981.

\_\_\_\_\_. The instrumental method in psychology. In: WERTSCH, J. V. (Ed.). **The concept of activity in Soviet psychology**. Armonk, N. Y.: M. E. Sharpe, 1981.

WATTLES, J. Startup americana pretende “arremessar” foguetes ao espaço usando força centrífuga. **CNN Brasil**, São Paulo, 15 jun. 2022. Este conteúdo foi criado originalmente em inglês por CNN. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/startup-americana-pretende-arremessar-foguetes-ao-espaco-usando-forca-centrifuga/>>. Acesso em: 9 out. 2022.

WERTSCH, J. V. **Vygotsky and the social formation of mind**. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1985.

\_\_\_\_\_. **Mind as action**. 1. ed. New York: Oxford University Press, 1998.

YIN, R. K. **Case study research: design and methods**. 5. ed. Los Angeles: SAGE Publications, 2014. Livro eletrônico.

ZANETI, J. C. et al. Conhecimentos clássicos, trabalho educativo e ensino de ciências: articulações possíveis a partir da pedagogia histórico-crítica. **Debates em Educação**, Maceió, v. 12, n. 26, p. 302–322, 2020.

ZILLI, B. et al. Apropriação teórica e metodológica da Pedagogia Histórico-Crítica na educação em ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, X., 2015, Águas de Lindóia. **Anais . . .**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015. p. 1–9. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R2036-1.PDF>>. Acesso em: 3 nov. 2018.

ZURITA, M. 18 anos do acidente de Alcântara, a tragédia que marcou a história do Programa Espacial Brasileiro. **Olhar Digital**, São Paulo, 30 ago. 2021. Disponível em: <<https://olhardigital.com.br/2021/08/30/colunistas/18-anos-do-acidente-de-alcantara-a-tragedia-que-marcou-a-historia-do-programa-espacial-brasileiro/>>. Acesso em: 10 out. 2022.

## **Apêndices**



## APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Figura 18 – Modelo do Termo de consentimento informado enviado para os pais dos alunos. As omissões do texto com marcações em preto visam preservar a identificação da escola onde foi feita a pesquisa e alguns dados pessoais.

### TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

**Informações gerais**

- **Universidade:** Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
- **Departamento:** Instituto de Física
- **Professor-pesquisador:** Doutorando Daniel Batista de Freitas
- **Professor-orientador:** Prof. Dr. Alessandro Pereira de Pereira
- **Período:** De 21 nov. 2022 a 10 dez. 2022.

Prezado pai, mãe ou responsável,

Sou o professor de Física do seu filho(a) na Escola [REDACTED] e venho por meio deste termo pedir a sua autorização para que ele(a) participe da minha pesquisa de doutorado que estou realizando sobre uma didática para a Pedagogia Histórico-Crítica (PHC).

A participação do estudante se dará na fase de aplicação e coleta de dados de uma metodologia para o ensino de Física que desenvolvi após um estudo teórico sobre as bases da PHC. Os estudantes, reunidos em grupos, realizarão algumas **atividades envolvendo leituras e pesquisas na internet**, produzirão um material em forma de diagrama e o apresentarão ao final. Após esta etapa, eu realizarei **uma entrevista** com uma amostra dos participantes, escolhidos aleatoriamente.

Os dados coletados serão oriundos de observação participante, fotocópias dos materiais produzidos e áudios das entrevistas e da apresentação do trabalho. **Não serão coletadas imagens, fotográficas ou em vídeo, dos participantes.** Estes dados serão manuseados apenas por mim, professor-pesquisador, e serão divulgados na minha tese e em um artigo científico referente a mesma, com o **total anonimato do participante.**

Outrossim, informo que a qualquer tempo o(a) senhor(a) tem assegurado o direito de retirar o participante desta pesquisa, bem como terá garantido o direito de destruição dos dados obtidos. Para outros questionamentos, detalhes da pesquisa e dúvidas, meu contato por WhatsApp é [REDACTED] e por e-mail é [REDACTED].

**Ao assinar este termo o(a) senhor(a) autoriza a participação do seu filho ou da sua filha nesta pesquisa, nos termos expostos acima.**

[REDACTED] \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022.

**Responsável:** \_\_\_\_\_

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

Fonte: Elaborado pelo autor.



## APÊNDICE B – ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

### B.1 Formulário de perguntas da entrevista semiestruturada

#### B.1.1 Perguntas sobre o dia a dia do participante

1. Como é a sua rotina diária nos dias de semana?
2. Você costuma estudar nos fins de semana?
3. Você tem um local de estudos apenas seu na sua casa?
4. Você tem um *laptop* ou um PC de uso pessoal na sua casa?
5. Você tem internet fixa na sua casa?
6. Você tem o hábito de ler livros didáticos? E de literatura?
7. Você mora perto da escola? Quanto tempo você leva para chegar à escola?

#### B.1.2 Perguntas sobre a disposição do participante para com a disciplina de física

1. O que você esperava da disciplina de física no início do ano e como a avalia agora?
2. Para você, o que é mais difícil na disciplina?
3. Se fosse possível você optar por ter ou não aulas de física, qual seria a sua decisão? Por quê?
4. O que tornaria as aulas de física mais interessantes para você?
5. Pelo o que você gostaria de ser avaliado na disciplina?

#### B.1.3 Perguntas sobre o processo de construção do diagrama categorial

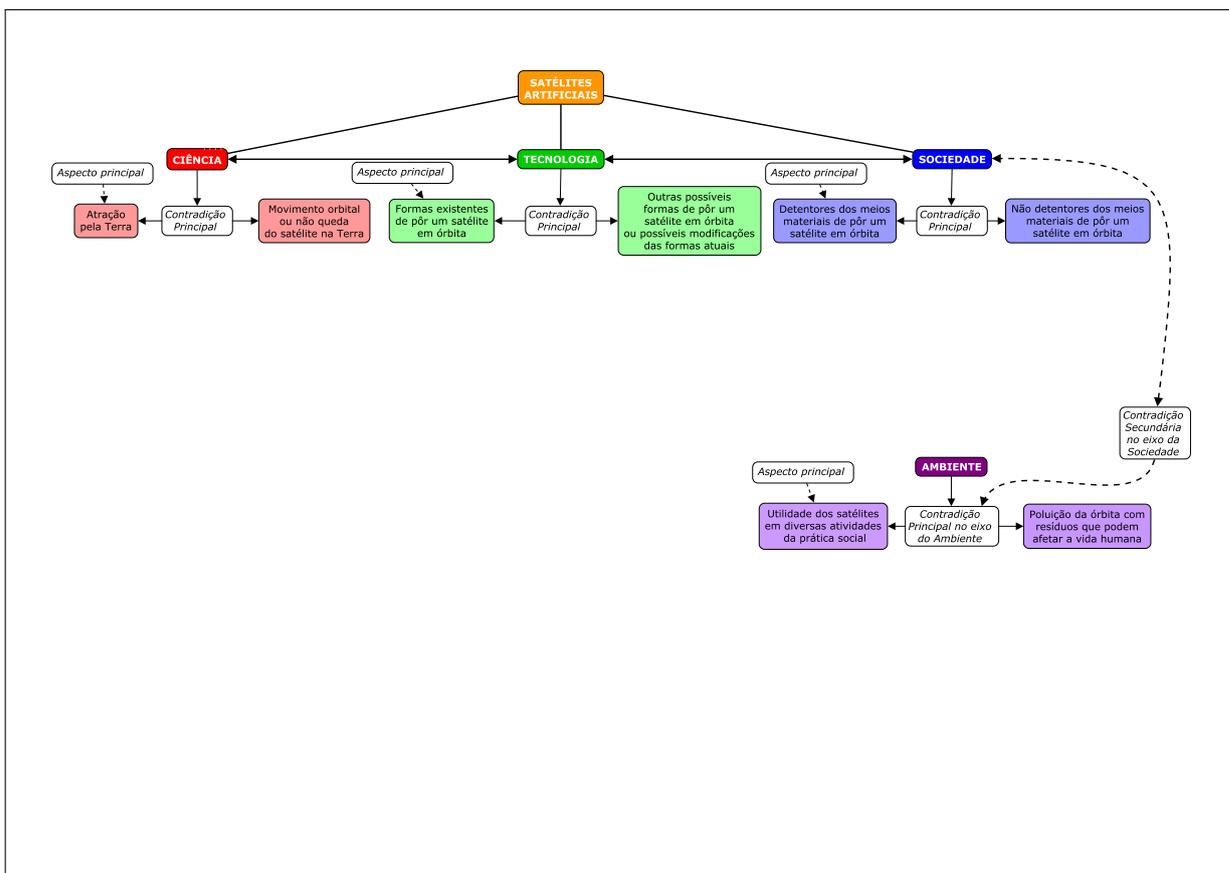
1. Qual foi sua primeira impressão sobre a atividade proposta quando lhe foi apresentada?
2. Você acha que atividades deste tipo cabem na disciplina de física? Por quê?
3. Como você interpretou a separação do tema principal [a categoria concreta “satélites artificiais”] em quatro subtemas [as totalidades “Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente”]?
4. Qual foi a principal dificuldade na investigação de cada um dos polos da contradição principal em cada subtema?

5. Qual dos subtemas foi o mais fácil de investigar? Por quê?
6. E qual foi o subtema mais difícil? Por quê?
7. Você percebeu alguma conexão entre os subtemas? Se sim, poderia descrever qual conexão foi percebida?
8. Escolha um dos eixos do diagrama e, por favor, explique-o brevemente.

### APÊNDICE C – DIAGRAMA CATEGORIAL PRÉ-ELABORADO

Na Figura 19, apresentamos a forma do diagrama categorial pré-elaborado que efetivamente foi entregue para os grupos participantes da nossa pesquisa. Ele foi impresso em papel A4 de maior densidade (160 g/m<sup>2</sup>) que os papéis comuns.

Figura 19 – Diagrama categorial pré-elaborado entregue aos participantes.



Fonte: Elaborado pelo autor.



## APÊNDICE D – TRATAMENTO DOS ÁUDIOS DAS ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS

Nas páginas seguintes, apresentamos uma planilha de 12 páginas, feita com o *software* LibreOffice, na qual fizemos o relato dos discursos dos participantes gravados nos áudios das entrevistas semiestruturadas. Utilizamos a primeira coluna da planilha para numerar cada linha da mesma, a fim de facilitar o referenciamento. Na segunda coluna, colocamos os códigos dos entrevistados com a seguinte regra: o primeiro caractere se refere ao turno escolar do participante, onde M significa “manhã”, T “tarde” e N “noite”; o segundo caractere se refere ao grupo do participante, onde 1 significa “grupo 1” e 2 “grupo 2” e; o terceiro caractere particulariza o participante, o qual nomeamos com uma letra. Também, para fins de conhecimento do leitor, identificamos os participantes do gênero feminino, que estavam em menor quantidade (cerca de 30%). Então, por exemplo, o entrevistado “M2C (menina)” era: do turno da manhã (M), do grupo 2 desse turno (2), entrevistado identificado como “C” e do gênero feminino (menina).

Além disso, para a maioria das perguntas, rotulamos uma parte da informação do discurso do participante para ajudar na nossa reconstrução dos sentidos mais expressivos do conjunto das respostas, os quais desenvolvemos na [subseção 6.4.3](#) (p. 155).

1	Perguntas sobre o dia a dia do participante	Trabalha	Curso fora da escola	Cuida de familiar ou ajuda em casa	Sai do trabalho e vai direto à escola	Não trabalha
2	1) Como é a sua rotina diária nos dias de semana?					
3	M1A Acorda, toma banho, vai à escola pela manhã. Após a escola, almoça e vai ao trabalho por 4 horas. Volta à casa. Descansa e dorme.	x				
4	M1B Estuda pela manhã. À tarde, trabalha. No fim da tarde, tem o hábito de jogar futebol.	x				
5	M1C Acorda 6 h e 30 min. Toma café e 7 h e 10 min vai à escola à pé. Leva de 25 a 30 min. Após, volta à casa, almoça, descansa e vai à academia no fim da tarde. À noite, participa de jogos online pelo celular.					
6	M2A Acorda às 6 h. Vai à escola às 7 h. Depois da escola, volta para casa.					
7	M2B Acorda 6 h. Sai de manhã para a aula às 7 h. À tarde, faz um curso. Volta à casa no fim da tarde.		x			x
8	M2C (menina) Acorda às 6 h e 45 min. Toma café e vai à escola. Volta à casa e ajuda nas tarefas de casa e depois dorme.			x		
9	T1A (menina) Acorda 6 h. Vai para a cidade da escola com os pais. Fica na casa da avó até a hora da escola. Volta com os pais para casa.					
10	T1B (menina) Acorda. Vai ao trabalho. Sai do trabalho e vai à escola. Depois da escola volta a sua casa.	x			x	
11	T1C Acorda cedo [não falou o horário]. Sai próximo do meio-dia para ir à escola. Quando retorna, às vezes vai dormir ou ver televisão. Dorme próximo à meia-noite.					x
12	T2A Acorda 6 h e 30 min. Vai ao trabalho. Depois, vai à escola. E, da escola, vai à casa.	x			x	
13	T2B Acorda 5 h e 30 min. Passa café para o pai. Sai para trabalhar às 6 h. Chega à casa às 11 h. Vestir-se e vai à escola. Volta à casa, se deita, e, depois, ajuda na cozinha de casa.	x				
14	T2C Acorda às 10 h. Almoça e vai à escola.					x
15	N1A Acorda 6 horas da manhã. Sai para trabalhar por volta de 6 h e 20 min. Leva 10 min para chegar ao trabalho. Trabalha até 13h. Volta para casa e sai novamente para um curso de informática. Volta às 15 h e vai para academia. Volta para casa e em seguida sai para buscar o irmão na escola às 17 h. Volta para a casa e se arrumar para ir à escola 18 h e 30 min.	x	x	x		
16	N1B Acorda às 8 h. Trabalha às 10 h. Sai do trabalho às 14 h. Trabalha com entregas de almoço para um restaurante com bicicleta. Após o trabalho, fica em casa até ir à escola.	x				
17	N1C (menina) Acorda às 10 h. Sai para trabalhar às 11 h. Pega dois ônibus até chegar ao trabalho, que inicia às 13 h e 30 min e se encerra às 17 h e 30 min. Vai à escola diretamente do trabalho.	x			x	
18	N1D (menina) Acorda 7h e 20 min. Sai de casa às 8 h. Trabalha até 17 h e 30 min. Toma banho no trabalho e vai direto à escola.	x			x	

		2) Você costuma estudar nos fins de semana?	Não tem hábito de estudo nos finais de semana	Apenas quando tem trabalho ou prova	sim				
19									
20	M1A	Sim.			x				
21	M1B	Sim.			x				
22	M1C	Não. Apenas quando há trabalhos da escola atrasados.		x					
23	M2A	Não. Apenas se houver trabalhos da escola ou provas.	x	x					
24	M2B	Não porque considera que tem uma rotina muito pesada.	x						
25	M2C (menina)	Não. Mas costuma fazer algumas leituras e assistir à alguns vídeos de curiosidades.	x						
26	T1A (menina)	Não.	x						
27	T1B (menina)	Não.	x						
28	T1C	As vezes. Principalmente química e física, mas também um pouco de matemática.			x				
29	T2A	Não. Procura fazer tudo durante a semana.	x						
30	T2B	Não costuma. Mas eventualmente estuda quando precisa.	x						
31	T2C	Não costuma estudar, mas de vez em quando assiste vídeos do YouTube sobre curiosidades.	x						
32	N1A	Não. Apenas quando há trabalhos da escola pendentes ou quando tem prova.	x	x					
33	N1B	Não. Raramente, quando tem trabalhos ou provas.	x	x					
34	N1C (menina)	Não. Faz tudo durante a semana.	x						
35	N1D (menina)	Não. Apenas quanto tem trabalho ou prova.		x					
36		<b>3) Você tem um local de estudos apenas seu na sua casa?</b>	<b>Individual</b>	<b>Compartilhado</b>	<b>Improvisado</b>	<b>Nenhum</b>			
37	M1A	Sim.	x						
38	M1B	Sim. Mas disse que sempre que tem um tempo, independentemente do lugar, aproveita algum tempo vago para estudo.	x						
39	M1C	Não.				x			
40	M2A	Sim.	x						
41	M2B	Sim, no seu quarto.			x				
42	M2C (menina)	Sim, no seu quarto.	x						
43	T1A (menina)	Sim. Tem um local, mas improvisado, uma bancada que tem na casa			x				
44	T1B (menina)	Não.				x			
45	T1C	Sim, no seu quarto.	x						
46	T2A	Sim, mas é improvisado na cama.			x				
47	T2B	Sim, mas é improvisado na cama.			x				
48	T2C	Não.				x			
49	N1A	Tem local de estudos compartilhado que usa junto com o irmão.		x					
50	N1B	Sim. Possui um lugar de estudos individual	x						
51	N1C (menina)	Não. Estuda na cama.				x			
52	N1D (menina)	Não tem. Estuda na cama				x			
53		<b>4) Você tem um laptop ou um PC de uso pessoal na sua casa?</b>	<b>Pessoal</b>	<b>Compartilhado</b>	<b>Não</b>	<b>Só celular</b>	<b>Tem mas não o utiliza</b>		

















272	N1A	Achou muito complicado reunir o que escrever na folha.
273	N1B	Tudo era muito difícil. Só a parte da ciência era mais fácil porque já tinha uma noção.
274	N1C (menina)	Achar as respostas.
275	N1D (menina)	Saber se estava respondendo corretamente cada um dos eixos.
276		<b>5) Qual dos subtemas foi o mais fácil de investigar? Por quê?</b>
277	M1A	O eixo da "Ciência" porque já conhecia.
278	M1B	Tecnologia, pois o tema era bem simples, e o pouco que pesquisou já respondia 90% do tema. Disse que para o lançamento de satélites não tem outra coisa senão foguete e veículo espacial. Não tem outras alternativas.
279	M1C	O eixo da "Ciência" e do "Ambiente" porque já tinha familiaridade.
280	M2A	A parte da "Ciência" porque já tinha estudado.
281	M2B	A atração do satélite pela Terra, pois já tinha familiaridade devido às aulas anteriores.
282	M2C(menina)	Acho mais fácil pesquisar sobre as utilidades dos satélites.
283	T1A (menina)	Todos os outros que não encontrou.
284	T1B (menina)	A parte do "Ambiente" que tinha fácil na internet.
285	T1C	Foi pesquisar sobre a atração do satélite pela Terra "por conta que é algo básico" que se aprende em física.
286	T2A	A questão dos foguetes, já que não tem muitas outras formas diferentes.
287	T2B	A "Ciência", que era o que tinha estudado nas aulas.
288	T2C	Foi a atração da Terra "porque é bem simples". Disse que é simples porque é "feita por uma força atrativa, e não existem muitas outras forças atrativas além da gravidade".
289	N1A	A questão da atração pela Terra que estudou em sala.
290	N1B	O eixo do "Ambiente" porque o lixo espacial é fácil de achar.
291	N1C (menina)	O eixo da "Ciência" por ter familiaridade.
292	N1D (menina)	Os benefícios dos satélites na eixo do "Ambiente".
293		<b>6) E qual foi o subtema mais difícil? Por quê?</b>
294	M1A	Encontrar os detentores das formas de pôr um satélite em órbita porque a lista é grande.
295	M1B	Pesquisar outras formas em desenvolvimento para pôr um satélite em órbita porque não encontrou nada muito sobre o tema.
296	M1C	Encontrar as outras formas possíveis de pôr um satélite em órbita.
297	M2A	Não achou que teve um muito difícil.
298	M2B	Polição da órbita. Disse que é "muito difícil achar o conceito certo".
299	M2C(menina)	O mais difícil foi identificar quais dos países não tinha acesso às tecnologias para lançamento de satélites. Disse que encontrou que mais de 40 países tinham, mas apenas nove tinham mais acesso que os outros.
300	T1A (menina)	Foi as formas existentes de pôr um satélite em órbita, no eixo da Tecnologia. E "os detentores dos meios materiais de pôr um satélite em órbita", no eixo da Sociedade. Foram os mais difíceis porque não encontrou.
301	T1B (menina)	Foi procurar os detentores dos meios de pôr um satélite em órbita.
302	T1C	Foi pesquisar, no eixo da Sociedade, os detentores dos meios materiais de pôr um satélite em órbita. Disse que achou muito difícil encontrar fontes que lhe permitisse criar um entendimento sobre o assunto.
303	T2A	Foi pesquisar as novas formas de pôr um satélite em órbita. Disse que não achou.
304	T2B	Foi a parte de novas formas de pôr um satélite em órbita.
305	T2C	Foi pesquisar sobre formas existentes de pôr um satélite em órbita. Disse que encontrou várias formas de se fazer isso e sentiu dificuldade em selecionar o que poria no diagrama.
306	N1A	Disse que não encontrou outras formas de pôr um satélite em órbita.
307	N1B	Foi aquela que o grupo não encontrou.
308	N1C (menina)	Disse que procurou outras formas de pôr um satélite em órbita e não encontrou.
309	N1D (menina)	Foi aquela que o grupo não encontrou.
310		<b>7) Você percebeu alguma conexão entre os subtemas? Se sim, poderia descrever qual conexão foi percebida?</b>
311	M1A	Acha que tudo estava relacionado mas não necessariamente tinham conexões.
312	M1B	Percebeu que a Ciência também poderia abordar a questão ambiental, como se faz nos estudos de Meio Ambiente. Também, percebeu que tem aspectos de Sociedade e Ambiente que se cruzam. Citou, por exemplo, como a população se envolve com as empresas na cobrança pela preservação ambiental. Acredita que tem muitas situações em que Sociedade e Ambiente se relacionando muito.
313	M1C	Disse que tinha conexão como aspectos diferentes do mesmo tema.
314	M2A	Achou que não necessariamente eram assuntos conectados.
315	M2B	Não.
316	M2C (menina)	Disse que encontrou conexão sobre o polo das tecnologias existentes para o lançamento de satélites e os detentores dessas tecnologias representados pelos países.

317	T1A (menina)	Respondeu: "mais ou menos". Disse que percebeu maior conexão entre o movimento orbital e as formas existentes de pôr um satélite em órbita.
318	T1B (menina)	Disse que de alguma maneira, sim, existiam conexões.
319	T1C	Disse que percebeu muitas conexões. Por exemplo, disse que o movimento orbital [polo da contradição no eixo da "Ciência"] se conecta com as formas existentes de pôr um satélite em órbita [aspecto principal da contradição principal no eixo da "Tecnologia"], pois o movimento de órbita só existe pelo lançamento naquela órbita. Disse que "tudo está interligado". Por exemplo, "a forma como ele é projetado, os materiais de que ele é feito, como a sociedade vê os satélites etc".
320	T2A	Achou que mais ou menos. Tinha eixos que eram mais relacionados que outros, como o da "Tecnologia" com a "Sociedade"
321	T2B	Disse: "Pode-se dizer que sim porque o tema de satélites tem vários pontos de vista".
322	T2C	Disse que não percebeu nenhuma conexão entre os subtemas. Disse que achou bem determinado cada subtema.
323	N1A	Disse: "Com certeza". Achou que o tema tem muitos pontos de vista.
324	N1B	Achou que alguns subtemas tinham mais a ver um com o outro, mas não todos.
325	N1C (menina)	Achou que sim [não soube dizer porquê].
326	N1D (menina)	Achou que o subtema da "Ciência" tinha a ver com o "Ambiente" pela questão da órbita de lixo espacial.
327		<b>8) Escolha um dos eixos do diagrama e, por favor, explique-o brevemente.</b>
328	M1A	O participante escolheu o eixo do "Ambiente" e disse que o problema dos destroços deixados pelo lançamento de satélites está se tornando maior, mas, por outro lado, a necessidade de satélites pela sociedade está também crescendo e que isso precisa ser resolvido.
329	M1B	O participante disse que explicaria o eixo da "Ciência" por ser o mais legal para ele. Disse que a atração dos satélites pela Terra se dá pela gravidade. Disse que estava resumindo e explicando de uma maneira para iniciantes em física. Os satélites são lançados ao espaço e a Terra tenta puxar para o seu centro. Enfatizou que o satélite não é puxado para a Terra e sim para o centro da Terra e, assim, ele tende a cair na Terra. Mas, em contradição, o movimento orbital não o permite porque, como estudamos, a órbita é calculada para a Terra ser constantemente errada e o solo não ser acertada, entre aspas, na reentrada. E complementou que a trajetória do satélite é uma trajetória elíptica que constantemente fica sendo alterada ao longo do tempo.
330	M1C	Escolheu o eixo da "Sociedade" e <b>leu</b> , no diagrama do grupo, os países que detêm a tecnologia de lançamento de satélites. Disse que, por outro lado, os países subdesenvolvidos ainda não conseguiram.
331	M2A	O participante escolheu o eixo da "Ciência" e disse que apesar da lei da gravidade também afetam os satélites, eles não caem de volta no chão por estarem em movimento de queda infinito ao redor da Terra.
332	M2B	Escolheu o eixo da "Ciência". O participante apenas <b>leu</b> o que o grupo tinha colocado em cada um dos polos.
333	M2C (menina)	[Quando lhe foi solicitado, disse que não sabia explicar. Deu um tempo para que o participante se expressasse e optou por <b>ler</b> o que tinha escrito no diagrama]. <b>Leu</b> os dois polos da contradição no eixo da "Ciência".
334	T1A (menina)	O participante não soube explicar com suas próprias palavras. A estratégia usada foi <b>ler</b> o que tinha escrito em cada um dos polos da contradição no âmbito da "Ciência". Além disso, não fez uma pausa na leitura dos polos. Fez uma leitura corrida.
335	T1B (menina)	Escolheu o eixo da "Ciência" e apenas <b>leu</b> o diagrama.
336	T1C	Escolheu explicar a utilidade dos satélites em várias práticas sociais, no eixo do "Ambiente". Se concentrou em defender a utilização de satélites velhos ou mal desenvolvidos, que não entraram em órbita, para exposição e aprendizado das pessoas. Defendeu que isso seria muito bom, em vez de ser usado só para pesquisa. Disse que só o fato de ter acesso "seria um fato histórico". Disse que seria muito bom porque geraria interesse de pessoas por esse conhecimento. Falando do outro polo da contradição [possíveis perigos para a sociedade], disse que seria muito bom que fosse reduzido a quantidade de combustível no lançamento para diminuir a poluição. Disse que seria necessário "diminuir a utilização de ferro bruto" e a opção por materiais mais resistentes e menos tóxicos. Falou algo um pouco confuso sobre "melhoria do revestimento interno do satélite" para que ele tivesse uma "órbita mais leve" na forma de propulsão dele e isso diminuiria até a quantidade de combustível, pois o peso do satélite seria drasticamente reduzido.
337	T2A	Escolheu o eixo da "Ciência" e disse que não sabia explicar direito. Então, apenas <b>leu</b> o diagrama.
338	T2B	Escolheu o eixo da "Ciência" e apenas <b>leu</b> o diagrama.
339	T2C	Escolheu o eixo da "Ciência". Falou: "Claro, tem a atração da Terra, que vai puxar o satélite para ela. Mas, ao mesmo tempo, pelo satélite estar numa velocidade alta por fora da atmosfera, ele consegue ficar girando, girando, girando, até ele começar a perder velocidade. E quando ele perde velocidade, ele se choca com a atmosfera e vai se quebrando ao longo do tempo até um ponto que ele cai na Terra.
340	N1A	Escolheu o eixo da "Tecnologia". Disse que a forma mais comum de lançar os satélites e por meio dos foguetes ou naves espaciais. E em oposição, disse que os cientistas buscam novas maneiras mais fáceis, mas não conseguiram.
341	N1B	O participante escolheu o eixo da "Sociedade" e disse que os países que possuem tecnologia de lançamento de satélites vendem esse serviço para os países que não possuem.
342	N1C (menina)	O participante escolheu o eixo do "Ambiente" e apenas <b>leu</b> o que tinha do diagrama.
343	N1D (menina)	O participante escolheu o eixo da "Ciência" e disse que era conforme tinha estudado em sala, que os satélites são atraídos pela Terra, mas não caem no chão porque estão em órbita ao redor da Terra.



## APÊNDICE E – ARTIGO ORIGINAL REFERENTE À TESE ACEITO PARA PUBLICAÇÃO

A seguir, apresentamos o artigo original intitulado *Diagramas categoriais para auxiliar estudantes e professores do ensino médio na elevação do pensamento abstrato ao concreto* (FREITAS; GOUVEA; PEREIRA, 2023, *post-print*), aceito para publicação no periódico Caderno Brasileiro de Ensino de Física.

O citado trabalho foi resultado direto de nossas reflexões desenvolvidas até aqui sobre a prática pedagógica histórico-crítica, e foi de fundamental importância para a realização da parte empírica desta tese.

---

**Diagramas categoriais para auxiliar estudantes e professores do ensino médio na elevação do pensamento abstrato ao concreto<sup>+</sup>\***

---

*Daniel Batista de Freitas<sup>1</sup>*

Doutorando do programa de Pós-Graduação em Ensino de Física  
Instituto de Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

*Luís Ricardo Lemos Gouvea<sup>1</sup>*

Centro Universitário Leonardo da Vinci

*Alexsandro Pereira de Pereira<sup>1</sup>*

Instituto de Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre – RS

**Resumo**

*Neste artigo, apresentamos a ferramenta de diagramas categoriais para um ensino de ciências contextualizado, sob a perspectiva da Pedagogia Histórico-Crítica. Essa pedagogia tem como um dos seus pilares o materialismo histórico-dialético, e a ferramenta que ora propomos visa contribuir com uma forma de realizarmos o ensino e aprendizagem de ciências, em nível médio, compatível com essa pedagogia. Aqui, apresentamos o processo de construção de um diagrama categorial, tanto nas operações que cabem ao professor, quanto nas que se espera que caibam aos estudantes, considerando um caso hipotético de ensino do conteúdo de gravitação newtoniana na disciplina de física. O principal objetivo da ferramenta é auxiliar os estudantes a não perderem de vista a totalidade dos processos reais e a reproduzirem os conhecimentos apreendidos durante as aulas como síntese de múltiplas determinações e relações.*

**Palavras-chave:** *Materialismo Histórico-dialético; Pedagogia Histórico-crítica; Diagramas Categoriais; Ensino de Ciências; Ensino Médio.*

---

<sup>+</sup> Category diagrams to support high school students and teachers to do the rise of the abstract thinking to the concrete one

<sup>\*</sup> *Recebido: 13 de fevereiro de 2023.  
Aceito: 4 de setembro de 2023.*

<sup>1</sup> E-mails: [danielbf.fisica@gmail.com](mailto:danielbf.fisica@gmail.com); [luisricardogouvea@outlook.com](mailto:luisricardogouvea@outlook.com); [alexsandro.pereira@ufrgs.br](mailto:alexsandro.pereira@ufrgs.br)

## Abstract

*In this paper, we present the category diagrams tool for a contextualized science teaching, under the Historical-Critical Pedagogy perspective. This pedagogy has as one of its cornerstones the historical-dialectical materialism, and the tool that we are now proposing aims to contribute to a way of carrying out the science teaching and learning, at a high school level, compatible with this pedagogy. Here, we present the process of building a category diagram, both in the operations that are intended to be done by the teacher and in those that are expected to be done by the students, considering a hypothetical case of teaching the topic of Newtonian gravitation in the Physics curricular component. The major purpose of the tool is to help students not lose sight of the totality of the real processes and to reproduce the content learned during the classes as a synthesis of multiple determinations and relationships.*

**Keywords:** *Historical-dialectical Materialism; Historical-critical Pedagogy; Category Diagrams; Science Teaching; High School.*

## I. Introdução

Neste trabalho, propomos o uso de diagramas categoriais como uma ferramenta pedagógica para auxiliar estudantes de ensino médio na apreensão de conhecimentos científicos de forma contextualizada. Nas propostas pedagógicas atuais, busca-se fazer com que o ensino de qualquer assunto não perca de vista os contextos nos quais ele aparece. Com o aumento da complexidade dos assuntos ensinados, aumenta a fragmentação dos tópicos desenvolvidos ao longo de um certo número de aulas e, como uma forma de se evitar que os assuntos pareçam desconexos para os alunos, por vezes propomos que eles usem ferramentas que os auxiliem na apreensão ou na memorização desses tópicos. Como exemplos dessas ferramentas, podemos citar o uso de mapas conceituais ou mapas mentais (NOVAK; GOWIN, 1984; NOVAK, 1990; BUZAN, 1974). Assim, aqui discutiremos o uso de diagramas categoriais como uma ferramenta para auxiliar os estudantes em um ensino compatível com a pedagogia contemporânea conhecida como Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) (SAVIANI, 2012).

A PHC é uma proposta pedagógica que tem o materialismo histórico-dialético, tal como proposto originalmente por Karl Marx e Friedrich Engels, e continuado por Vladimir Lênin, como base filosófica. Disso resulta que as propostas de ferramentas didáticas para uso dentro deste referencial necessitam manter a coerência filosófica para que sejam potencializadas. Como sabemos, todas as ferramentas didáticas trazem consigo, explícita ou implicitamente, pressupostos filosóficos e teóricos que, pelo menos em tese, impedem a sua

utilização dentro de teorias pedagógicas com bases diferentes, tornando necessária uma análise de compatibilidade antes da sua incorporação. Resignificações e adaptações, por vezes, são as saídas utilizadas para resolver os problemas de incompatibilidade encontrados. Outra solução, no entanto, é a construção de ferramentas compatíveis com as teorias com as quais serão articuladas. Este é o caminho que seguimos.

As ferramentas citadas acima, quais sejam, mapas conceituais e mapas mentais, são bastante utilizadas em propostas de ensino no Brasil. Os mapas conceituais, por exemplo, foram difundidos no ensino de ciências, em grande medida, por Marco A. Moreira a partir da década de 1980 (MOREIRA, 1980, 1983; MOREIRA; BUCHWEITZ, 1993). Esta ferramenta se apoia na psicologia da aprendizagem de David Ausubel, também conhecida como Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 1963; AUSUBEL, 2000). Ausubel, por sua vez, foi tributário do construtivismo piagetiano e da filosofia pragmatista difundida por John Dewey (NOVAK; GOWIN, 1984; MOREIRA, 2013). A criação e o desenvolvimento dos mapas conceituais se deram no contexto de pesquisas acadêmicas, resultando em uma ferramenta robusta epistemologicamente (CORREIA; AGUIAR, 2022). Com relação aos mapas mentais, eles também são usados em algumas propostas de ensino, embora, na educação em ciências, tenham relativamente menos uso na comparação com os mapas conceituais (DEBOM; MOREIRA, 2016). Esta ferramenta, diferentemente dos mapas conceituais, foi criada e desenvolvida para o uso como técnica de anotação e memorização de informações. Ela teve ampla aceitação, inicialmente, no mundo do trabalho, como literatura de desenvolvimento pessoal. Seu autor, Tony Buzan, em seus textos sobre o assunto, se esforça para dar um embasamento científico a sua técnica apoiando-a em informações de diversas áreas, tais como: psicologia, neurociência, neurociência cognitiva, negócios e administração (BUZAN, 1974; BUZAN, 2019). Por não ter sido o resultado de pesquisa orgânica, como os mapas conceituais, não é possível precisar a sua filiação teórica. Pelo contrário, observamos um ecletismo de referenciais. Podemos afirmar que a metodologia de mapas mentais se alinha a uma filosofia do conhecimento prático, a qual não se vincula, necessariamente, ao pragmatismo acadêmico.

Especificamente, os mapas conceituais (MOREIRA, 1997) são construções gráficas usadas para relacionar conceitos, dos mais abrangentes ou inclusivos aos mais específicos. No entanto, esses mapas não precisam, necessariamente, relacionar conceitos que possuam hierarquia. Neles, os conceitos, via de regra, estão inter-relacionados por linhas e palavras (ou pequenas frases) conectoras que auxiliam a pessoa na recuperação do significado embutido na associação feita entre eles. Por vezes, uma sequência de conceitos intercalados por conectivos e lidos em uma certa ordem produz uma proposição clara e objetiva.

Os mapas conceituais podem ser usados, por exemplo, para fazer resumos de assuntos estudados durante as aulas, pois representam graficamente as relações entre os conceitos envolvidos. Assim, com o auxílio das linhas e das palavras conectoras, eles ajudam o indivíduo a recuperar ou reforçar os conhecimentos aprendidos.

Vale destacar que essa ferramenta trabalha como a pressuposição de que o nosso cérebro organiza os conhecimentos aprendidos ao longo da vida em estruturas cerebrais que funcionam com ancoragens de conceitos e suas relações nos seus contextos de significado.

Esse recurso objetiva, entre outros, auxiliar o estudante na construção psicológica dos objetos de estudo na sua estrutura cognitiva. Ele foi pensado para auxiliar na aprendizagem de novos conhecimentos, mas não, necessariamente, para servir como um auxiliar na organização de informações aparentemente desconexas as quais podem ter relação dentro de uma totalidade a ser descoberta ao longo de uma investigação. Sua lógica é a da representação de uma estrutura psicológica, não a lógica da representação de um aspecto da realidade em suas determinações e relações.

Alternativamente, os mapas mentais (BUZAN, 2019) são entendidos como representações gráficas do pensamento sobre um determinado assunto. No mapa mental, o intuito é expressar as associações que a pessoa faz com relação a um tema central. Uma vez determinado o tema (ou conceito) principal, a pessoa procura inserir no entorno dele ideias, imagens, esquemas ou balões de informações adicionais que ela entenda que estejam a ele diretamente associados. Do centro do mapa, então, originam-se setas que se ligam a essas primeiras associações, as quais são chamadas de ramificações. As primeiras ramificações podem, eventualmente, incitar outras ideias etc., aumentando a complexidade do mapa mental com outras associações que a pessoa julga relevantes. Assim, ele vai assumindo uma espécie de teia de relações que, segundo o autor, imita as associações que o cérebro faz, portanto, ajudando na compreensão e memorização de informações, visto que o cérebro associa informações de maneira não linear.

Os mapas mentais permitem, em suma, sintetizar informações sobre um determinado tema de maneira concisa, o que aumenta seu potencial como recurso para a memorização de informações ou como fonte de consulta para revisões de estudos pessoais. No entanto, por ser uma técnica que deixa livre a produção das associações de acordo com o entendimento das pessoas sem, necessariamente, exigir uma coerência ou um nexos real (relativo a teorias científicas ou práticas sociais) entre as ideias associadas – visto que se aproxima de uma rede de conexões entre as “coisas” que o indivíduo “enxerga” que têm relação –, ela não tem por objetivo auxiliar na representação das associações reais que ajudem a explicar um processo complexo exterior à mente; o qual é um dos objetivos do método materialista histórico-dialético.

Como é comum aprendermos por práticas difundidas na sociedade (VIGOTSKI, 2010), entendemos que seria muito mais exaustivo para os estudantes ressignificarem as formas de se produzir os mapas conceituais ou os mapas mentais de acordo com um outro objetivo, uma vez que os exemplos de tais mapas, retirados de outros contextos e produzidos com diversos outros objetivos, provavelmente, os influenciariam a imitar suas lógicas de produção originais. Por isso, nossa proposta se afasta dessas ferramentas para se aproximar do

referencial materialista histórico-dialético para ser coerente com as consequências que este alinhamento suscita.

A PHC é uma teoria crítica da educação, pois leva em conta os condicionantes objetivos que determinam e limitam o trabalho educativo. Seu principal proponente é o filósofo e pedagogo Dermeval Saviani. Esta teoria se sustenta em dois pilares para a compreensão e transformação dos processos da educação. O primeiro é a teoria social marxiana-engelsiana, comumente chamada de marxismo, a qual busca compreender a sociedade capitalista a partir dos meios de produção e reprodução da vida social e das relações sociais que este modo de organização social suscita (MARX; ENGELS, 1998). O segundo é a psicologia histórico-cultural, com origem na escola de Lev Vygotsky e colaboradores, que procura compreender os processos psicológicos humanos a partir da análise genética da internalização de funções mentais superiores que mediam a ação humana volitiva, funções estas que são apreendidas nas relações sociais de indivíduos agindo em um contexto sociocultural (WERTSCH, 1985). Assim, as propostas sob a PHC devem manter este caráter crítico e coerência teórica (SAVIANI, 2017).

Saviani, no livro *Escola e Democracia* (2008), propôs o materialismo histórico-dialético não apenas como método de investigação para a PHC, mas como um método pedagógico, ou seja, como um método de ensino. Especificamente, o autor sugere o texto “O método da economia política” (MARX, 2011a) – em que Marx escreve sobre questões metodológicas em um dos seus cadernos de pesquisa sobre a crítica da economia política – como uma orientação para o desenvolvimento da atividade de ensino e aprendizagem. A partir da lógica do método da economia política, Saviani (2008) delineou os momentos pedagógicos de sua teoria como um meio seguro para a prática de ensino histórico-crítico.

Os momentos pedagógicos da PHC são estes: (i) prática social, (ii) problematização, (iii) instrumentalização, (iv) catarse e (v) prática social. Esses momentos foram propostos por Saviani (2008) para fazer um paralelo com os cinco passos dos chamados métodos “tradicional” e “novo”. O método tradicional de que se fala é o método pedagógico de Johann F. Herbart, caracterizado por privilegiar a exposição dos conteúdos, cujos passos são: (i) preparação, (ii) apresentação, (iii) comparação/assimilação, (iv) generalização e (v) aplicação. Já o método novo teve origem no movimento da Escola Nova, que teve influência da filosofia pragmatista de John Dewey. O método novo é oposto ao método herbartiano, e caracteriza-se por privilegiar a autonomia dos estudantes na investigação dos temas de interesse deles como ponto de partida. Os passos do método novo, que se assemelham ao método científico empirista, são: (i) atividade de pesquisa, (ii) eleição de problemas, (iii) coleta de dados, (iv) hipótese (ou heurística) e (v) experimentação (ou julgamento). Apesar do método da PHC ter sido apresentado em cinco momentos, Saviani (2008) asseverou que isto foi apenas um esforço de exposição da sua proposta à semelhança dos passos dos métodos tradicional e novo, mas que de maneira nenhuma deveriam ser entendidos como uma sequência procedural.

Cabe-nos enfatizar, portanto, que o fundamental em propostas didáticas sob a perspectiva da PHC é a manutenção da coerência com o método materialista histórico-dialético. Galvão, Lavoura e Martins (2019) reforçam que a didática da PHC não pode negligenciar seus pressupostos filosóficos. O exemplo mais emblemático, pelo seu pioneirismo nessa linha de pesquisa, foi o livro de João L. Gasparin intitulado *Uma didática para a pedagogia histórico-crítica* (2012), cuja primeira edição é de 2002. Neste trabalho, Galvão, Lavoura e Martins apontam o erro metodológico da transposição direta e sequencial dos cinco momentos pedagógicos, imprimindo-lhes um aspecto mecânico, o que, segundo os autores, rompeu com o caráter dialético da composição orgânica de tais momentos. Para efeitos de ilustração, citamos dois problemas encontrados na proposta de Gasparin: 1) assumir que a “prática social inicial” é um momento de contextualização dos objetos do conhecimento, como fator motivacional; e 2) assumir que a “catarse” é uma fase de verificação do grau de assimilação dos estudantes dos conteúdos trabalhados na “instrumentalização”. Como resultado, seus críticos consideraram que estes pontos (e alguns outros) evidenciaram a fraqueza da proposta no que diz respeito a sua coerência com a filosofia subjacente à PHC (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019; MASSI *et al.*, 2019).

Com o objetivo de criarmos uma ferramenta capaz de auxiliar o professor no desenvolvimento de aulas de ciências, especificamente física, sem negligenciarmos a filosofia materialista histórico-dialética subjacente à teoria, ou incorremos no erro da transposição direta dos momentos pedagógicos preconizados por Saviani, propomos, neste artigo, o uso da ferramenta de diagramas categoriais. Estes diagramas se baseiam no método materialista histórico-dialético e têm, pelo menos, quatro funções: 1) permitir que o professor possa acompanhar o andamento das investigações dos estudantes sobre um tema de estudo proposto; 2) auxiliar para que os estudantes, ao longo das aulas, não percam de vista as relações entre as categorias dentro dos recortes específicos da realidade, bem como as inter-relações das categorias entre os diferentes recortes; em suma, para que os estudantes não percam a noção de totalidade; 3) auxiliar os estudantes na construção da lógica dos conhecimentos propostos durante as aulas e; 4) servir de material para que o professor possa avaliar, qualitativamente, se, nas reconstruções dos estudantes dos conhecimentos apreendidos, há indícios da elevação do conhecimento do nível da representação caótica de um todo ao nível da representação sintética. Ou, equivalentemente, se o nível de compreensão da totalidade por parte dos estudantes se aproxima do nível de compreensão do professor. Com isto, entendemos que o uso da ferramenta de diagrama categorial nos permite desenvolver um ensino sob a PHC, pois leva em consideração o método materialista.

Antes de seguirmos, cabe-nos definir o que entendemos por categoria. Na filosofia materialista histórico-dialética, para apreendermos um determinado aspecto da realidade, começamos pela forma como ela se apresenta para nós na experiência imediata. Então, o sujeito, que só pode apreender o real por meio de representações mentais (sem relação com as abordagens cognitivista ou conexionista da psicologia), atribui às suas experiências categorias

concretas que estão próximas de uma representação caótica de um todo. Mas estas categorias, na verdade, sintetizam muitas outras categorias mais simples e suas relações e, por isso, são o ponto de chegada do conhecimento. A investigação, portanto, se inicia com a busca ou com a descoberta dessas categorias mais simples, até que se chegue às determinações mais simples. Somente neste ponto, é possível para a mente se apropriar do real, pela sua reconstrução, em pensamento, como síntese dessas categorias mais simples e suas relações.

Basicamente temos dois tipos de categorias: 1) as categorias concretas, que estão próximas da experiência sensível e são uma representação caótica de um todo para a mente de quem ainda não se apropriou delas, mas que, na verdade, representam uma síntese de muitas determinações e relações e, 2) as categorias simples, categorias universais ou categorias abstratas (i.e., todas são sinônimas), que se tornam conhecidas pelo trabalho de análise do real (MARX, 2011a). Daí falarmos na ascensão do abstrato (categorias mais simples) ao concreto (o real, o pressuposto efetivo, tal como se apresenta para a experiência sensível) como a forma científica de conhecermos a realidade, segundo o marxismo (MARX, 2011a). Nesse contexto, os diagramas categoriais visam apoiar os estudantes no processo de investigação de uma dada categoria concreta até as suas categorias mais simples e na posterior reconstrução da mesma, em pensamento, como uma síntese de múltiplas determinações e relações. Trata-se de uma ferramenta de apoio à ação dos estudantes sob a perspectiva materialista histórico-dialética e, também, de um passo na direção do ensino de ciências com a PHC.

## II. Referencial teórico

O “método da economia política” (MARX, 2011a) fala sobre o método cientificamente correto, dentro da filosofia materialista histórico-dialética, de apreendermos a realidade social em pensamento. Nesta perspectiva, a realidade é o pressuposto efetivo, aquilo que se apresenta para nós na experiência imediata, na experiência sensível. Também, chamamos a realidade de concreto ou real, pois é o substrato a partir do qual o pensamento parte para buscar entendê-la. Porém, o concreto não pode ser conhecido diretamente, pois ele é uma representação caótica de um todo, uma síncrese (SAVIANI, 2008). Para apreendermos um aspecto da realidade, então, faz-se necessário decompô-la em determinações mais precisas, para chegarmos a categorias cada vez mais simples. Somente neste momento podemos fazer o processo de reconstrução do concreto em pensamento, ou seja, explicar logicamente o real em termos de categorias mais gerais e, portanto, abstratas. É a partir da descoberta das determinações mais simples de um aspecto do real, bem como da descoberta das relações entre essas determinações, que o pensamento tem a possibilidade de, por meio de mediações universais, reproduzir o real no pensamento como síntese.

Saviani (2008), recorrendo ao método da economia política de Marx (2011a), delineou os momentos pedagógicos como um processo de ensino que deve partir do real, da síncrese, e retornar a ele como síntese. Assim, conceitualmente, a prática social (inicial) é o ponto de partida no qual o professor e os estudantes participam com seus papéis na sociedade.

A problematização é a discussão dos principais problemas postos pela prática. Na instrumentalização ocorre a apropriação dos conhecimentos necessários para dar conta dos problemas levantados. A catarse é entendida como a efetivação da aprendizagem pelos estudantes. E a prática social (final) é o momento em que os estudantes a entendem sinteticamente, inclusive com o potencial de intervenção social embasa teoricamente. Esses cinco momentos, embora tenham se perpetuado nos desenvolvimentos posteriores da PHC, foram usados apenas para apresentar o método e não como passos que deveriam ser feitos de forma estanque em sala de aula.

Com efeito, as práticas sociais (inicial e final) do método, dialeticamente, são e não são as mesmas. São as mesmas porque o conhecimento parte do pressuposto efetivo, do concreto, que, na experiência imediata, é uma síntese, uma representação caótica de um todo. Somente por meio da análise, ou seja, da descoberta das determinações mais simples e suas relações, que é possível para o indivíduo apreender o real. Assim, no ensino, os momentos intermediários, juntos, correspondem à análise, ou seja, correspondem à aprendizagem das determinações mais simples e suas relações, isto é, à “[...] efetiva incorporação dos instrumentos culturais, transformados agora em elementos ativos de transformação social” (SAVIANI, 2008, p. 57). É, pois, no caminho de retorno ao real, na reconstrução do concreto em pensamento, por meio de mediações abstratas, que os estudantes são capazes de compreender a realidade que se propuseram a estudar. Nesse sentido, as práticas sociais são e não são as mesmas (lógica dialética), pois a prática social é a mesma, mas os indivíduos, agora, são capazes de reproduzir o concreto em pensamento como síntese, o que antes não lhes era possível. De acordo com esse entendimento, o ensino está inserido em um movimento contínuo de transformação, pelos estudantes, de sínteses em sínteses, por meio da aprendizagem de mediações abstratas que lhes permitam compreender o real.

Uma das funções dos diagramas categoriais que propomos é auxiliar os estudantes a não perderem de vista a totalidade dos assuntos estudados. Do ponto de vista da pedagogia em tela, esses diagramas também contribuem para que o professor desenvolva seu planejamento didático coerentemente. Considerando que o fundamental dentro da PHC é a manutenção da coerência da teoria com o seu pressuposto filosófico, cabe-nos explicar como o método materialista histórico-dialético, que, a partir de agora, chamaremos apenas de dialética, se efetiva na prática investigativa.

Como dito, o real, o concreto, é síntese de múltiplas determinações e relações, mas, para a consciência de quem procura conhecê-lo na sua essência, o real inicialmente aparece como uma representação caótica, como uma síntese. Um aspecto do real que se procura conhecer é apreendido pela consciência como uma categoria concreta, que é um fato singular que em algum momento chama a nossa atenção (KOFFLER, 2010). A forma que a consciência tem para entender um fato é negá-lo na sua aparência e recorrer a sua fragmentação na busca por suas determinações mais simples, isto é, buscando as categorias mais simples e, portanto, mais abstratas. No entanto, essa mesma consciência não pode perder de vista a sua unidade, a

sua totalidade. Isso se faz necessário porque, na dialética, a categoria concreta tem uma história e faz parte de um processo em desenvolvimento. Este é o outro aspecto da dialética, ela não trabalha com uma estática, embora, no recorte da realidade, possamos trabalhar com uma estática artificial. Na dialética, a totalidade é um processo que se desenvolve por contradições. Por isso, a contradição é a essência da dialética; ela é a responsável pelo desenvolvimento do todo (KOFLER, 2010; NETTO, 2011).

A partir de uma categoria concreta, a consciência, que busca apreender a realidade, passa à análise da categoria em busca das contradições específicas que a move. A primeira tarefa, portanto, é a identificação da contradição principal, pois todo fenômeno ou aspecto do real se move por contradições internas e, entre essas contradições, uma delas é a contradição principal e as outras são contradições secundárias. A contradição principal é diretora da existência e do desenvolvimento das outras contradições ou atuam sobre elas (TSÉ-TUNG, 1999). As especificidades da contradição principal e das contradições secundárias conferem um caráter particular ao fenômeno. Ademais, na dialética, uma contradição é uma luta de contrários que se confrontam em um processo. Os contrários, em uma contradição, configuram polos opostos que não podem existir isoladamente, daí formarem uma unidade, uma identidade. Determinar a contradição principal de um fenômeno expresso por uma categoria concreta é, pois, o primeiro passo para investigá-lo.

Cabe ressaltar que, na dialética, a contradição não é a identificação de um erro lógico, como na lógica formal. A contradição tampouco é apenas uma oposição entre coisas ou fatos, por vezes arbitrários, que o investigador projeta sobre a realidade para auxiliar na confrontação de ideias. A contradição se manifesta no real objetivamente, por isso ela tem a capacidade causar transformações no desenvolvimento do fenômeno (BARATA-MOURA, 2010). A tarefa de identificação da contradição principal e das contradições secundárias de um fenômeno faz parte do método de investigação, e somente por meio do entendimento das contradições que é possível descobrir como resolvê-las. Uma vez resolvida a contradição, a velha contradição já terá sofrido uma transformação qualitativa e terá surgido outra em seu lugar. O universal da contradição é que ela sempre existe nos processos de desenvolvimento de todos os fenômenos, sejam eles naturais, sociais ou psicológicos. Os processos se transformam movidos pelas contradições que atuam do início até o fim (TSÉ-TUNG, 1999).

Em todas as contradições, sejam elas principais ou secundárias, um dos polos da contradição será, necessariamente, o aspecto principal, podendo isto mudar ao longo do desenvolvimento do processo. Isto é assim porque os polos de uma contradição se desenvolvem de maneira desigual. O aspecto principal será aquele polo dominante na contradição, e o caráter do fenômeno será por ele determinado (TSÉ-TUNG, 1999).

A investigação da contradição principal e das contradições secundárias de um dado aspecto da realidade incita a descoberta de cada vez mais profundas determinações do fenômeno, as quais, por sua vez, começam a aumentar em número e generalidade, ou seja,

começam a trazer à tona as categorias abstratas que, conforme vão sendo apreendidas pela consciência, tornarão possíveis a reconstrução do concreto em pensamento.

As determinações, sejam elas concretas ou abstratas, por vezes, se confundem ou são intercambiadas com as categorias, mas podemos dizer que são basicamente as mesmas coisas. As determinações podem ser entendidas, especificamente, como os traços efetivos de um dado fenômeno. Esses traços são capturados pela consciência como palavras, como signos, como categorias. Esses traços são expressões ideais de coisas que efetivamente existem na realidade, e têm um desenvolvimento histórico. Mesmo que sejam construídas na história recente, as categorias possuem existência real. Ou seja, na dialética, diz-se que as categorias são ontológicas. Um exemplo específico na história da ciência poderia ser a categoria concreta “átomo” que percorreu a história da humanidade com vários sentidos. Mesmo para os filósofos gregos da antiguidade, pode-se dizer que a categoria concreta “átomo”, embora não tenha sido investigada empiricamente à época, pressupunha a sua existência material, uma realidade objetiva. Em suma, a busca das categorias mais simples de um aspecto da realidade é a busca da essência do mesmo, é a busca das mediações necessárias para entendê-la objetivamente (KOFLER, 2010; NETTO, 2011).

As categorias, sejam elas concretas ou abstratas, também se confundem com conceitos ou mesmo são intercambiáveis com eles. Marx não definiu o que é uma categoria, esse termo surgia em seus textos como um conceito conhecido (DUSSEL, 2012)<sup>2</sup> – aliás, a dialética não trabalha com a lógica das definições (NETTO, 2011). Porém, na dialética, a diferença crucial é que na ciência burguesa os conceitos adquirem um caráter formal, supra-histórico e fixo, parecendo que foram obtidos por pura abstração da inteligência; parecendo que são transcendentais. Esta, ademais, e a concepção dos metafísicos, de que os fenômenos são incapazes de se transformar em um fenômeno diferente, pois, uma vez descoberta a sua dinâmica, ela é imutável. Para a dialética, no entanto, os conceitos abstratos, embora também possam adquirir o status de universal, o são justamente pela sua manifestação em uma série de fenômenos particulares, os quais ocorrem ou ocorreram em tempos e espaços determinados, e por isso não são estáticos, pois têm uma história de desenvolvimento (KOFLER, 2010; TSÉ-TUNG, 1999). Vários conceitos da física, por exemplo, corroboram esta alegação da dialética, na medida em que evidenciam sua história de desenvolvimento. O “átomo” de Demócrito é e não é o mesmo “átomo” de John Dalton, que por sua vez é e não é o mesmo “átomo” de Joseph J. Thomson ou de Ernest Rutherford, Niels Bohr, Louis de Broglie e Erwin Schrödinger. São os mesmos porque se referem ao pressuposto efetivo de uma partícula de matéria que é um dos constituintes das coisas que conhecemos pela experiência sensível. Não

---

<sup>2</sup>Em *A produção teórica de Marx: um comentário aos Grundrisse*, Enrique Dussel (2012) aprofunda a análise da dialética do abstrato ao concreto e nos apresenta interpretações sobre os significados de determinações (o real determinado), conceitos (fruto da análise das determinações essenciais) e categorias (gerais [concretas] e abstratas). Além disso, nos alerta sobre a existência de ordem entre as categorias, determinada pela sua posição no pensamento teórico em relação à essência do real (na sincronia) e não pela sua aparição na história (na diacronia).

obstante, esses “átomos” não se tratam exatamente das mesmas coisas, pois cada uma dessas formas de “átomos” é constituída, para o entendimento, por determinações mais simples de naturezas diferentes. Entretanto, não podemos apenas dizer que são representações diferentes da mesma coisa, com igual poder explicativo, e que a escolha por uma ou outra é apenas uma questão subjetiva, pois a história de desenvolvimento do conceito de “átomo” o transformou de tal maneira que o seu entendimento expresso pela teoria quântica sintetiza muito mais determinações mais simples do que as teorias clássicas ou semiclássicas. Então, na verdade, vemos que o conceito de “átomo” sofreu transformações qualitativas que desembocaram em uma teoria atômica muito mais desenvolvida e de maior poder explicativo, tal como a metáfora de Marx de que “a anatomia do ser humano é uma chave para a anatomia do macaco” (MARX, 2011a, p. 84), ou seja, de que é a teoria mais desenvolvida é a chave para a compreensão de todas as anteriores, não o contrário.

Os aspectos ou fenômenos da realidade não estão isolados, mas conectados com outros fenômenos ou aspectos. Isso não quer dizer que os fenômenos são iguais ou explicados pelas mesmas categorias, mas que interagem, com suas particularidades, com outros fenômenos e suas particularidades. Isto é o que entendemos por totalidade, é um todo repleto de conexões entre os aspectos específicos, singulares, da realidade efetiva que se investiga. A extensão da totalidade investigada está relacionada com o problema que se aborda. Assim, certamente, uma totalidade sempre pode estar subordinada a outra mais inclusiva, mais complexa. O recorte de uma realidade que nos propomos a investigar, por óbvio, é sempre uma visão parcial, uma fragmentação não desejada, mas necessária (KOFLER, 2010; NETTO, 2011).

As contradições na metodologia dialética da busca do entendimento estão presentes do início ao fim do processo de investigação. São elas: as lutas entre a fragmentação e a unidade ou totalidade; a singularidade e a multiplicidade dos fenômenos; o momento estático e o processo dinâmico; a indução e a dedução; o racionalismo e o intuicionismo; os recortes diacrônico (o estudo do fenômeno na sua evolução temporal) e sincrônico (o conjunto de fenômenos que ocorrem no mesmo momento ou época, sem levar em conta as suas evoluções históricas) do objeto investigado; a mudança qualitativa e a mudança quantitativa em um processo; a teoria e a prática (KOFLER, 2010; NETTO, 2011).

Os diagramas categoriais que propomos, portanto, procuram incorporar estes elementos da dialética ao contexto escolar do ensino e aprendizagem dos conteúdos, em nosso caso, das ciências, de forma contextualizada. Ainda, eles têm a vantagem de proporcionar aos estudantes uma forma autêntica de aprendizagem da dialética pelo uso efetivo e reiterado da sua lógica na investigação de uma categoria concreta durante as aulas.

### **III. Processo de construção de um diagrama categorial**

Para fins de exemplificação, apresentamos o processo de construção de um diagrama categorial no contexto do ensino de física do ensino médio, pressupondo alunos do 1º ano, cuja faixa etária regular é de 15 a 16 anos.

Imaginemos a situação em que uma turma iniciará o estudo do conteúdo da gravitação newtoniana após terem estudado os fundamentos da cinemática retilínea e circular e as leis de Newton.

O professor poderia propor que o ensino começasse pela discussão da categoria concreta “Satélites artificiais”, que sintetiza uma série de determinações e relações, e que, provavelmente, faz com que os alunos a apreendam como uma representação caótica, isto é, como uma síncrese. No entanto, para o professor, pela sua experiência e planejamento das aulas, essa categoria se apresenta como uma síntese, embora seja uma síntese precária. A síntese do professor é precária porque ele, apesar de ter uma visão sintética, só é capaz de imaginar como os alunos responderiam ao conteúdo nos seus primeiros contatos, suas possíveis dificuldades e o potencial de superação das mesmas. Ou seja, o professor apenas pode pressupor como esta categoria concreta é entendida pelos estudantes no ponto de partida, uma vez que somente no desenvolvimento real da prática de ensino, ao longo de algumas aulas, é que ele terá uma indicação mais precisa do real nível de compreensão dos seus educandos (SAVIANI, 2008). Então, no nosso exemplo, a categoria concreta “Satélites artificiais” ocupa a posição superior em um diagrama que será construído de cima para baixo, do todo às partes, do concreto ao abstrato.

Na Fig. 1, apresentamos a categoria concreta “Satélites artificiais” como ponto de partida da prática de ensino. As caixas com cor de fundo branco apontam a posição de alguns elementos da dialética nesta representação gráfica. Nem todos os elementos da dialética, conforme apresentamos nas seções anteriores, estão indicados. Ademais, estas caixas não necessitam aparecer nos diagramas usados em um contexto real de ensino. Apenas as apresentamos como forma de exposição das características do diagrama categorial.

Prosseguindo com o processo de construção do diagrama categorial inicial, propomos que o professor realize o primeiro nível de análise da categoria concreta determinada, recortando-a nas totalidades “Ciência”, “Tecnologia”, “Sociedade” e “Ambiente” (C-T-S-A). A análise de uma categoria concreta pressupõe que ela esteja subsumida a uma ou algumas totalidades reais, existentes, as quais são descobertas no processo de investigação (NETTO, 2011). Em nosso caso, se, por um lado, essa escolha é, em alguma medida, arbitrária, visto que a adotamos apenas por razões didáticas, por outro lado, entendemos que ela não está desconectada da prática social, visto que estas totalidades são objetos de estudo, por exemplo, dos movimentos Ciência, Tecnologia e Sociedade (e, em algumas vertentes, Ambiente) (CTS(A)’s), os quais se baseiam em diversas abordagens filosóficas e sociológicas para examinar criticamente as interações entre ciência, tecnologia e sociedade (e ambiente), visando uma compreensão mais ampla e contextualizada desses temas e promovendo um diálogo entre diferentes atores sociais, incluindo cientistas, tecnólogos, formuladores de políticas e o público em geral (STRIEDER, 2012).

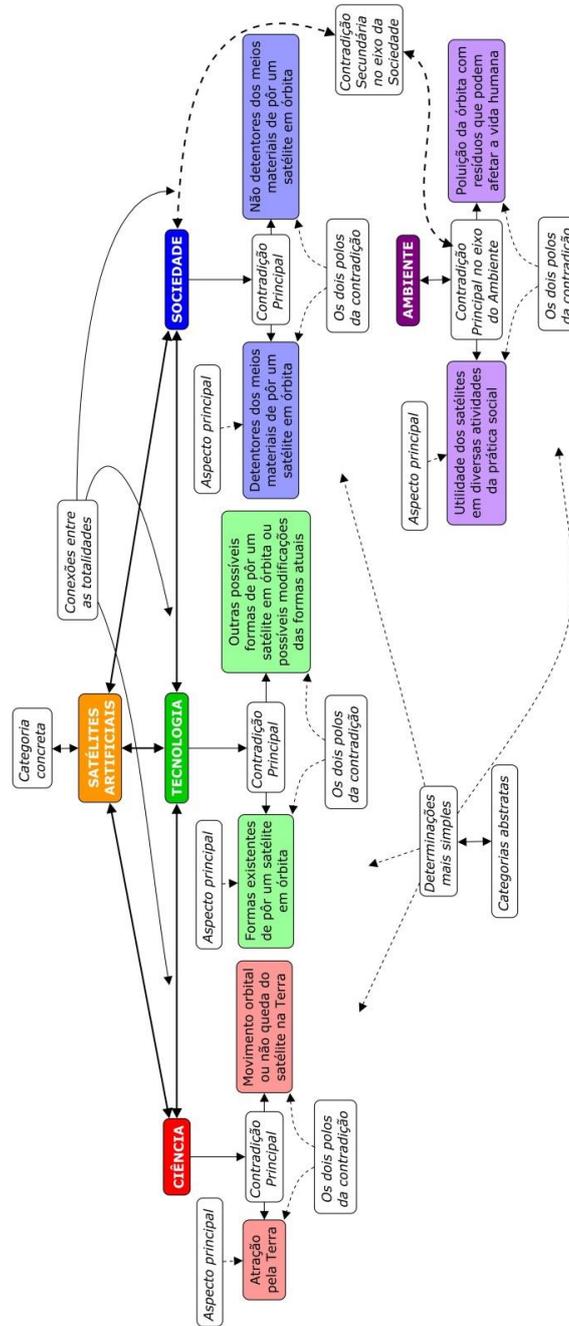


Fig. 1 – Exemplo de um diagrama categorial inicial, baseado na dialética, para o ensino da gravitação newtoniana por meio de estudos sobre satélites artificiais em contexto.

Fonte: Elaborado pelos autores.

O próximo passo, o qual defendemos que seja realizado pelo professor no seu planejamento, é a determinação das contradições principais de cada totalidade e os respectivos

aspectos principais<sup>3</sup> de cada contradição. O professor, com sua visão sintética e postura crítica, deve determinar quais são as unidades de contrários que desempenham o papel principal na existência e no desenvolvimento de cada totalidade. As contradições principais de cada processo, de cada totalidade, são a causa do desenvolvimento das outras possíveis contradições secundárias a ela subordinadas. O professor deve refletir sobre as causas que determinam o desenvolvimento de um processo, mas não precisa ter receio de eleger uma contradição secundária no lugar da contradição principal, pois esta é a fase, na busca pelo entendimento, em que se determina o início provisório (KOFLER, 2010; TSÉ-TUNG, 1999). Posteriormente, pode ser descoberto que aquela contradição não era a principal e se faz a correção. Deve-se ter em mente que o que determinará a verdade do pensamento é o processo de saturação com categorias mais simples e o seu confronto com os fatos identificados e analisados no processo de investigação (NETTO, 2011).

Especificamente, no nosso exemplo, determinamos na totalidade da “Ciência” a contradição principal que é a unidade “Atração (do satélite) pela Terra (e vice-versa)” e a “Não queda do satélite na (superfície) da Terra” ou “Movimento orbital”. Consideramos que essa é a contradição principal porque está no cerne do princípio físico que explica a essência da possibilidade dos satélites artificiais. Esse fato é corroborado pela aplicação das leis de Newton e da gravitação clássica ao caso específico, que é o que será trabalhado com os estudantes no módulo didático. O aspecto principal da contradição na totalidade da “Ciência” é a “Atração (do satélite) pela Terra (e vice-versa)”. Esse é o polo, do ponto de vista da explicação física, que cumpre o papel crucial para a manutenção do movimento orbital, ou seja, representa o polo dominante.

Cabe-nos também fazer um alerta a respeito da correção em falarmos de dialética nos processos naturais. Sabemos que a dialética hegeliana foi aprimorada por Marx e Engels para a análise de fenômenos sociais – na análise concreta de situações concretas, como afirmou Lênin. Assim, é seguro falar da dialética como método para a produção de teorias sociais; não se falando em dialética nos processos naturais. No entanto, autores como Tsé-tung (1999), Kofler (2011), Barata-Moura (2010) e mesmo manuscritos inacabados de Engels, editados e publicados sob o título de *A Dialética da Natureza* (1979), entendem o método dialético como universal para o avanço do conhecimento científico em geral. Por exemplo, Kofler (2011) sustenta que a ideia de “lei”, nas ciências naturais, é apenas uma limitação pré-dialética que subtrai a lei universal da transformação dos processos para que um aspecto da realidade possa ser expresso por uma fórmula. Tsé-tung (1999) afirma que o universal é a luta dos contrários em todos os fenômenos, mesmo nos processos da natureza, e que as modificações na natureza também se dão por contradições internas. Na dialética, a diferença entre a dialética dos processos sociais e dos processos naturais reside naquilo que encontramos de específico em cada um desses domínios, pois, em ambos, existem contradições que são a causa da

---

<sup>3</sup> Toda contradição, seja ela uma contradição principal ou uma contradição secundária, tem um dos polos que é o dominante que o denominamos de aspecto principal da contradição.

transformação de seus fenômenos. Reconhecemos que este assunto merece uma análise mais aprofundada, mas, por ora, seguiremos no caminho da possível aplicabilidade da dialética aos processos naturais, entendendo que podemos buscar unidades de contrários que podem ser a causa do desenvolvimento de certos processos no domínio das ciências da natureza.

Prosseguindo com a reflexão para a determinação das outras contradições principais nas demais totalidades, obtemos o diagrama categorial inicial, ilustrado na Fig. 1, o qual será o ponto de partida da problematização da categoria concreta proposta para a análise com os estudantes. Na totalidade da “Tecnologia”, determinamos a contradição principal entre “As formas existentes (concretas) de pôr um satélite em órbita” e as “Outras possíveis formas” ou “Possíveis modificações das formas existentes”, sendo que o aspecto principal desta contradição – ou seja, o polo dominante – é o das “Formas existentes”, pois é com este polo que se realiza a existência da categoria concreta “Satélites artificiais”. O outro polo está em luta de contrários com o aspecto principal na medida em que os cientistas e engenheiros estão sempre sendo (re)produzidos e pagos para aumentarem a produtividade (eficiência) dos processos da economia capitalista para reduzir custos e aumentar o capital, e isso não é diferente na atividade aeroespacial. Na totalidade da “Sociedade”, a contradição principal reside na disputa entre os “Detentores dos meios materiais de pôr um satélite em órbita” e os “Não detentores” desses meios materiais objetivos, sendo o primeiro o aspecto principal dessa contradição, pois as sociedades que detêm esta tecnologia as protegem de diversas formas, e, por vezes, atuam para inviabilizar que outras sociedades as desenvolvam, promovendo embargos à compra de insumos ou à utilização de softwares proprietários para este fim, entre outros. E, por fim, na totalidade do “Ambiente”, a contradição principal é a unidade dos contrários entre a “Utilidade dos satélites artificiais em diversas atividades da prática social” e os efeitos colaterais que se manifestam na “Poluição da órbita (do planeta Terra) com resíduos que podem afetar a vida humana (na Terra)”, onde o polo principal, que é o aspecto dominante da contradição, é a inegável necessidade do uso de satélites artificiais em inúmeras práticas sociais na contemporaneidade, por exemplo, nas atividades de controle e fiscalização do desmatamento ilegal.

Com o diagrama categorial pré-elaborado, o professor o apresentará para os estudantes, explicando os eixos que serão estudados e os objetivos a serem alcançados. Também, o professor deve explicar em detalhes o ponto de partida, de acordo com o processo de abstração que foi realizado na determinação das contradições principais etc., sempre incitando que os estudantes expressem como estão entendendo a proposta e suas dúvidas.

Os próximos passos devem ser desenvolvidos com a participação dos estudantes nas aulas subsequentes. Eles podem formar grupos de estudo que investigarão cada um dos eixos C-T-S-A em busca das suas determinações mais simples. O professor explicará que, conforme as aulas vão sendo desenvolvidas, a tarefa deles é acrescentar caixas com uma palavra ou uma frase curta que os ajude a explicar, com um grau a mais de detalhe, isto é, com um grau a mais de abstração, a caixa posicionada no nível superior. Os alunos devem ser orientados a

somente acrescentarem uma caixa a mais depois de terem se reunido para avaliar a relevância daquela categoria mais simples para a compreensão da categoria mais concreta.

Para auxiliar os alunos nessa tarefa, o professor poderá fazer com que cada aula seja um momento de análise de um eixo. Por exemplo, ele poderá fazer algumas aulas expositivas com o objetivo de socializar conhecimentos mais detalhados sobre uma das totalidades, como no caso de exposição da lei da gravitação newtoniana. Também, o professor poderá trazer textos ou exibir vídeos que tratem de uma das totalidades, para que os grupos de alunos tenham material para se aprofundar no entendimento das contradições principais. O papel do professor, além de socializador do conhecimento elaborado, também deve ser o de direcionador dos estudos dos estudantes, bem como de suporte para a tirada de dúvidas, para que os estudantes descubram as categorias cada vez mais simples de cada totalidade e suas relações.

O objetivo, a partir do diagrama categorial pré-elaborado, é que os grupos comecem a determinar, em ordem crescente de abstração, as categorias necessárias para entender a contradição principal na sua essência. Ao longo de várias aulas, e dedicando o tempo de cada aula para a análise de um eixo por vez, a tarefa do professor deve ser a de auxiliar os estudantes nos seus estudos ou de atuar na socialização dos conhecimentos necessários para que os estudantes compreendam a categoria concreta como uma síntese dessas várias determinações e relações. Ao final do trabalho educativo, quando o professor considerar que todas as totalidades foram exploradas a contento, e que os estudantes conseguiram produzir os diagramas categoriais, o professor poderá marcar uma ou duas aulas de apresentação dos diagramas obtidos pelos grupos. Neste momento estará concluída uma das funções da ferramenta, a função de suporte psicológico para os alunos reconstruírem em pensamento o processo real estudado, ou seja, a função de apoio para a elevação do pensamento abstrato ao concreto, ou, similarmente, para a passagem do empírico (experiência sensível) ao concreto (o real, entendido como síntese) pela mediação do abstrato (as determinações mais simples) (SAVIANI, 2012).

Na Fig. 2, apresentamos um possível estágio da elaboração de um diagrama categorial que esperamos dos estudantes. Neste diagrama, as caixas que descem das contradições representam as categorias mais simples obtidas pelo processo de abstração. As caixas com três pontos designam outras possíveis determinações que não foram explicitadas por nós, mas poderiam existir.

Ressaltamos que as categorias mais simples não são necessariamente palavras únicas (ou compostas), elas podem ser ideias expressas em frases que sintetizam uma característica do real. A representação das características do real por um signo mais geral e abstrato pode ser descoberta ao longo da análise concreta da situação concreta, pois esta representação tem existência na prática social. As categorias existem nos processos reais e cumprem a função de mediação entre o ser e sua consciência. Elas têm validade social e história, e muitas vezes são suportes ideológicos para a atividade prática (KOFLER, 2011). Um exemplo dessa afirmação

é a categoria concreta “mercadoria” no modo de produção capitalista, que encobre o caráter social dos trabalhos privados e, portanto, as relações sociais que os regem, em vez de explicitá-los. Tal categoria é analisada em *O capital* como movida pela contradição entre “valor de uso” e “valor de troca”, e nesta contradição existe a categoria “trabalho” como gerador de valor, bem como as quatro (categorias) “formas de valor”<sup>4</sup> (MARX, 2011b). Portanto, o fundamental é a explicitação da essência dos fenômenos pela descoberta das categorias mais simples que nos ajudam a reproduzir, em pensamento, o movimento do objeto real. Ou seja, é a descoberta das determinações que nos permite produzir uma teoria explicativa da essência do fenômeno analisado.

Outras duas observações que fazemos são sobre a linearidade na exposição das categorias mais simples (que partem de cada um dos polos da contradição elencados) e a não explicitação das possíveis (ou prováveis) conexões entre essas categorias em outras totalidades (embora as sugerimos com as duplas setas entre nas caixas C-T-S-A). Ambos têm a ver com as restrições de uma representação gráfica. No primeiro caso, temos a limitação do diagrama em proporcionar a visualização das inter-relações entre as categorias mais simples, bem como as suas hierarquias no processo explicativo. E no segundo, temos a limitação em apontar, graficamente, as linhas conectoras ou balões explicativos das ideias que podem desempenhar um papel em outra totalidade (ou polo da contradição), bem como suas interações, devido à poluição visual que, provavelmente, isto acarretaria. Assim, para atenuar essas restrições, sugerimos que seja enfatizado para os estudantes que as totalidades não estão isoladas, a fim de que fiquem atentos às possíveis inter-relações. E, nas atividades de apresentação dos diagramas pelos estudantes, sugerimos que o professor os inquiria sobre suas percepções quanto a possíveis unidades dentro dessa diversidade, e, eventualmente, que os ajude a perceber conexões julgadas essenciais para a compreensão da categoria concreta como uma síntese de múltiplas determinações e relações numerosas (MARX, 2011a).

#### IV. Discussão

Como defendemos acima, o diagrama apresentado na Fig. 1 é um possível ponto de partida para o ensino de gravitação newtoniana, em contexto, para alunos do 1º ano do ensino médio. O leitor pode se perguntar por que não defendemos que sejam os alunos que definam a categoria concreta do interesse deles, por exemplo, em uma aula de discussão, como ponto de partida da atividade de ensino. Entendemos que a razão para tal se justifica principalmente pela avaliação do professor de qual categoria concreta é mais adequada para cumprir as funções de previsibilidade da vinculação da categoria concreta com um assunto de física dentro da estruturação curricular da disciplina e da sua relevância para a compreensão do mundo em que vivemos, devido ao potencial de desvelamento de algumas formas da luta de classes, seja em nível local, nacional ou global.

---

<sup>4</sup> São elas: 1) Forma de valor simples, individual; 2) Forma de valor desdobrada; 3) Forma de valor universal (ou equivalente) e 4) Forma-dinheiro, que é a mesma forma de valor universal, mas em um estágio mais avançado do desenvolvimento histórico da produção de mercadorias no capitalismo.

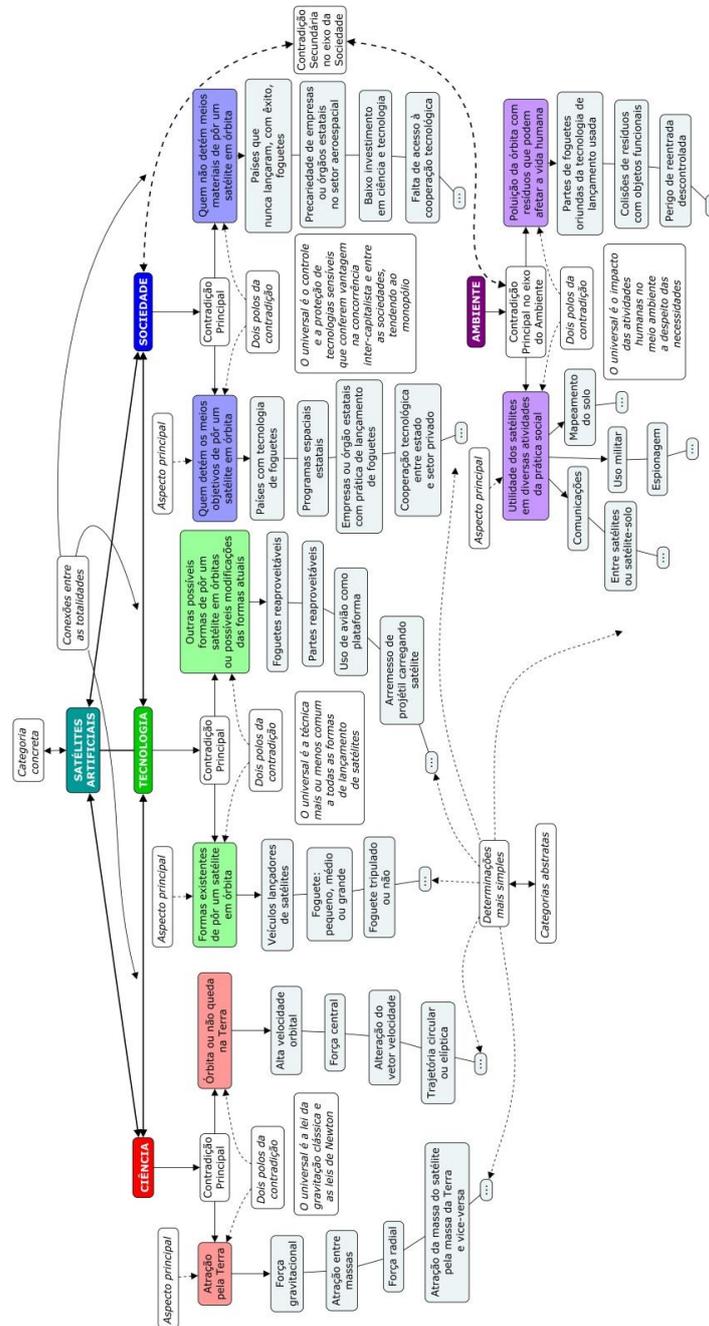


Fig. 2 – Exemplo de um diagrama categorial hipotético para a categoria concreta “Satélites artificiais”.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A questão da previsibilidade se faz necessária porque a prática da educação escolar formal requer que a didática das formas de ensino dos conhecimentos leve em conta os

conhecimentos prévios dos alunos, sobretudo na questão dos pré-requisitos disciplinares, e a dosagem dos novos objetos de estudo. O conteúdo a ser ensinado pressupõe uma organização lógica interna à disciplina e uma gradação em nível de dificuldade. Essas características influenciam o planejamento do professor, e a imprevisibilidade do tema de estudo pode causar um desvio da finalidade da escola que é a socialização dos saberes elaborados.

Essa questão coaduna com a tríade “conteúdo-forma-destinatário” defendida por Martins (2013). A autora defende a socialização dos conteúdos (“conteúdo-”) mais relevantes e elaborados do conjunto de conhecimentos que a humanidade produziu para que os indivíduos entendam o mundo material no qual vivem. Para isto, afirma que é necessário que o professor articule a forma (“-forma-”) de ensino desses conhecimentos, levando em conta a capacidade de compreensão e assimilação dos estudantes (“-destinatário”).

A questão da relevância dos conhecimentos a serem socializados tem relação com a perspectiva da transformação da sociedade, defendida pela PHC. No tempo e espaço escolares, a teoria postula que sejam privilegiados os conteúdos essenciais das diferentes disciplinas, contidos nos clássicos, ao invés dos aspectos secundários, acessórios ou acidentais dos mesmos, pois os primeiros são necessários para o desenvolvimento das maiores potencialidades humanas e para a compreensão desmistificada do mundo (SAVIANI, 2012).

Neste contexto, dificilmente os estudantes poderiam por si sós identificarem, no conjunto das práticas sociais, as categorias concretas que cumprissem a dupla função de previsibilidade e relevância, uma vez que os seus interesses imediatos, por vezes pautados por necessidades imediatas, possivelmente os distanciariam do essencial, que é aprendizagem dos conhecimentos mais desenvolvidos produzidos pela humanidade. Aliás, esta é a razão pela qual a escola se tornou necessária ao longo da história humana, principalmente a partir da ascensão da burguesia como classe revolucionária, na transição do feudalismo ao capitalismo (GHIRALDELLI JR., 1986). Ou seja, a escola é o local, por excelência, onde se faz a transmissão do saber sistematizado, do saber elaborado, o qual se diferencia do saber espontâneo e fragmentado, sendo de fundamental importância que seja socializado com todos (SAVIANI, 2012).

Especificamente para este trabalho, nossa escolha pela categoria concreta “Satélites artificiais”, supomos, não nos afastaria de uma consideração dos interesses dos alunos, pois pensamos em uma categoria concreta com o potencial de atraí-los pela curiosidade. Também, levamos em conta o possível conhecimento desta categoria pelos estudantes, mesmo que de forma caótica, para que o ensino de física seja feito em um contexto real.

Justificamos a relevância da determinação da categoria concreta “Satélites artificiais” principalmente pelo seu potencial de desvelamento da luta de classes em escala global, que se dá na totalidade da “Sociedade”, e que diz respeito ao domínio da tecnologia de lançamento de foguetes de maneira geral. Como sabemos, a origem e o desenvolvimento das formas concretas de lançamento de foguetes remontam ao período da disputa pela hegemonia global no pós Segunda Guerra Mundial (1939-1945), entre as potências emergentes Estados Unidos

e União das Repúblicas Socialistas Soviéticas. Esta foi uma disputa, no jargão dos estudos marxistas, entre o centro e a periferia do sistema capitalista, que se traduziu em uma guerra de classes aberta entre duas formações econômico-sociais com propósitos distintos. Este contexto desvela, no essencial, que o domínio das tecnologias aeroespaciais também serve como instrumento de dominação, daí o seu caráter restrito a poucos países capitalistas centrais, a alguns emergentes e a um ou outro país sancionado pelo sistema hegemônico. Todavia, pela luta dos contrários, própria de toda contradição, o domínio das tecnologias aeroespaciais também pode servir como instrumento de libertação, daí o interesse por esse conhecimento para uma sociedade que almeja a transformação do *status quo*.

Essa consideração nos leva a explicar um pouco mais o porquê da nossa escolha por trabalhar com as totalidades C-T-S-A em detrimento das totalidades C-T-S em nosso diagrama categorial. Entendemos que o destaque do “A” nos incita também a refletir sobre as contradições específicas na totalidade do “Ambiente” que estão afetando a humanidade no atual estágio do desenvolvimento das sociedades. Em grande medida, as sociedades já reconhecem que algo deve ser feito para eliminar ou mitigar os impactos ambientais causados pela atual forma de reprodução da vida social: o capitalismo. Assim, é de fundamental importância que a educação escolar dê atenção aos problemas que vêm afligindo a maioria da população mundial. O papel da escola, em especial das pedagogias críticas, é abordar esses temas ambientais de maneira não romantizada. Pelo contrário, as pedagogias críticas devem abordar os temas ambientais na sua essência, uma vez que comumente observamos que as pedagogias liberais propalam coisas deste tipo: se cada um fizer sua parte na preservação ambiental, a natureza agradecerá e o mundo será melhor. Esse discurso, na verdade, revela uma postura alienante, ocultando que os grandes problemas ambientais são de natureza estrutural, e relega para o âmbito das atitudes individuais a perspectiva de solução.

Defendemos que o desenvolvimento do estudo e da descoberta das categorias mais simples pelos estudantes, com a participação do professor, se dê pelo estudo dos dois aspectos de cada contradição dentro de cada totalidade, e que nesse estudo se evite o exame subjetivo, unilateral e superficial. Ou, dito de modo contrário, que o exame seja objetivo, multilateral e aprofundado. Essa recomendação apropriamos de Tsé-tung (1999), quando o autor abordava a particularidade da contradição.

Tsé-tung (1999) afirma que ser subjetivo é não analisar o tema de forma materialista. Ou seja, é não abordar o tema concretamente, na acepção de Lênin da análise concreta de situações concretas. Deve-se sempre, na medida do possível, criticar as informações pesquisadas e trazidas pelos estudantes. Criticar no sentido marxista de trazer à consciência, de trazer à tona, os fundamentos das informações, pois, mesmo para um iniciado na dialética, podemos cair em interpretações ideológicas, no sentido da falsa consciência, e incorporar interpretações metafísicas da realidade (TSÉ-TUNG, 1999; NETTO, 2011).

O exame unilateral, por sua vez, consiste em esquivar-se de analisar a categoria concreta e os seus desdobramentos em seus vários aspectos. Sabemos que o tempo para o

desenvolvimento da disciplina de física na escola, ao longo do ano, é limitado, e isso é um empecilho para a efetiva abordagem da categoria nos seus vários aspectos. No entanto, esta é uma necessidade que o professor deve sempre chamar a atenção dos estudantes nas suas práticas de pesquisa.

Por fim, ser superficial, segundo Tsé-tung (1999), é evitar o aprofundamento do estudo de um dado fenômeno na sua inter-relação com outros fenômenos para os quais ele é a causa ou o efeito. O autor defende que a dialética marxista-leninista se caracteriza pelo estudo minucioso das características e contradições inerentes a todos os fenômenos como condição necessária para se entender a realidade e, em consequência, ter uma base para modificá-la, transformá-la. Novamente, no tempo e espaço escolares, temos limitações para a concretização desta prática. Assim, também é papel do professor alertar os estudantes que todo estudo não se esgota em apenas um módulo. Pelo contrário, o professor deve reforçar que, ao longo da vida, eles sempre reiterarão e aprofundarão os seus conhecimentos, pois esta é a forma que a humanidade descobriu de cada vez mais se apropriar do real da maneira como lhe é possível, pelo processo que vai da matéria à consciência e da consciência à matéria, ou seja, da prática ao conhecimento e do conhecimento à prática, em um movimento em espiral que a cada iteração revela, pela prática, os bons resultados e descarta os maus, aumentando assim a complexidade e, consequentemente, o entendimento da realidade (TSÉ-TUNG, 1999).

## V. Conclusão

Neste artigo, apresentamos a ferramenta pedagógica dos diagramas categoriais para auxiliar os estudantes e professores do ensino médio na elevação dialética do pensamento abstrato ao concreto, o que é compatível com a Pedagogia Histórico-Crítica.

Esta é uma ferramenta que promove o ensino e a aprendizagem de conteúdos de forma contextualizada. Devido a sua base materialista histórico-dialética, ela favorece a análise de categorias concretas e suas totalidades, ressalvada as proporções de seu uso em um contexto escolar, o qual tem limitações de tempo, espaço e de grandes aprofundamentos. Também, ressalvada sua restrição como instrumento capaz de expor um conjunto de determinações e relações numerosas graficamente. Assim, não devemos tratar os resultados de pesquisas escolares em diagramas categoriais como um fim em si mesmo, mas como uma mediação para auxiliar os estudantes no processo de construção e reconstrução, em pensamento, do movimento da categoria concreta de partida.

Entendemos que os diagramas categoriais podem cumprir pelo menos quatro funções no seu uso como ferramenta de ensino-aprendizagem. Eles permitem que o professor possa acompanhar o andamento das investigações dos alunos sobre a categoria concreta proposta para análise. Eles têm o potencial de auxiliar os estudantes, ao longo das aulas, a não perderem de vista as relações entre as categorias dentro dos recortes específicos da realidade, bem como as inter-relações das categorias entre os diferentes recortes, o que incute a noção de totalidade dos fenômenos nos seus modos de pensar. Eles podem, também, auxiliar os

estudantes na organização da lógica dos conhecimentos estudados. E por fim, podem servir de base para que o professor possa avaliar os estudantes, qualitativamente, nas atividades propostas para que eles exponham seus diagramas e os expliquem.

Com o uso dessa ferramenta, o professor pode criar um contexto para avaliar se há indícios da elevação do conhecimento dos estudantes do nível caótico ao sintético. Ou seja, ela lhe permite avaliar se a compreensão dos seus educandos se aproximou da sua compreensão. Além disso, ela também se torna em um instrumento auxiliar do planejamento de ensino na medida em que o professor pode produzir um diagrama categorial que exponha a sua própria análise da prática social global relativa à categoria concreta em estudo, para o seu entendimento. Com isso, o professor estará mais preparado para sugerir materiais para a investigação dos alunos e, em consequência, para auxiliá-los a não perder o foco das suas pesquisas, a fim de que atinjam o objetivo da aprendizagem dos conhecimentos mais relevantes relativos à atividade.

De posse do trabalho teórico de idealização dessa ferramenta alicerçada na dialética, o próximo passo é colocá-la à prova em um contexto real de ensino e aprendizagem em nível médio. Acreditamos que sua submissão à prática de sala de aula seja fundamental para que possamos identificar seus erros, seus acertos e possibilidades de melhoria.

### **Referências bibliográficas**

AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune & Stratton, 1963.

AUSUBEL, D. P. **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.

BARATA-MOURA, J. **Dialéctica marxista**. Lisboa: Editorial Avante!, 2010.

BUZAN, T. **Use your head**. London: Book Club Associates, 1974. (Edição republicada em 1984).

BUZAN, T. **Dominando a técnica dos mapas mentais: guia completo de aprendizado e o uso da mais poderosa ferramenta de desenvolvimento da mente humana**. Tradução: Marcelo Brandão Cipolla. São Paulo: Cultrix, 2019.

CORREIA, P. R. M.; AGUIAR, J. G. Mapas conceituais no ensino de ciências: estagnação ou crescimento? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 27, n. 3, p. 198-218, 2022.

DEBOM, C. R.; MOREIRA, M. A. Mapas mentais em temáticas da astronomia: percepções e implicações para o ensino. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 9, n. 2, p. 250-267, 2016.

DUSSEL, E. **A produção teórica de Marx**: um comentário aos Grundrisse. Tradução: José Paulo Netto. 1. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2012.

ENGELS, F. **A dialética da natureza**. 3. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

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

GASPARIN, J. L. **Uma didática para a pedagogia histórico-crítica**. 5. ed. Campinas: Autores Associados, 2012. (Coleção educação contemporânea).

GHIRALDELLI JR., P. A vara teimosa: debatendo com Paolo Nosella. **Educação & Sociedade**, v. 9, n. 24, p. 145-166, 1986.

KOFLER, L. **História e dialética**: estudos sobre a metodologia da dialética marxista. Tradução: José Paulo Netto. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2010. (Pensamento Crítico, 14).

MARTINS, L. M. Contribuições da psicologia histórico-cultural para a pedagogia histórico-crítica. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, n. 63, p. 293-305, 2015.

MARX, K. **Grundrisse**: manuscritos econômicos de 1857-1858: esboço da crítica da economia política. 1. ed. São Paulo: Boitempo, 2011. (Coleção Marx & Engels). Livro eletrônico.

MARX, K. **O capital**: crítica da economia política: livro 1: o processo de produção do capital. Tradução: Rubens Enderle. 2. ed. São Paulo: Boitempo, 2011. (Coleção Marx & Engels). Livro eletrônico.

MARX, K.; ENGELS, F. **A ideologia alemã**. Tradução: Luis Claudio de Castro e Costa; introdução de Jacob Gorender. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998. (Clássicos).

MASSI, L. *et al.* Incorporação da pedagogia histórico-crítica na educação em ciências: uma análise crítica dialética de uma revisão bibliográfica sistemática. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 24, n. 2, p. 212-255, 2019.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. **Ciência e Cultura**, v. 32, n. 4, p. 474-479, 1980.

MOREIRA, M. A. **Uma abordagem cognitivista ao ensino de Física**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1983.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa em mapas conceituais**. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2013. (Textos de apoio ao professor de física, v. 24, n. 6).

MOREIRA, M. A.; BUCHWEITZ, B. **Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1993.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf> >. Acesso em: 15 jun. 23.

NETTO, J. P. **Introdução ao estudo do método de Marx**. 1. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2011.

NOVAK, J. D. Concept mapping: a useful tool for science education. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 27, n. 10, p. 937-949, 1990.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Learning how to learn**. New York: Cambridge University Press, 1984. (23ª reimpressão 2008).

SAVIANI, D. **Escola e democracia**. Campina: Autores Associados, 2008. (Coleção educação contemporânea. Edição comemorativa).

SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. 11. ed. Campinas: Autores Associados, 2012. (Coleção educação contemporânea).

SAVIANI, D. Da inspiração à formulação da Pedagogia Histórico-Crítica (PHC): os três momentos da PHC que toda teoria verdadeiramente crítica deve ter. **Interface - comunicação saúde educação**, Botucatu, v. 21, n. 62, p. 711-724, 2017. Entrevistas.

STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. 2012. 283 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Física, Instituto de

Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

TSÉ-TUNG, M. **Sobre a prática e sobre a contradição**. 1. ed. São Paulo: Expressão Popular, 1999. Livro eletrônico.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

WERTSCH, J. V. **Vygotsky and the social formation of mind**. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1985.



**Direito autoral e licença de uso:** Este artigo está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).