

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS

CARLOS SÉRGIO LEONARDO JÚNIOR

**OS ESTATUTOS ONTOLÓGICO E EPISTEMOLÓGICO DA CIÊNCIA NA FICÇÃO  
CIENTÍFICA DISTÓPICA DE PRIMO LEVI: CONTRIBUIÇÕES PARA UMA  
CONCEPÇÃO DE CIÊNCIA MARXISTA**

Bauru - SP

2022

CARLOS SÉRGIO LEONARDO JÚNIOR

**OS ESTATUTOS ONTOLÓGICO E EPISTEMOLÓGICO DA CIÊNCIA NA FICÇÃO  
CIENTÍFICA DISTÓPICA DE PRIMO LEVI: CONTRIBUIÇÕES PARA UMA  
CONCEPÇÃO DE CIÊNCIA MARXISTA**

Dissertação de mestrado ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” para obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência.

**Orientadora:** Profa. Dra. Luciana Massi

**Coorientador:** Prof. Dr. Aislan Camargo Maciera

**Bolsa:** Capes

Bauru - SP  
2022

L581e

Leonardo Júnior, Carlos Sérgio

Os estatutos ontológico e epistemológico da ciência na ficção científica distópica de Primo Levi : contribuições para uma concepção de ciência marxista / Carlos Sérgio Leonardo Júnior. -- Bauru, 2022 147 f.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências, Bauru

Orientadora: Luciana Massi

Coorientador: Aislan Camargo Maciera

1. ontologia. 2. epistemologia. 3. Primo Levi. 4. distopia. 5. pedagogia histórico-crítica. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências, Bauru.

Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Campus de Bauru



**ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE Mestrado DE CARLOS SÉRGIO LEONARDO JÚNIOR, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CAMPUS DE BAURU.**

Aos 31 dias do mês de agosto do ano de 2022, às 14:00 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE Mestrado de CARLOS SÉRGIO LEONARDO JÚNIOR, intitulada **Os estatutos ontológico e epistemológico da ciência na ficção científica distópica de Primo Levi: contribuições para uma concepção de ciência marxista**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Profa. Dra. LUCIANA MASSI (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Didática / Faculdade de Ciências e Letras - UNESP/Araraquara, Profa. Dra. SANDRA SOARES DELLA FONTE (Participação Virtual) do(a) Departamento de Ginástica (Centro de Educação Física e Desportos) / Universidade Federal do Espírito Santo, Prof. Dr. LUCAS ANDRÉ TEIXEIRA (Participação Virtual) do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara. Após a exposição pelo mestrando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o discente recebeu o conceito final aprovado. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Profa. Dra. LUCIANA MASSI

Dedico esta dissertação aos meus avós Eva Pedroso Alves e Benedito Roberto Alves por apoiarem meus estudos, pelo amparo e amor, e por não terem tido condições de concluir seus estudos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 pela bolsa concedida.

Agradeço à minha família próxima por todo amor e carinho, em especial à minha mãe, Tânia Regina Alves Leonardo, por ter lutado por uma educação de melhor qualidade para mim, por acreditar nas minhas escolhas e por me amparar quando os obstáculos pareciam maiores do que minha capacidade. Também agradeço a meu pai, Carlos Sérgio Leonardo, já falecido, que desde a minha infância me incentivava nos estudos.

Agradeço à Profa. Dra. Luciana Massi pela orientação de excelência, preocupada com a minha formação como pós-graduando e como ser humano, auxiliando no desenvolvimento da minha autonomia e iluminando momentos difíceis, sendo orientadora, mas também amiga. Agradeço ao Prof. Dr. Aislan Camargo Maciera pela coorientação fundamental para o meu aprofundamento na vida e obra de Primo Levi.

Agradeço aos membros titulares da banca examinadora, Profa. Dra. Sandra Soares Della Fonte e Prof. Dr. Lucas André Teixeira, por aceitarem o meu convite e por contribuírem para o desenvolvimento e aperfeiçoamento deste trabalho. Agradeço pelos elogios, que me marcaram profundamente, e pelo diálogo harmonioso que estabelecemos ao longo dessa jornada.

Agradeço a todos os membros do meu grupo de pesquisa, com os quais compartilho lutas, anseios, estudos, trabalhos e diversão. Agradeço especialmente a Rafaela Valero da Silva, principal companheira de estudos e de escrita de artigos marxistas e sobre Primo Levi.

Agradeço aos meus amigos concretos, Adrielle Carneiro Machado, Jean Carlos Moreira da Silva, Naiara Gabriela Dias Costa e Paula Fernanda de Jesus Cardoso, por serem essenciais para mim e por fazerem com que até os momentos mais difíceis se tornem mais leves. Agradeço especialmente a Carlos Henrique Ap. Alves Moris por ser meu companheiro de todos os momentos e por me fazer lembrar que nós nascemos para fazer história.

Agradeço aos cientistas e outros profissionais que valorizam a ciência, que se dedicaram e lutaram ao longo da pandemia de Covid-19 — ainda que em meio a contradições do sistema capitalista — contra uma onda de negacionismos. Agradeço aos escritores que nos tocam, pois em suas obras reconhecemos aflições e desejos, por meio delas sentimos emoções que nos conectam ao gênero humano.

Vocês trabalham para quê? Eu sustento que a única finalidade da ciência está em aliviar a canseira da existência humana. E se os cientistas, intimidados pela prepotência dos poderosos, acham que basta amontoar saber, por amor do saber, a ciência pode ser transformada em aleijão, e as suas novas máquinas serão novas aflições, nada mais. Com o tempo, é possível que vocês descubram tudo o que haja por descobrir, e ainda assim o seu avanço há de ser apenas um avanço para longe da humanidade. O precipício entre vocês e a humanidade pode crescer tanto, que ao grito alegre de vocês, grito de quem descobriu alguma coisa nova, responda um grito universal de horror.

(BRECHT, 1991, p. 165)

## RESUMO

As controvérsias e negacionismos têm evidenciado um cenário potencialmente distópico na sociedade e refletem problemáticas de cunho ontológico e epistemológico da ciência. O positivismo e o neopositivismo são marcados pela ausência da ontologia, ignorando questões sobre concepção de mundo, e a pós-modernidade relativiza a ontologia, condições que se estendem para a educação. A pedagogia histórico-crítica é uma teoria pedagógica marxista de dimensão ontológica realista e dimensão gnosiológica objetivista, com o objetivo de promover a formação omnilateral visando à superação do capitalismo. Contudo, ainda são poucas as sistematizações para o marxismo de sua concepção de ciências da natureza. Na articulação entre ciência e literatura, a ficção científica distópica tem potencial para o levantamento de questões relacionadas à natureza da ciência por meio de desdobramentos negativos para a sociedade. Primo Levi (1919-1989) foi um químico e escritor italiano que foi prisioneiro de Auschwitz. Na sua obra heterogênea, encontramos contos de ficção científica com aspectos distópicos que apresentam consequências de uma ciência apartada da dimensão ontológica. Assim, o objetivo desta pesquisa foi desvelar os estatutos ontológico e epistemológico da ciência nos contos de Levi a fim de contribuir para a construção de uma concepção marxista e ontoepistemológica de ciência. Esta pesquisa é de natureza teórico conceitual e se orienta pelos pressupostos teórico-metodológicos do materialismo histórico-dialético. Partindo de dois objetos de análise empírica — trabalhos da Educação em Ciências (EC) selecionados a partir de uma revisão bibliográfica sistemática e os contos de Primo Levi —, identificamos temas e categorias em comum relacionados à ontologia e à epistemologia da ciência, o que levou à seleção dos contos “Ótima é a água” e “Borboleta angélica” e à análise deles articulada aos artigos da EC e à teoria marxista. No primeiro, discutimos sobre a realidade, o trabalho e a natureza, e a práxis: a natureza da água na contraposição entre a água em sistema fechado e a água de um rio; a relação da contaminação do meio ambiente com o ser social; as problemáticas de uma práxis utilitária positivista. No segundo, discutimos a relação dos valores, da moral, da ética e da ideologia com o trabalho de um cientista que articula elementos religiosos em suas hipóteses e que está inclinado à ideologia nazista. Constatamos que a maior parte dos trabalhos da EC discute sobre a ontologia a partir de uma perspectiva epistemológica, submetendo-a ao sujeito cognoscente e relativizando-a. Identificamos alguns aspectos ontoepistemológicos condizentes com uma concepção de ciência marxista, como: a estratificação da realidade em movimento; a indissociável relação do ser humano com a natureza; a prática científica entendida como práxis; a imanência dos valores, da moral e da ética e o papel desta nas mediações entre ontologia e epistemologia e na elevação da particularidade do indivíduo ao humano genérico; e a inelutável influência da ideologia na ciência. Concluímos que esses aspectos podem ser debatidos em aulas de ciências naturais e de história e filosofia da ciência a partir da abordagem desses contos, com os objetivos de desenvolver uma concepção mais ampla de ciência, alinhada ao marxismo, e de favorecer a formação omnilateral.

**Palavras-chave:** ontologia; epistemologia; Primo Levi; distopia; pedagogia histórico-crítica.

## ABSTRACT

Controversies and denials have highlighted a potentially dystopian scenario in society and reflect ontological and epistemological issues of science. Positivism and neopositivism are marked by the absence of ontology — ignoring world view issues —, and postmodernity relativizes ontology, and these conditions extend to education. Historical-critical pedagogy is a Marxist pedagogical theory with an onto-realistic dimension and an objectivist gnoseology dimension, aiming to promote omnilateral formation in order to overcome capitalism. However, there are still few systematizations for Marxism of its conception of natural sciences. In the articulation between science and literature, dystopian science fiction has the potential to raise questions related to the nature of science based on negative developments to society. Primo Levi (1919-1989) was an Italian chemist and writer who was a prisoner at Auschwitz. In his heterogeneous literature, we can find science fiction stories with dystopian aspects that show consequences of a science separated from the ontological dimension. Thus, this research aims to reveal ontological and epistemological statutes of science in Levi's stories in order to contribute to the construction of a Marxist and ontoepistemological conception of science. This research has a theoretical and conceptual framework and is guided by historical-dialectical materialism theoretical-methodological principles. Starting from two empirical analysis objects — Science Education (SE) papers selected from a systematic literature review and the Primo Levi's stories —, we identified common themes and categories related to ontology and epistemology of science, which led to choose “Excellent is the water” and “Angelic butterfly” stories and their analysis related to the articles found in SE and the Marxist theory. In the first story, we discuss reality, labor and nature, and praxis: the nature of water in the contrast between water in a closed system and water from a river; the relationship of contamination of the environment with the social being; the problems of a positivist utilitarian praxis. In “Angelic butterfly”, we discuss the relationship between values, morals, ethics and ideology with the practice of a scientist who articulates religious elements in his theories and who is aligned with Nazi ideology. We identified that most of the SE papers discuss ontology from an epistemological perspective, submitting it to the knowing individual and relativizing it. We identified some ontoepistemological aspects consistent with a Marxist conception of science: the stratification of reality in motion; an inseparable relationship between human beings and nature; scientific practice understood as praxis; the immanence of values, morals and ethics and its role in the mediations between ontology and epistemology and in the elevation of the individual's particularity to the generic human; and the inescapable influence of ideology on science. We conclude that those aspects can be debated in natural sciences and history and philosophy of science classes from the approach of these stories, aiming to develop a broader conception of science, aligned with Marxism, and favoring omnilateral formation.

**Keywords:** ontology; epistemology; Primo Levi; dystopia; historical-critical pedagogy.

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	11
1 INTRODUÇÃO	20
1.1 Novos mapas do inferno capitalista	20
1.2 Pedagogia Histórico-Crítica e a Educação em Ciências	29
1.3 Ficção científica, distopia e Primo Levi	37
1.4 Pressupostos teórico-metodológicos	44
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA NA ÁREA DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS	50
2.1 Procedimentos de busca, seleção e caracterização	50
2.2 Panorama do <i>corpus</i> de análise	57
2.3 Delimitação dos objetos de análise empírica	65
3 ANÁLISE CRÍTICA DOS CONTOS DE PRIMO LEVI	68
3.1 “Ótima é a água”: realidade, trabalho e natureza, e práxis	68
3.2 “Borboleta angélica”: valores, moral, ética e ideologia	90
4 CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES PARA A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS	114
REFERÊNCIAS	121
APÊNDICES	141

## APRESENTAÇÃO

Esta dissertação inicia-se com uma apresentação pessoal e apresentação da pesquisa. O objetivo da apresentação pessoal é expor as principais inquietações, influências e condições que me levaram ao objeto de pesquisa e à adoção do referencial materialista histórico-dialético. Estou buscando adotar ferramentas para produzir um texto científico que seja objetivo, mas ao mesmo tempo não nego que sou eu, indivíduo singular e particular, que tive interesse pelos conteúdos deste texto. Destaco ainda que o método marxiano supera as dicotomias entre objetividade e subjetividade e entre individual e social “[...] por entender que nelas subjaz um questionamento acerca da possibilidade de construção do conhecimento racional e objetivo da realidade humana em sua complexidade e totalidade” (MARTINS; LAVOURA, 2018, p. 229). Logo, me apresento ao leitor por entender que a pesquisa não é independente do sujeito, não há ausência de neutralidade, o que não interfere na objetividade da análise e ainda a enriquece (MARTINS; LAVOURA, 2018).

Os conteúdos que serão apresentados sobre a minha trajetória enquanto aluno de graduação não se limitam a minha vivência singular; eles refletem a formação de outros graduandos e de professores da educação básica e universitários. Somos todos indivíduos singulares pertencentes a um determinado grupo e somos sempre homens-coletivos (GRAMSCI, 1978). Quando a concepção de mundo desse coletivo é desagregada, existe uma multiplicidade de homens-massa, o que se reflete em nossa personalidade: nela coexistem elementos incoerentes, como elementos da alquimia e da ciência mais moderna e progressista (GRAMSCI, 1978).

Enquanto aluno de licenciatura em química do Instituto de Química da UNESP/Araraquara, até mais ou menos o meu terceiro ano, era comum que entre os meus estudos e minha iniciação científica em produtos naturais eu reservasse algum tempo para conferir o meu horóscopo — taurino com ascendente em capricórnio. Nessa mesma época, me aventurava pelas ruas de Araraquara em busca de uma loja que vendesse algum baralho de tarô, usava parte da minha bolsa em gastos com livros de numerologia e quiromancia, enquanto aos finais de semana eu frequentava com pouco agrado uma igreja cristã — preferia a ideia de um deus menos dogmático e institucional. Tudo isso ao mesmo tempo em que eu tentava entender as funções de onda de Schrödinger, os equilíbrios químicos da marcha analítica e as substituições nucleofílicas da orgânica. Como amálgama dessa realidade fragmentada, foi meu contato com alguns materiais que se baseiam no livro *O universo elegante* de Brian Greene (2001): com a quântica, a teoria das supercordas e a possibilidade de múltiplas dimensões, a

ciência e o místico pareciam conectados, a ciência poderia explicar o sobrenatural e a existência de um deus.

Na disciplina de História e Filosofia da Ciência, que cursei no segundo ano, a docente propôs seminários de tema livre, desde que fossem relacionados com a ciência. Apresentei em conjunto com o meu grupo um seminário sobre o universo elegante e diversas pseudociências, com o intuito de colocar em dúvida a separação entre a ciência e o sobrenatural. O seminário foi amparado principalmente em um documentário chamado *Quem somos nós? Uma nova evolução* (título em inglês: *What the bleep!?! Down the rabbit hole*). Transcrevo abaixo a parte inicial do documentário, em que é reproduzida uma narração concomitante a uma animação:

Será que o divórcio acabou? Estariam o espírito e a ciência dando as mãos? A igreja e o laboratório estão dizendo a mesma coisa? [...] A igreja tinha o invisível; a ciência, o visível. E assim nasceu o materialismo. [...] Os cientistas não eram mais tolerados e reagiram em forma de vingança: o invisível é fantasia, ilusão; nós somos pequenas máquinas que vivem em um universo máquina previsível e respeitamos leis rígidas e imutáveis. A igreja revidou: os cientistas sem alma foram condenados ao inferno. Darwin contradisse: o criador não é nada, não está em lugar nenhum; nós somos seres em mutação, simples portadores de DNA e sua incansável procura por mais em um universo sem sentido. E enquanto isso, tanto a ciência quanto a religião batiam a cabeça na parede: se tudo era um mecanismo e deus era o criador de tudo, então o que a humanidade deveria fazer? A ciência cavou mais fundo em um universo morto e deu de frente com um mistério nunca revelado. Em pequenas esquinas do tempo e do espaço, os cientistas encontraram energia inexplicável [...]. Mistérios que sugerem que tudo está conectado, que o universo físico em sua essência não é físico. O tempo e o espaço são só elementos desse não materialismo. [...] Assim como o século XX abriu as portas para uma visão mecanicista, o século XXI irá demolir a parede que separa a igreja e o laboratório? (QUEM, 2005)

Nesse mesmo documentário, são apresentados experimentos com água realizados pelo fotógrafo e escritor japonês Masaru Emoto, que congelava amostras de água e observava os cristais formados pelas moléculas no processo de descongelamento. A característica peculiar desse experimento é que Masaru submetia as amostras de água a algumas situações, como deixá-las próximas a um aparelho tocando música clássica ou de rock, escrever palavras/expressões de agradecimento e de ódio nos seus frascos, deixá-las dentro de um círculo de oração etc. De acordo com o que é apresentado no documentário, os cristais das amostras submetidas a música clássica e pensamentos positivos eram regulares, ornamentados, enquanto as amostras submetidas a música de rock e pensamentos negativos tinham seus cristais destruídos. Conclusão: como nosso corpo é constituído por cerca de 70% de água, os pensamentos podem influenciar nossa saúde.

Para o seminário, decidi realizar o teste do arroz sugerido por Masaru, que consistia em preparar duas amostras de arroz cozido em recipientes fechados. Todo dia, o mesmo recipiente com a amostra de arroz deveria ser insultado, enquanto o outro deveria ser agradecido. Que cena curiosa devia ser: eu xingando uma amostra de arroz. O resultado esperado era que o arroz da amostra odiada apodrecesse mais rapidamente do que o arroz da amostra adorada. Aparentemente, esse foi o resultado obtido ao acaso — ou apenas parecia ter sido obtido? —, e essa espécie de cura por meio das vibrações emitidas pelos pensamentos parecia ser verdadeira, mesmo que eu estivesse desconsiderando as diversas variáveis do experimento e estivesse tirando conclusões a partir de um experimento isolado apoiado exclusivamente nos meus olhos, além do fato de Masaru nem ser cientista. Notei que a docente ficou surpresa e parecia interessada no assunto.

Vale destacar que esse relato pessoal não é uma crítica a minha concepção de mundo daquela época; trata-se de um início de “[...] consciência daquilo que somos realmente, isto é, um ‘conhece-te a ti mesmo’ como produto do processo histórico até hoje desenvolvido, que deixou em ti [e em mim] uma infinidade de traços recebidos sem benefício no inventário” (GRAMSCI, 1978, p. 12). Além disso, trata-se de uma concepção de mundo compartilhada por colegas da licenciatura e mesmo por professores, o que reflete a própria concepção disseminada pela ideologia capitalista nos diversos âmbitos da sociedade. Portanto, a ruptura com essa concepção tende a ser um processo catártico gradual e fragmentado.

Não é difícil encontrarmos egressos de algum curso de graduação na área das ciências naturais que sejam religiosos, que conferem seus horóscopos e/ou que são simpatizantes de diversas pseudociências. Isso também pode ser constatado entre professores e pesquisadores, que parecem viver um dualismo paranoico entre o seu ofício e suas crenças, como o personagem do filme *Fragmentado*, que sofre de Transtorno de Personalidade Múltipla. É como se fossem duas esferas/personalidades que podem ser separadas e vividas isoladamente: de dia, o professor que ensina a origem da vida com base nas evidências científicas do evolucionismo; à noite, o religioso que frequenta igrejas/templos, lê a Bíblia e tem fé no criacionismo. De dia, o pesquisador que executa seus experimentos na bancada de laboratório; à noite, o indivíduo que usa florais e confere seu mapa astral. O laboratório é como um ambiente onde o cientista se supõe neutro e apolítico enquanto segue os roteiros metodológicos da sua pesquisa. É claro que não estou falando de transtornos psicológicos propriamente ditos: essa dualidade revela muito sobre a formação desses profissionais e alunos, e a concepção de mundo e de ciência da sociedade, que engloba questões de cunho ontológico e epistemológico.

Nos meus últimos anos da graduação, conheci a Professora Luciana Massi — minha orientadora — e, por meio das suas disciplinas pedagógicas, tive meu primeiro contato com a Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) e o marxismo. Também fiz uma disciplina optativa na Faculdade de Ciências e Letras com o Professor Lucas André Teixeira, além de assistir a palestras do Professor Newton Duarte, que era convidado pela Professora Luciana. Não posso delimitar quando, mas as disciplinas da Luciana e do Lucas, e as palestras do Newton, desenvolveram em mim um processo catártico no sentido de transformar a minha concepção de mundo, o que me permitiu perceber diversas contradições na organização da sociedade, na educação, na prática científica, além de me fazer compreender o meu lugar na luta de classes do capitalismo. Quanto mais eu me apropriava dos princípios filosóficos do marxismo — processo que permanece acontecendo ao longo dos meus estudos no mestrado —, mais eu percebia que deveria abrir mão de diversos costumes e crenças, não no sentido de eu ser proibido de tê-los, mas porque a minha nova concepção de mundo não possibilita mais sustentar tais crenças, esoterismos e fetichismos.

Esse tensionamento entre ciência e religião é apenas umas das consequências de uma ciência e de uma educação que se limitam a fins práticos e que ignoram questões principalmente de cunho ontológico, que estão no cerne tanto da ciência quanto da educação. Por exemplo, de acordo com Lavoura (2021), o epistemologismo, o pragmatismo e o empirismo compõem os fundamentos da Base Nacional Curricular Comum (BNCC) e são instrumentos de negação da realidade, condizente com os interesses político-sociais e econômicos e com a crise estrutural do capital. Assim, a pedagogia ora se centra na imediaticidade, ora dilacera “[...] a dimensão ontológica do real em significações simbólicas subjetivistas e relativistas na forma de jogos de linguagem” (LAVOURA, 2021, p. 18).

Embora a BNCC esteja orientada para os currículos da educação básica e do ensino superior, é possível inferir a partir do tensionamento entre ciência e religião evidenciado no meu relato que a dimensão ontológica da ciência tem sido pouco ou nada discutida nas graduações ou mesmo relativizada. Não é o meu intuito desconsiderar a complexa influência das religiões na vida do indivíduo e como ela exerce inclusive uma função de amparo para aqueles que não encontram no seu cotidiano outra forma de apoio. Contudo, para o marxismo e para a PHC, ao se trabalhar com a ciência e sua educação, a realidade objetiva e os conhecimentos científicos devem ser priorizados. A religião deve ser entendida na sua historicidade e materialidade como mais um instrumento de manutenção da ordem hegemônica, que é onto e epistemologicamente incompatível com a ciência, como discute Duarte (2015) em

seu trabalho sobre a concepção de mundo, em que aborda a constituição das concepções religiosas e, pautado em György Lukács, a necessidade religiosa mantida nas massas pela burguesia.

Nessa mesma época, por meio de um projeto de extensão sobre química e literatura e grupos socialmente excluídos (LEONARDO JÚNIOR; MASSI, 2019; MASSI; LEONARDO JÚNIOR, 2021), tive meu primeiro contato com a vida e obra do químico e escritor italiano Primo Levi (1919-1987). Como tenho o hábito de ler livros literários e gosto de escrever contos e poemas, me identifiquei com Levi nesse sentido, além de me sensibilizar com seu testemunho das experiências traumáticas vividas no complexo de campos de concentração de Auschwitz. Levi foi um quimiscritor<sup>1</sup> poliédrico (MACIERA, 2021): produziu uma obra heterogênea composta de vários gêneros, entre eles, ficção científica e distopia, gêneros que há anos são do meu interesse — sou fascinado pelos clássicos *1984* de George Orwell e *Admirável Mundo Novo* de Aldous Huxley. Com as distopias, parece que sou capaz de compreender, de forma condensada e a partir do mundo fictício e catastrófico criado pelos autores, a própria sociedade capitalista com todas suas falhas e contradições. De acordo com Hilário (2013), as distopias possibilitam o pensamento crítico acerca da barbárie comum que é utilizada como manutenção da própria sociedade. Meu interesse pela literatura começou com *O cortiço* de Aluísio Azevedo no ensino médio e se desenvolveu a ponto de eu começar a escrever as minhas próprias histórias. Mas foi somente a partir da minha conexão com Primo Levi e com os gêneros de ficção científica e distopia que eu comecei a escrever textos inspirados no autor e nesses gêneros e a participar de concursos literários.

Pensando na minha formação e trajetória ao longo da graduação e em como o curso de licenciatura em química acaba por não favorecer uma formação mais humanística e omnilateral e uma concepção de ciência mais ampla, cabe trazer aqui um poema de minha autoria (LEONARDO JÚNIOR, 2020b), intitulado “Manifesto insolúvel”, que foi selecionado em um concurso literário e está apresentado na Figura 1.

---

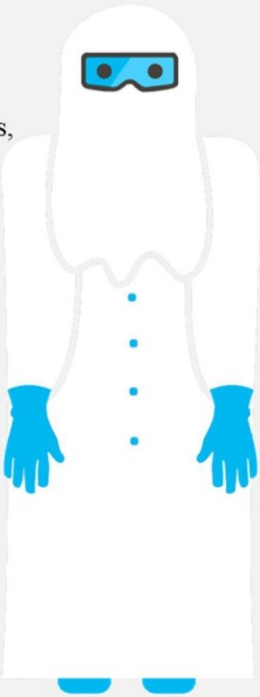
<sup>1</sup> O neologismo é de minha autoria, criado para a exposição museográfica sobre Primo Levi. Definição de “quimiscritor”: Aquele que exerce a integração entre a química e a literatura de tal forma que se torna impossível dissociá-las, pois deixam de ser partes de um todo e passam a ser o próprio todo, como as ligações entre os carbonos de uma molécula de benzeno, que não são simples e não são duplas, mas algo híbrido resultante, ou ainda como um centauro, que não vive como humano nem como cavalo, mas vive de uma maneira que só os centauros sabem.

**Figura 1** – Poema “Manifesto insolúvel de Carlos S. Leonardo Jr.

**Manifesto insolúvel**

A química é possível assim em versos,  
honestos e, portanto, perversos,  
imersos no meu pequeno béquer,  
em um universo tão controverso?

Isto que faço é química sináptica:  
transformar palavras em revolução  
escrevendo reações enigmáticas,  
na cultura científica de repressão.  
Mas envolto por seu jaleco-burqa,  
armadura de chumbo dogmática,  
tão apática padece a sua expressão  
que sequer encontro nova inspiração.



Desnudo o quero, químico limitado,  
da linguagem numérica, precipitado,  
e dentro do seu coração mecânico,  
busco o que lhe resta de orgânico.  
Para um artista das exatas, afinal,  
não existe poesia que seja mais bela  
do que o cientista que se desvela  
e o átomo que nunca se revela.

Você se mostra inerte a essa paixão,  
mas eu vou além da sua aparência  
e toco-lhe na essência por baixo do véu  
com estas mãos que se fazem versos.

**Fonte:** elaboração própria com base em Leonardo Júnior (2020b, p. 64).

Não desconsidero a qualidade do curso e do corpo docente do Instituto de Química de Araraquara; porém, foi só por meio das disciplinas da professora Luciana e os projetos que desenvolvi com ela que consegui me expressar de outras formas para além dos números, relatórios e provas, e pensar sobre a ciência de forma mais ampliada. Primo Levi foi para mim um ponto unificador de todas essas questões, ele me inspirou e tem me inspirado a escrever e a procurar desvelar os vícios de forma da ciência e da sociedade. A obra de Levi é humanista e marcada por sua necessidade de alertar as novas gerações sobre as atrocidades nazistas, seja de forma mais direta, em sua literatura de testemunho e relatórios, seja de forma mais alegórica, como na ficção científica distópica (MACIERA, 2021).

Junto com a Professora Luciana, discutimos sobre o potencial dos contos do quimiscritor na abordagem de questões ontológicas e epistemológicas da ciência. Uma primeira tentativa foi com o seu conto “Ótima é a água”, que foi utilizado para levantar as concepções deformadas de licenciandos em química sobre a natureza da ciência (LEONARDO JÚNIOR, 2020a). Em conjunto com alunas de pós-graduação e de licenciandos de uma turma de estágio do curso de licenciatura, construímos uma exposição museográfica intitulada “Um quimiscritor no museu:

ciência, literatura e direitos humanos com Primo Levi”<sup>2</sup>, experiência que também está registrada na forma de artigos (LEONARDO JÚNIOR *et al.*, 2021a, 2021b; MASSI *et al.*, 2021a). Por meio desses projetos, tivemos contato com a tese de doutorado do Professor Aislan Camargo Maciera, intitulada *Primo Levi: ciência, técnica e literatura*. Após a estreia da exposição no Centro de Ciências de Araraquara, entramos em contato com o professor e ele aceitou o convite para ministrar uma palestra sobre o Primo Levi, seguida de visitação dos participantes à exposição. Nesse mesmo encontro, aconteceu o convite de coorientação, que ele gentilmente aceitou.

Foi a partir de todas essas influências e vivências, além da identificação de temas pertinentes para serem investigados no âmbito do marxismo e da PHC, que cheguei, em conjunto com minha orientadora e meu coorientador, à proposta desta pesquisa de mestrado. Considerando a importância que a concepção de mundo tem para o marxismo, nosso grupo de pesquisa<sup>3</sup> tem entendido que também é necessária uma concepção de ciências da natureza marxista: uma concepção ontoepistemológica de ciência que deveria ter posição prioritária nas práticas científicas e educacionais contra-hegemônicas. O livro de Tonet<sup>4</sup> (2013), *Método Científico: uma abordagem ontológica*, foi uma introdução importante a esse tema e nos levou à obra do filósofo marxista György Lukács (2018), *Para uma ontologia do ser social I*, da qual o capítulo intitulado “Neopositivismo e existencialismo” se revelou mais pertinente para a proposta desta pesquisa. Assim, tenho como objetivo desvelar os estatutos ontológico e epistemológico das ciências da natureza nos contos de ficção científica distópica de Primo Levi a fim de contribuir para a construção de uma concepção marxista e ontoepistemológica de ciência. Como será discutido no capítulo de “Introdução”, alguns contos de Primo Levi descrevem situações que parecem ser fruto de uma ciência apartada de questões ontológicas, o que acaba justificando o cenário distópico ou potencialmente distópico.

---

<sup>2</sup> A exposição foi construída no Centro de Ciências de Araraquara. Devido à pandemia de Covid-19 (SARS-CoV-2), a exposição recebeu uma versão virtual em 2020, que pode ser acessada por este link: <https://sites.google.com/unesp.br/quimiscritor>.

<sup>3</sup> Nosso grupo de pesquisa tem como orientadora a Profa. Dra. Luciana Massi. É composto principalmente por: licenciandos em química da UNESP/Araraquara que estão desenvolvendo iniciação científica e/ou trabalhos de conclusão de curso; mestrandos e doutorandos na UNESP/Bauru que são egressos da licenciatura em química da UNESP/Araraquara. Parte do grupo adota o referencial marxista, com enfoque nas questões relacionadas à história e à filosofia da ciência. A maior parte dos integrantes também participa de reuniões de estudo do Grupo de Pesquisa “Estudos Marxistas em Educação”, coordenado por Newton Duarte e certificado pela UNESP no Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq.

<sup>4</sup> Nos trabalhos de Ivo Tonet, há reflexões importantes e pertinentes para esta pesquisa, mas, em termos de teoria pedagógica, ele se encontra distante e, mesmo, contrário à PHC. Segundo o autor (TONET, 2014), não é possível conferir à educação escolar um caráter emancipador (complexo social parcial não pode assumir o caráter do complexo social amplo) e a ação educativa no sentido da emancipação se limitaria ao desenvolvimento no seu interior daquilo que o autor identifica como “atividades educativas emancipadoras”.

Em 26 de fevereiro de 2020, o Ministério da Saúde do Brasil confirmou o primeiro caso de Covid-19 (SARS-CoV-2) no país em um homem de 61 anos do estado de São Paulo que havia viajado para a Itália (OLIVEIRA; ORTIZ, 2020). Não demorou para que o vírus, que havia surgido no outro lado do planeta, se alastrasse rapidamente pelo país, chegando até às cidades do interior. Cerca de um mês após o registro do primeiro caso no país, os primeiros indivíduos infectados foram registrados na região de Araraquara/SP (CORONAVÍRUS, 2020), onde vivo com a minha família. Foi nessa mesma época que, oficialmente, dei início ao meu mestrado acadêmico no Programa de Educação para a Ciência.

Um ano após o primeiro caso brasileiro, testemunhamos uma situação caótica e alarmante: mais de 3.000 mortes diárias, hospitais sem vagas em sua Unidade de Tratamento Intensivo (UTI), falta de cilindros de oxigênio, vacinação lenta da população, desrespeito das medidas de isolamento (BRASIL, 2021), surgimento de novas cepas, uso indiscriminado de medicamentos para um suposto tratamento precoce, propagação pelo presidente da república de distorções e mentiras, criando inimigos imaginários e relativizando a ciência (MILITÃO; CASTANHO, 2021). Essas e tantas outras situações, como a devastação ambiental e os casos de extrema pobreza, alicerçadas sobre o (des)governo de extrema-direita autoritário e protofascista de Jair Bolsonaro, me faz questionar se já estamos vivendo uma distopia ou estamos na iminência de uma.

A situação pandêmica parece ter evidenciado problemas ontológicos e epistemológicos relacionados à prática científica. As consequências de concepções de mundo duais e apartadas de uma dimensão ontológica se manifestam de duas formas relacionadas: 1) Na ciência utilitária: enquanto cientista, não compreender a natureza da sua pesquisa, as implicações dela na concepção de mundo e sua relação com os interesses capitalistas e as necessidades humanas, pois o importante é executá-la; 2) Nas incoerências de cientistas não percebidas por eles próprios: é incompatível ser contra os movimentos terraplanista e antivacina (pautados em pseudociências) e acreditar em astrologia (pseudociência). Existem pseudociências melhores que as outras?

Finalizo a apresentação com uma breve descrição de como esta dissertação está organizada. A primeira seção é composta pela justificativa desta pesquisa para a sociedade e para a área de Educação em Ciências (EC), bem como as principais características da ficção científica e da distopia, a vida e obra de Primo Levi, o objetivo e os pressupostos metodológicos. Esta pesquisa, de natureza teórico-conceitual, tem como objeto de estudo uma concepção

marxista e ontoepistemológica de ciências naturais, e tem como objetos de análise empírica os trabalhos da EC e os contos de Primo Levi.

Na segunda seção, apresento uma revisão bibliográfica que teve como objetivo entender como a EC tem compreendido e se apropriado da ontologia e da epistemologia, delimitar o *corpus* do objeto de análise empírica e identificar os temas e categorias mais recorrentes nos estudos. A identificação desses temas e categorias nos trabalhos da EC, articulada aos temas e categorias identificados nos contos de Levi, permitiu a seleção de dois contos com maior potencial para essas discussões, delimitando, assim, o outro objeto de análise empírica. A terceira seção é composta pela análise crítica dos contos de Levi, uma análise que articula os trabalhos da EC e o referencial marxiano e marxista com base nos temas e categorias que emergem dos objetos de análise.

## 1 INTRODUÇÃO

Esta seção está dividida em quatro subseções. Na primeira subseção, intitulada “Novos mapas do inferno capitalista”, apresentamos a justificativa social desta pesquisa, traçando paralelos do cenário pandêmico e de devastação ambiental com as distopias literárias e com as problemáticas de cunho ontoepistemológico que envolvem a ciência, a prática científica e a sociedade. Com essa seção, queremos evidenciar como as características distópicas permeiam uma sociedade capitalista e, portanto, uma ciência utilitária. Mesmo traçando alguns paralelos com a sociedade brasileira, não é nosso objetivo investigar se o Brasil é uma distopia. Na segunda subseção, intitulada “Pedagogia Histórico-Crítica e Educação em Ciências”, apresentamos a justificativa desta pesquisa para a área, abordando princípios da PHC e apontando para a falta de sistematização de uma Educação em Ciências crítica ou ainda a existência de poucas sistematizações de uma concepção de ciências da natureza para o marxismo. Encerramos essa subseção com o objetivo desta pesquisa. Na terceira subseção, “Ficção científica, distopia e Primo Levi”, procuramos delinear as principais características desses dois gêneros literários e como a fusão deles pode apresentar elementos da natureza da ciência, como questões ontológicas e epistemológicas da ciência; além disso, mostramos o porquê da escolha pelo químico e escritor Primo Levi, e o porquê da sua ficção científica distópica ser um objeto de estudo pertinente para esta pesquisa. Por fim, na quarta e última subseção estão expostos os pressupostos teórico-metodológicos.

### 1.1 Novos mapas do inferno capitalista

Ao intitular esta subseção de “novos mapas do inferno capitalista”, parafraseamos o título da obra de Kingsley Amis, *Novos mapas do inferno* (1960), à qual Moylan (2000, p. 112, tradução nossa) faz referência ao tratar dos “novos mapas distópicos de infernos sociais”. Para Moylan (2000), estes mapas teriam começado a ser construídos com as distopias clássicas, *Nós* (1924) de Yevgeny Zamyatin, *Admirável mundo novo* (1932) de Aldous Huxley e *1984* (1948) de George Orwell, e teriam sido propulsionados pela novela *A máquina parou* (1909) de E. M. Forster. Assim, parafraseamos essa expressão para sugerir que a situação caótica que a pandemia do novo coronavírus (SARS-CoV-2) tem ocasionado no planeta, em especial no Brasil, é uma das consequências potencialmente distópicas do sistema capitalista. A palavra “inferno” é utilizada não no sentido religioso de um destino pós-vida da alma, mas no seu sentido de lugar de grande sofrimento, lugar este que, de fato, existe na sociedade para aqueles

que sofrem em decorrência da desigualdade social, da miséria, da luta diária pela sobrevivência, da falta de condições dignas de moradia, saúde e trabalho.

As similaridades das distopias com a situação atual são pertinentes e revelam a capacidade de conjectura característica desse gênero, que também acabou se imbricando com a ficção científica. Partindo de problemas concretos da realidade e associando-os a elementos especulativos e fantásticos, os autores parecem produzir alertas para a sociedade sobre possíveis consequências catastróficas. De acordo com Hilário (2013), a distopia pode ser entendida como uma ferramenta de análise radical da modernidade, pois ela alerta para ameaças próximas, como um aviso de incêndio. Em algumas histórias, é a ciência<sup>5</sup> e suas tecnologias que exercem papel central na construção e manutenção da sociedade distópica. Por exemplo, em um ensaio que publicamos em 2022 no periódico “Literatura e Autoritarismo”, identificamos paralelos do cenário pandêmico brasileiro, e a necessidade de uso de máscaras, com o conto “Proteção” de Primo Levi, em que os personagens são obrigados a usarem armaduras desconfortáveis para se protegerem de chuvas de micrometeoritos e mal sabem da origem e veracidade desse perigo (MACIERA; MASSI, LEONARDO JÚNIOR, 2022).

Já a novela de Forster apresenta uma sociedade subterrânea em que os indivíduos adoram à Máquina, uma inteligência artificial que representa o Estado burocrático e o capitalismo monopólico, e seguem as orientações do Livro da Máquina, uma espécie de manual (MOYLAN, 2000). Os indivíduos vivem isolados em suas células hexagonais com luz artificial e realizam a maior parte de suas atividades por meio de equipamentos que se parecem com computadores e por meio do que hoje chamamos de videochamadas, condição que muito se assemelha ao isolamento social decorrente da pandemia. “Pouca gente viajava naqueles dias já que, graças à ciência, a Terra era exatamente igual por toda parte. Os relacionamentos inesperados, nos quais a civilização havia depositado tantas esperanças no passado, tinham desaparecido” (FORSTER, 2018).

Em *1984* de Orwell, acompanhamos o cotidiano de Winston Smith, que trabalha no Ministério da Verdade de Oceânia, ministério responsável pela educação, as belas-artes, o entretenimento e as notícias. Nele, Winston trabalha falsificando os registros do passado a fim de reescrever uma história coerente com o discurso do governo totalitário, vigilante, que tem o Grande Irmão como rosto do Partido. Moylan (2000) cita Antonio Gramsci para afirmar que a ordem hegemônica de uma sociedade distópica se sustenta com a coerção e o consenso e,

---

<sup>5</sup> Nesta dissertação, sempre que o termo “ciência” não aparecer especificado como ciências humanas/sociais, trata-se de ciências da natureza.

portanto, com o controle da linguagem. De acordo com a contabilização feita no *website* “Aos Fatos”, atualizada em 30 de março de 2021, (FREITAS; NALON; MOURA, 2021), “Em 819 dias como presidente, Bolsonaro deu 2644 declarações falsas ou distorcidas”. Além disso, o chamado gabinete do ódio, que tem como objetivo espalhar notícias falsas e difamações nas redes sociais, tem sido investigado, e seus administradores estão ligados a Bolsonaro e sua família (LO PRETE, 2020). Messeder Neto e Moradillo (2020), ao explanarem sobre o cenário atual de pós-verdade, citam a insistência de Bolsonaro no uso da cloroquina contra a Covid-19 e as receitas caseiras que circulam nos grupos do WhatsApp. Ainda de acordo com os autores, a pós-verdade, advinda das teses pós-modernas, seria uma postura de indiferença frente à razão e uma polarização do sentimento e da crença, o que explicaria a ascensão de movimentos antivacina e anticiência, por exemplo, uma vez que não importa se um fato é verdadeiro ou falso, a verdade é irrelevante e há diversos “discursos” sobre o mundo.

Na pesquisa feita pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE, 2019) sobre a percepção pública da ciência e tecnologia no Brasil, os resultados sobre os temas de interesses e as fontes de informação de confiança coincidem com o cenário de pós-verdade. Dos entrevistados, 69% apresentam interesse em religião e 61% têm interesse em ciência e tecnologia; quanto às fontes de informação mais confiáveis, os cientistas universitários estão em quarto lugar (12% dos entrevistados), perdendo para os religiosos (15%), médicos (26%) e jornalistas (26%) (CGEE, 2019).

De acordo com Duarte (2012), a pós-modernidade levou ao extremo o irracionalismo anti-humanista que já existia na filosofia burguesa desde o século XIX, negando a possibilidade de se reconhecer a realidade por meio da ciência, matando o sujeito histórico e revolucionário para dar lugar a uma individualidade alienada. Duarte, Santos e Duarte (2020) trazem uma discussão pertinente para esse cenário, nos levando a enxergar o obscurantismo beligerante — ideologia neoliberal que busca cristalizar as relações de poder da ordem hegemônica — como um fenômeno global, logo, não exclusivo do Brasil, sem desconsiderar as particularidades que ele assume no cenário nacional. Assim, os autores receiam que o bolsonarismo não seja o maior obstáculo à democracia brasileira:

[...] é preciso considerar a hipótese de que um recuo do bolsonarismo possa não implicar igual redução da influência do obscurantismo como um fenômeno sociocultural mais amplo. Há raízes mais profundas para a disseminação mundial de visões de mundo reacionárias e anti-humanistas. Essas raízes encontram-se nos processos sociais que produziram o fortalecimento, desde a década de 1980, do neoliberalismo como visão de mundo hegemônica, acentuando-se ainda mais com a crise econômica de 2008 (DUARTE; SANTOS; DUARTE, 2020, p 4).

O neoliberalismo é a nova configuração ou fase do capitalismo que surgiu entre as décadas de 1970 e 1980 como resposta à crise dos modelos capitalistas Keynesiano e de Estado de bem-estar social, com o objetivo de minimizar ou acabar com a intervenção do Estado, eliminando as conquistas trabalhistas, principalmente, e regulando o capital pela acumulação flexível (LAGOA, 2019). Nesse sistema, a crise não é algo novo, é estrutural, faz parte intrínseca do capital, pois reorganiza a reestruturação produtiva do capital com o aumento dos lucros e das precarizações (LAGOA, 2019). Assim, ao se precarizar instituições que são de responsabilidade do Estado, entre elas, as escolas e postos de saúde, com redução de investimentos e cortes de gastos estratégicos, apresenta-se como alternativa a privatização; em outras palavras, o próprio sistema cria a “doença” e vende a “cura”.

Mascaro (2020) destaca o fato de que a pandemia do novo coronavírus não é um caso aleatório da natureza, mas resultado do sistema social capitalista em crise. A pandemia reflete esse modelo de sociedade no qual a produção em massa de mercadorias e o lucro são priorizados, mesmo que isso resulte na deterioração do meio ambiente e no ataque aos direitos humanos. Devido ao desmatamento de florestas realizado pelo agronegócio, animais que carregam patógenos têm estado cada vez mais próximos do ser humano, favorecendo a transmissão zoonótica, e o novo coronavírus provavelmente foi transmitido por morcegos em decorrência dessa situação (PENELUC, 2020). A isso se somam a estrutura das cidades e as condições de superexploração do trabalho — condizentes com o modelo capitalista —, que não favorecem a proteção à saúde pública. “O capitalismo, pelas suas formas, não pode resolver as questões da saúde coletiva, do assalariado ou da habitação. No primeiro caso porque, se tudo é mercadoria, a saúde não consegue deixar de ser capturada por tal determinação” (MASCARO, 2020). É um modelo espiral auto suicida: quanto mais ecossistemas do planeta são degradados, mais pobreza é gerada e, logo, mais destruição do meio ambiente ocorre (PENELUC, 2020). Sem que haja uma guinada desse modelo atual de sociedade, com a superação do capitalismo pelo comunismo, pandemias ainda mais letais poderão surgir em um futuro não tão distante, culminando no caos social e até na destruição da humanidade.

Como a Máquina da novela de Forster (2018), que foi criada pelos próprios homens e assumiu uma autonomia a ponto de subordinar os próprios criadores a ela, assim é o mercado na sociedade capitalista. No final do enredo, a Máquina começa a apresentar defeitos, a ruir, até que entra em colapso, desmorona e revela fragmentos de um céu límpido; assim tem sido a pandemia, que tem revelado as falhas e contradições que existem no sistema capitalista,

problemas estruturais incontornáveis que precisam ser transformados e não adaptados. A situação pandêmica tem mostrado como não temos controle de vários aspectos da nossa vida enquanto indivíduos desse sistema alienado e alienante e como são questionáveis e incoerentes as ações da extrema-direita, como o governo de Jair Bolsonaro, que tem incapacitado as ações do Estado pelas vias do autoritarismo em prol da economia.

É nesse cenário potencialmente distópico que a prática científica e as relações da sociedade com a ciência também têm ficado em evidência, por meio de controvérsias e negacionismos. Por um lado, há o movimento anticiência difundido no senso comum neoliberal; por outro, há uma porção da própria comunidade científica que realiza práticas irracionais, anti-humanistas e antiéticas. Alguns cientistas também têm contribuído para a distorção do conhecimento e para a disseminação de notícias falsas em prol de seus interesses pessoais e ideologias. Ainda assim, não podemos deixar de defender que a prática científica — mesmo com suas contradições, uma vez que também está influenciada pela ideologia neoliberal — é a prática do ser humano que possibilita a aproximação à realidade objetiva e à verdade de maneira sistematizada e pela universalização e desantropomorfização (LUKÁCS, 1966, 1978). Essa atitude de alguns cientistas, de quem se esperaria maior compromisso com a verdade, nos leva à hipótese de que a formação deles não tenha fornecido as condições necessárias para estudo e compreensão da dimensão histórica, filosófica e ontológica da ciência e diz muito acerca da relação entre a concepção de mundo e o entendimento sobre o que é a ciência. Na obra *Para uma ontologia do ser social I* do filósofo húngaro György Lukács (2018), que se trata de uma introdução à Ética marxista, o trabalho e, portanto, a práxis e a transformação da natureza, é a categoria fundante do ser social e deveria estar no seio da discussão sobre a ciência.

Conforme explanado por Chasin (1988), a ontologia é a filosofia primeira, é o problema mais antigo da reflexão filosófica, antes de existir o termo “ontologia”, o qual surge apenas no século XVII na Alemanha, sendo estabelecidas diferentes concepções ontológicas ao longo da história, como as de Hegel, Kant e Marx (CHASIN, 1988). Esse setor de reflexão diz respeito à realidade efetiva do mundo, à realidade última do existente, desde a sua gênese e desenvolvimento até as suas potencialidades (o vir a ser) (CHASIN, 1988). A gnosiologia, ou teoria do conhecimento, diz respeito ao conhecimento em termos gerais, isto é, a origem do conhecimento, suas condições de possibilidade, sua legitimidade, os valores e limites; a epistemologia<sup>6</sup>, ou teoria das ciências, é mais específica e diz respeito ao conhecimento

---

<sup>6</sup> Embora a gnosiologia e a epistemologia digam respeito ao conhecimento e ao campo da subjetividade, elas não são idênticas, sendo a gnosiologia mais ampla (conhecimento) e a epistemologia mais específica (conhecimento

científico, isto é, ao conhecimento metódico, sistematizado, controlado (SAVIANI, 2017). Embora a ontologia e a gnosiologia/epistemologia tenham relações na construção do conhecimento científico, a ontologia não deve estar submetida à gnosiologia, isto é, como fundamentação do saber. Isso porque, nessa abordagem idealista, a importância é dada ao saber, aos processos cognitivos, e a ontologia seria a dimensão que só é importante porque dá fundamentação para a construção do conhecimento científico, ao invés de ser compreendida “[...] como sustentação e afirmação do ser, do existente, do efetivamente reconhecido enquanto tal” (CHASIN, 1988, p. 1). A epistemologia também pode ser tomada de forma idealista se, por exemplo, a verdade e a realidade são entendidas como meras construções da subjetividade, sendo a essência inacessível cientificamente (CHASIN, 1988).

Enquanto o objeto ou critério da ontologia é o ser (campo da objetividade), o objeto ou critério da gnosiologia e da epistemologia é o sujeito cognoscente (campo da subjetividade); e enquanto uma abordagem ontológica prioriza o ser/objeto para traduzi-lo teoricamente, a gnosiológica e epistemológica prioriza o sujeito para construir o objeto teoricamente (CHASIN, 1988; TONET, 2013).

Quando eu apresento a ontologia como base do saber, eu priorizo o saber e o ser só aparece como alguma coisa que tem importância porque sustenta a subjetividade, ao passo que o critério ontológico sustenta a objetividade enquanto objetividade, sustenta a objetividade por ela própria (CHASIN, 1988, p. 1).

A interpretação de ontologia de Chasin (1988) converge com a de Lukács (2018). Para o filósofo húngaro, ontologia diz respeito ao em si, e mesmo que o em si não dependa da consciência humana para existir, discussões centradas no sujeito cognoscente e na sua relação com a ontologia englobam questões sobre concepção de mundo, que envolvem concepções de realidade, de sociedade, de ser humano etc. Nesta pesquisa, não nos limitamos a tomar a ontologia e a epistemologia como ramos filosóficos e concepções; elas são abordadas mais no sentido de estatuto, ou seja, de fundamentação, de essência, de condição histórica etc.

Como mostra o filósofo Mario Bunge (1977), a ontologia pode ser interpretada de diversas maneiras e como sinônimo de metafísica. Entendemos que essa heterogeneidade de interpretações são apenas variações de uma concepção idealista de ontologia. Nesta pesquisa, a concepção de ontologia se alinha às concepções de autores marxistas, como a do filósofo

---

científico). Porém, ao longo deste trabalho, considerando que na Educação em Ciências o termo mais utilizado é “epistemologia”, utilizamos apenas “epistemologia” ou “gnosiologia/epistemologia”.

brasileiro Chasin (1988), e a de Lukács (2018), responsável por inaugurar uma ontologia não idealista — partindo do estatuto ontológico presente na obra de Marx.

A ciência moderna nasce a partir dos impulsos da sociabilidade capitalista e foi ao longo do seu nascimento, nos séculos XVI e XVII, que ocorreu o processo de cisão entre as suas dimensões ontológica e gnosiológica/epistemológica (TONET, 2013; LUKÁCS, 2018). Como forma de afastar qualquer especulação metafísica (religiosa) do seu seio, a ciência também afastou qualquer discussão acerca da ontologia, assumindo um caráter de suposta neutralidade em questões relativas à concepção de mundo (LUKÁCS, 2018). Com a nova sociabilidade que surge com o capitalismo, alicerçada em uma lógica de produção de mercadorias e em um desenvolvimento intenso e rápido das forças produtivas, a burguesia passa a ter o controle do processo produtivo e a ciência assume um papel importante para ampliação da base material, destinada a fins práticos de dominação e transformação da natureza (TONET, 2013). Portanto, essa cisão tinha propósitos de manutenção da ordem hegemônica: não haveria conflitos ontológicos entre ciência e religião, e apenas o aspecto prático da ciência passaria a ser de interesse da burguesia, que não poderia abrir mão dos avanços tecnológicos nem da sua relação com a Igreja (LUKÁCS, 2018). “Há, assim, a transmutação de questões ontológicas em gnosiológicas: a coisa em-si é descartada (porque considerada inexistente ou inacessível) em detrimento da coisa para-nós” (DELLA FONTE, 2011, p. 29).

Essa cisão entre as dimensões ontológica e gnosiológica/epistemológica foi consolidada pelo neokantismo e principalmente pelas diversas correntes do positivismo<sup>7</sup>, com destaque para o neopositivismo, entendido como o positivismo plenamente desenvolvido, responsável por promover uma regulação linguística a partir da “linguagem” matemática e por substituir o conhecimento da realidade pela manipulação de objetos e fatos (LUKÁCS, 2018).

Para ilustrar essa cisão nos moldes do neopositivismo, resgatamos mais uma vez a literatura distópica. Em *Admirável mundo novo*, Huxley (1932) constrói uma comunidade específica, Nova Londres, baseada em princípios da ciência como crítica ao capitalismo consumista — uma imbricação da economia com a cultura —, que leva à depredação da potencialidade da humanidade, que acaba cegada pelo entretenimento e pelo lúdico, e a uma ciência que resolve problemas práticos, distanciada das necessidades humanas (MOYLAN, 2000), como pode ser observado no excerto a seguir:

---

<sup>7</sup> Auguste Comte (1798-1857) pode ser considerado o fundador da filosofia positiva clássica, que foi desenvolvida como reação à filosofia especulativa de Kant e Hegel e se desdobrou em diversas vertentes até o século XXI: empiriocriticismo, behaviorismo, neopositivismo, positivismo lógico etc. (TRIVIÑOS, 1987).

Não podemos consultar as nossas preferências pessoais. Interesse-me pela verdade, gosto da ciência. Mas a verdade é uma ameaça, a ciência é um perigo público. [...] não podemos permitir que ela desfaça a boa obra que realizou. [...] Nós permitimos apenas que ela se ocupe dos problemas mais imediatos do momento. Todas as demais pesquisas são ativamente desestimuladas (HUXLEY, 2014).

Além disso, a ciência também assume o papel de manutenção da sociedade de Nova Londres, por exemplo, com a produção e classificação de embriões em laboratório — prática que não é considerada antiética nessa sociedade — e com a produção de Soma, uma droga tranquilizante. Em *Nós* de Zamyatin (1924), obra que provavelmente inspirou Huxley, acompanhamos as narrações do diário do engenheiro D-503, que vive no Estado único. Nessa sociedade, organizada pelo cientificismo e pela linguagem matemática, as paredes dos apartamentos são transparentes, de modo que todos possam se vigiar, tudo é previsto e programado, inclusive o sexo e a literatura, e há a perda da individualidade em prol de uma coletividade. Lukács (2013) discute sobre como a lógica matemática na linguagem neopositivista assumiu um papel de instrumento preciso e absoluto para a interpretação da realidade física, como se apenas por meio dela fosse possível desenvolver uma investigação científica objetiva.

Precarizando ainda mais a possibilidade de se discutir sobre a dimensão ontológica da ciência e sobre a realidade, a ciência passou a ser influenciada pelo pensamento pós-moderno — pós-estruturalismo, fenomenologia, existencialismo, pragmatismo etc. —, que relativiza, axiologicamente, os conhecimentos científicos, que fragmenta a realidade, absolutiza os pontos de chegada e de partida do conhecimento (MESSEDER NETO; MORADILLO, 2020). Della Fonte (2007), que discorre sobre o ceticismo epistemológico contemporâneo, afirma:

Enquanto a tradição positivista desterrou nominalmente a ontologia, as correntes atuais defendem a impossibilidade de escapar dela. Entretanto, ao relativizá-la, refutam a possibilidade de dizer algo sobre o mundo e decretam o conhecimento como constructo e a verdade como consenso. Dessa forma, as declarações sobre o ser tornam-se declarações sobre o nosso conhecimento sobre o ser. Substitui-se a ontologia pela gnosiologia e, nesse sentido, vive-se, segundo Duayer (2003), uma nova forma de exílio da ontologia (DELLA FONTE, 2007, p. 1540).

Assim, não faria sentido falar de ontologia da ciência, pois a ciência é entendida como uma cultura, uma linguagem, portanto, não é possível determinar a essência da ciência; para os pós-modernos, seria mais plausível falar de ontologias da ciência, de realidades coexistentes, de várias concepções de mundo não conflitantes entre si. Conforme Santos (2015), a ideologia

da pós-modernidade também se infiltrou no meio acadêmico, afetando a formação de professores, em especial os das ciências da natureza, por meio de estudos sobre cultura, saberes docentes, linguagens, tecnologias etc. Santos (2015) e Messeder Neto e Moradillo (2020) ainda destacam que existe uma aversão à ciência que é ensinada nas escolas, considerada como uma ciência que agride a individualidade dos alunos por ter sido desenvolvida por homens brancos e europeus/norte-americanos, por ser considerada absolutista, colonizadora e opressora de conhecimentos advindos de outras culturas. Essa perspectiva

[...] coloca a ciência no mesmo nível ontológico, epistemológico, axiológico e teleológico que qualquer outra forma de compreensão do mundo, como o animismo, a magia, a religião, ou mesmo uma forma que poderíamos adjetivar de “linguística”, por enfatizar a semiologização da realidade (MORI; MASSI, 2021, p. 17).

Logo, falar de verdade objetiva pode soar como uma provocação, uma vez que essa perspectiva pós-moderna e contra o positivismo pressupõe uma identidade entre neutralidade e objetividade, entendendo que não é possível chegar a um conhecimento objetivo porque a ciência não é neutra (MORI; MASSI, 2021).

Diante da dominação da ideologia irracionalista e idealista tanto no senso comum como na comunidade científica, em que o relativismo extremo e a individualidade levam a embates caóticos em meio a uma situação pandêmica, entendemos que o resgate da dimensão ontológica da ciência e como ela se relacionada com a dimensão gnosiológica ou epistemológica, com base nos fundamentos do materialismo histórico-dialético, pode contribuir para o ensino de ciências e para a formação de professores e cientistas. Vale destacar que o resgate da dimensão ontológica da ciência deve ser realizado e avaliado com cautela, pois “[...] a abordagem da problemática do conhecimento [...] pode ser feita a partir de uma ontologia metafísica ou de uma ontologia histórico-social” (TONET, 2013, p. 12); neste estudo, é pertinente somente a ontologia histórico-social, como a ontologia do ser social de Lukács (2018). Por fim, os aspectos dessas dimensões e a relação entre elas poderia nortear práticas educativas preocupadas com a humanização do ser humano e compromissadas com a verdade, a história, a materialidade e a superação da sociedade capitalista, compromissos estes que são condizentes com a Pedagogia Histórico-Crítica.

## 1.2 Pedagogia Histórico-Crítica e a Educação em Ciências

A PHC é uma teoria pedagógica brasileira anti-hegemônica formulada por Dermeval Saviani a partir da década de 1970. Para Saviani (2011b), trata-se de uma teoria marxista da educação de dimensão ontológica realista e dimensão gnosiológica objetivista e que consiste em dois princípios fundamentais:

1. As coisas existem independentemente do pensamento, com o corolário: é a realidade que determina as idéias e não o contrário;
2. A realidade é cognoscível, com o corolário: o ato de conhecer é criativo não enquanto produção do próprio objeto de conhecimento, mas enquanto produção das categorias que permitam a reprodução, em pensamento, do objeto que se busca conhecer (SAVIANI, 2011b, p. 21-22).

De acordo com Saviani (2011c), a educação deve considerar o homem como o resultado de um processo de sociabilização; com o trabalho educativo, o homem se torna efetivamente homem, pois se produz em cada indivíduo a humanidade. Para o autor, a educação deve valorizar o clássico, que é aquilo que se firmou como fundamental, como essencial, que resistiu ao tempo; o clássico não se confunde com o tradicional e também não se opõe, necessariamente, ao moderno e ao contemporâneo. A educação deve levar em consideração o saber popular e o aproximar do saber científico/sistematizado, mas não deve perder de vista que o cotidiano já é comum e não causa estranheza ao aluno (SAVIANI, 2011c). Nesse sentido, o educando não é livre, uma vez que o processo de educação não lhe é natural, e para isso, ele precisa desenvolver automatismos mediados pelo professor. Na prática educativa, o conteúdo e a forma, por si só, não caracterizam uma prática educativa como histórico-crítica, mas sim os objetivos e compromissos do docente, ambos condizentes com os princípios norteadores da PHC.

Campos e Diniz (2015) discutem que existe uma concepção muito ampla e heterogênea acerca de pedagogias críticas e que as ideias críticas apresentadas por professores de ciências — no caso, de biologia — acabam se associando às formas de adaptação e manutenção do sistema capitalista. Massi e colaboradores (2019), ao levantarem trabalhos da área, puderam averiguar que existem incoerências com as bases da PHC que prejudicam seu objetivo de emancipação do homem e transformação da sociedade, como o ecletismo teórico-metodológico, os cinco momentos abordados de forma utilitária e sem mediação dialética e a prática social entendida como cotidiano.

Três fatores correlacionados podem ser considerados como determinantes para essa tímida e/ou equivocada aproximação da área com a PHC. São eles: 1) a imersão em uma sociedade capitalista e a sedução do discurso pós-moderno e neoliberal; 2) educadores e

educandos sem as concepções de fundo do marxismo e da lógica dialética; e 3) a escassez de contribuições para a sistematização de uma concepção de ciência para o marxismo.

Uma prática educativa alinhada à PHC e à sua concepção de fundo (de ordem ontológica, epistemológica e metodológica) é uma prática que visa à transformação da sociedade capitalista. Porém, como é possível enfrentar os múltiplos condicionantes dessa sociedade que moldam a concepção de mundo dos indivíduos diariamente e em diversos âmbitos da vida? Na configuração neoliberal, a educação ocupa um papel estratégico, cumprindo dois principais papéis: garantir a formação do trabalhador sob nova base técnica de automação e multifuncionalidade; e agir ideologicamente, transmitindo as ideias liberais, como a competição e o individualismo (LAGOA, 2019). Se essa passa a ser a função da educação, matérias como história, sociologia e filosofia podem ser facilmente dispensadas, uma vez que perdem o sentido no âmbito do mercado. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), homologada em 2017, é um exemplo mais recente de reforma neoliberal na educação. Lavoura (2021) procura explicitar as bases teóricas e didático-pedagógicas da BNCC, evidenciando que as competências e habilidades são centrais e estão relacionadas a um pragmatismo cotidiano e a um desenvolvimento individual, negando a sociedade e o conhecimento sistematizado. Para o autor, corroboram com os fundamentos da BNCC o epistemologismo, o pragmatismo e o empirismo. O epistemologismo pedagógico

[...] transita ora na promoção de uma razão miserável, plasmada na imediaticidade aparente do mundo conforme a lógica pragmática instrumental, ora valorizando um indigesto irracionalismo pós-moderno, dilacerando a dimensão ontológica do real em significações simbólicas subjetivistas e relativistas na forma de jogos de linguagem. De maneira muito exitosa, consegue-se constranger vigorosamente todas as tentativas de se aprender ontologicamente a vida social (LAVOURA, 2021, p. 18).

Para Martins (2010), um dos dilemas do trabalho educativo tem sido a contradição entre o trabalho como humanização, no sentido marxiano, e o trabalho como emprego, como alienação. Ainda conforme a autora, na formação docente, o “saber fazer” passou a se apresentar sob a forma de “competência”, baseada nos critérios neoliberais. Assim, o que temos testemunhado é o esvaziamento teórico na educação, que acaba sendo limitada pelas representações mentais primárias e cotidianas em defesa da individualização, em defesa da formação de um indivíduo autônomo e flexível, capaz de se adaptar às exigências neoliberais de um mundo considerado complexo e com condições adversas (MARTINS, 2010).

Della Fonte (2011) discorre sobre os discursos sedutores e relativistas do multiculturalismo e da existência de múltiplas realidades, que provocam o enfraquecimento de lutas contra a opressão, por deslocar o universal para o singular, além de abarcar um relativismo ontológico e um ceticismo epistemológico. Para a autora, “[...] a agenda pós-moderna é portadora de um caráter criptopositivista. O neopositivismo suspende o ontológico e exclui da ciência questões relativas à concepção de mundo” (DELLA FONTE, 2011, p. 26). A autora também chama a atenção ao fato de que embora a realidade seja mais complexa e que suas representações não passam de aproximações, a realidade existe e é independente do sujeito. Diferente do idealismo, o materialismo prioriza a matéria sobre a ideia, a realidade é anterior à consciência.

De acordo com Souza (2018), outro discurso sedutor é o da defesa pelo professor reflexivo e a profissionalização docente, baseada na retomada de Donald Shön da Teoria Reflexiva de John Dewey. A autora cita Duarte (2003), que alega que essa teoria deprecia e secundariza o saber teórico e dá ênfase ao ensino fora da universidade, substituindo o fundamento teórico/disciplinar pela profissionalização e a formação mínima, além de se alinhar com o construtivismo. Marsiglia e Martins (2013) destacam que a teoria do professor reflexivo é uma das teorias da moda e é incoerente com os princípios da PHC, uma vez que centraliza o conhecimento cotidiano e espontâneo do docente em uma reflexão isenta de fundamentos teóricos, o que desconsidera a própria formação do professor e sua atividade organizada e intencional.

Todos esses discursos e segmentos hegemônicos derivam de uma concepção de mundo neoliberal, de adaptação ao mercado, de polarização no indivíduo, subjetivista e fenomenológica: uma sociedade na qual educadores e pesquisadores estão inseridos e acabam sofrendo suas influências. Isso possivelmente explica o porquê de muitos trabalhos se apropriarem de forma equivocada da PHC, dizendo-se críticos, mas não passando de novas formas de manutenção da ordem hegemônica, além de explicar os ataques polarizados que a PHC sofre dos multiculturalistas e dos defensores da práxis reflexiva.

Mesmo que diversos estudos apontem para um pluralismo metodológico no ensino de ciências, este pluralismo pode ser questionado considerando que o processo de ensino e aprendizagem na área tende a adotar concepções pedagógicas não críticas, liberais e individualistas, fruto do próprio contexto de surgimento da área no Brasil (COELHO, 2019). Embora o construtivismo e a psicologia piagetiana sejam as concepções mais trabalhadas na área (COELHO, 2019), a aproximação do ensino de ciências com a PHC acaba desfavorecida

não devido ao construtivismo em si, mas devido à concepção de mundo relacionada a essa teoria pedagógica, que sustenta a perspectiva que educadores e pesquisadores tomam para si: uma visão de homem liberal e uma compreensão da realidade exclusivamente a partir da lógica formal.

[...] a partir da fragmentação da práxis, tais teorias pedagógicas [como o construtivismo] realizam uma separação entre conhecimento e concepção de mundo — entre *epistemologia e ontologia* —, separando processo do produto, a forma do conteúdo (LAGOA, 2019, p. 8-9, grifo do autor).

Além da necessidade de apreensão da concepção de mundo na formação de professores pautada na PHC, faz-se necessária a articulação com uma psicologia, como a Psicologia Histórico-Cultural, que considere o aluno concreto ao invés do aluno empírico (DINIZ; CAMPOS, 2020). Todavia, conforme Coelho (2019), menos da metade dos programas de pós-graduação *stricto sensu* em ensino de ciências possuem disciplinas com perspectivas críticas, e a fundamentação de Vigotski, por exemplo, é pouco reconhecida e interpretada de modo fragmentado.

A partir desse cenário, fica evidente a necessidade de a escola propiciar a efetivação de métodos pedagógicos que viabilizem a apropriação do saber sistematizado pelos alunos, o que só pode ser efetivo se os docentes forem formados e formarem por meio de metodologias dialéticas (DINIZ; SANTOS, 2020). Martins (2012, p. 454) concorda com Freitas (2002) ao alertar para “a urgência na proposição de projetos político-pedagógicos de resistência, uma vez que nossos objetivos não são os de aperfeiçoamento da atual sociedade, regida pela lógica do capital, mas, outrossim, os de luta pela sua abolição”. Porém, sem que os educadores formem e sejam formados pela PHC de forma integral, com as concepções de fundo explicitadas e incorporadas na concepção de mundo e na prática social, não será possível se apropriar adequadamente da PHC. É necessário compreender a sociedade de classes, a alienação do trabalho, inclusive do educativo, a inserção camuflada de ideias e propostas neoliberais em documentos nacionais de referência, como analisado por Martins (2010). O indivíduo precisa ter uma concepção de mundo alinhada a essa proposta, alinhada com a necessidade de emancipação da sociedade e de resistência e, portanto, também se posicionar na realidade, ou então essa pedagogia se torna utilitária, apenas umas das possibilidades de pedagogia que se poderia, hipoteticamente, escolher. É necessário um autoconhecimento que não se encerra na particularidade, um desvelamento que “Pressupõe o conhecimento sobre si posto diante das condições objetivas de existência, ou seja, nas intersecções que estabelece com o mundo

circundante. [...] o indivíduo se reconhece na realidade mais ampla na mesma medida em que a reconhece em si” (MARTINS, 2012, p. 459).

Os trabalhos que discutem os obstáculos para a PHC, como os de Della Fonte (2011) e de Souza (2018), concordam com a necessidade de se desenvolver uma formação omnilateral. A formação omnilateral requer um ensino que valorize as formas superiores de objetivação do gênero humano, isto é, a ciência, a arte e a filosofia (DUARTE, 2016). A arte é importante para essa formação porque, assim como a ciência, eleva o indivíduo para além do seu cotidiano; além disso, a arte atua sobre os sentidos humanos, e cada forma artística — como a literatura — atua de maneira específica (DUARTE, 2016). Os reflexos científico e estético também atuam na formação de concepção de mundo dos indivíduos (MASSI *et al.*, 2022). As objetivações artísticas podem ter provocações para a teoria pedagógica que vão além da especificidade da ciência, e poderíamos extrair da relação entre ciência e arte/literatura aspectos que podem dar um tratamento pedagógico à ciência. Massi e colaboradores (2022), por exemplo, discutem que a relação entre ciência e arte no ensino de ciências pode tratar de questões relativas à distinção entre conhecimento cotidiano e elaborado, à especificidade da ciência em relação à arte e ao fazer científico. Saviani e Duarte (2010, p. 423) indicam que a formação omnilateral visa à formação integral do ser humano com a finalidade de transformação da base material, e destacam “a importância da filosofia para a formação do homem e, conseqüentemente, também para a formação do educador”.

Saviani (1996) elenca os saberes atitudinal, crítico-contextual, específicos, pedagógicos e didático-curriculares como saberes da formação docente. Entendemos que os saberes estético-artísticos precisam ser situados nessa discussão, não apenas como saberes didático-curriculares, mas também como saberes pedagógicos: situados como uma espécie de fundamentos estético-artísticos da educação. Nesse sentido, é necessário avaliarmos se os conhecimentos artísticos devem compor o conjunto de saberes da formação docente, pois não é possível ensinar uma formação omnilateral do aluno sem testemunhar isso na própria formação docente. Para Saviani e Duarte (2010), o docente deveria ter conhecimentos sobre o homem e os conteúdos clássicos ou, conforme Saviani (2011a, p. 13), trata-se de uma formação que visa a um “professor culto”: aquele que “domina os fundamentos científicos e filosóficos [e artísticos] que lhe permitem compreender o desenvolvimento da humanidade e, a partir daí, realiza um trabalho profundo de formação dos alunos a ele confiados”.

Mesmo com cerca de 40 anos de estudos, eventos e pesquisas sobre a PHC, em um levantamento bibliográfico realizado em periódicos de estrato A1, A2 e B1 pelo Grupo de

Pesquisa Pedagogia Histórico-Crítica e Educação Escolar, foram identificados apenas 171 artigos com o descritor “pedagogia histórico-crítica” (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019). Embora seja um valor baixo, Galvão, Lavoura e Martins (2019) ressaltam que esse resultado, possivelmente, se deve à recusa do referencial teórico marxista por algumas revistas, às publicações em livros, que não foram retornadas no levantamento, e a uma apropriação inicial por parte de alguns pesquisadores.

Quando restringimos essa busca a trabalhos com o descritor “pedagogia histórico-crítica” que sejam da área das ciências da natureza, esse resultado é ainda menor, principalmente na área da química. Em um levantamento (MASSI *et al.*, 2021c), identificamos 27 trabalhos que analisam e/ou elaboram currículos, recursos e propostas didáticas em Educação em Ciências pautados na PHC. Nesse levantamento, verificamos que, em geral, os trabalhos se voltam para a proposição de práticas pedagógicas, análise de materiais didáticos e currículos. Esses estudos representam um esforço significativo para a área e revelam a preocupação e a urgência de um ensino de ciências que vise à transformação da sociedade. Embora em alguns deles existam discussões que englobam a dimensão ontológica da ciência, não identificamos uma centralidade acerca desse tema. Assim, entendemos que estudos sobre o ensino de ciências da PHC ainda são incipientes e precisam avançar em diversas discussões acerca da ciência pautadas nos princípios do materialismo histórico-dialético, o que nos leva a alguns questionamentos: O que é a ciência? O que é ensinar ciências? Quais conteúdos de ciências ensinar? O que é conhecer a ciência e os seus conteúdos? O que distingue a química, por exemplo, das demais ciências? Desenvolvimento científico é sinônimo de desenvolvimento humano? A pesquisa apresentada nesta dissertação volta-se principalmente para a primeira pergunta.

Os princípios pedagógicos e filosóficos fundamentais da PHC já estão consolidados, principalmente com a ampla produção de Dermeval Saviani, Lígia M. Martins e Newton Duarte e dos autores formados por eles, contudo, ainda existem, como apontamos, apropriações equivocadas dessa teoria pedagógica, além de existirem poucas sistematizações sobre uma concepção de ciência marxista para a PHC. Os levantamentos citados (GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019; MASSI *et al.*, 2021c) corroboram com a revisão feita por Massi e colaboradores (2019) sobre a incorporação da PHC nas pesquisas em Educação em Ciências (EC), em que os autores constataram que ainda não está consolidada uma EC histórico-crítica, a qual, embora deva ser norteada pelos princípios marxistas, possui especificidades. Nesse sentido, ainda é incipiente a sistematização de uma concepção ontoepistemológica das ciências

da natureza para o marxismo e para a PHC, o que entendemos ser de fundamental importância para um ensino de ciências coerente com os princípios da PHC.

Para Santos (2005), há três temas importantes no ensino de ciências que devem ser considerados com a concepção da PHC: história da ciência, cotidiano e experimentação. O autor (2005, p. 42) critica a visão de uma ciência utilitarista e internalista, apropriada a uma sociedade capitalista, e defende uma visão de ciência como “um modelo de conhecimento válido, uma expressão do estágio que alcançamos em nossa capacidade de relacionar fatos e criar modelos que reflitam a dialética entre experimentação e teorização”. Diniz e Santos (2020) também concordam com a superação da perspectiva internalista da ciência pensando na formação de professores, em que o conhecimento científico deve ser compreendido em articulação com a realidade social e econômica, a qual determina, de forma não exclusiva, a sua produção e divulgação. Em seu artigo, Messeder Neto e Moradillo (2020) reforçam a necessidade de um ensino de ciências comprometido com a verdade:

Outros pesquisadores não negam a validade da ciência e até a defendem como uma verdade pragmática, mas lavam a mão diante das concepções de mundo das pessoas, destacando que o papel do ensino de ciências é apenas oferecer um conjunto de modelos e explicações que o sujeito pode acreditar ou não. Sob o manto do não dogmatismo, lavam as mãos diante da importância que as ciências têm para o modo como os sujeitos veem a realidade e “acreditam” na realidade. Ao fazer isso, não concebem nenhuma intencionalidade transformadora radical da realidade para o ensino de ciências (MESSEDER NETO; MORADILLO, 2020, p. 1348).

Para Pedrosa, Leite e Trevisan (2012), o ensino deve se alicerçar em conhecimentos científicos que se contraponham à visão positivista de ciência e que se alinhem à concepção de que a ciência é produzida pela humanidade em processos mediados pelo trabalho. Logo, os alunos não devem apenas se apropriar de conceitos, teorias e princípios, mas também compreender que esses conhecimentos são históricos, contextualizados e determinados pelas intenções e necessidades humanas, uma perspectiva que se alinha à proposta de *whole science* de trabalhos sobre história e filosofia da ciência mais recentes (BEJARANO; ADURIZ-BRAVO; BONFIM, 2019), embora a proposta não parta dos princípios marxistas.

É necessário que os conteúdos e os métodos de ensino sejam repensados, até em relação à sua relevância, para possibilitar que sejam apreendidos a partir do movimento dialético prática-teoria-prática; é necessário recuperar a dimensão da totalidade dos conhecimentos/fenômenos (PEDROSA; LEITE; TREVISAN, 2012). Pensando na totalidade histórico-social, Colturato e Massi (2019) defendem a abordagem da história da ciência no ensino de ciências, pois somente com essa abordagem — que considera a dialética entre o

singular e o universal a fim de saturar a análise de determinações — os aspectos ontológicos da ciência se tornam coerentes. É possível inferir por meio da obra de Santos (2005) que, ao se ensinar ciências por meio da PHC, deve-se considerar que a história e filosofia da ciência não é um mero instrumento de ensino, mas a própria essência da ciência, que abarca aspectos filosóficos, materiais, históricos e que devem ser compreendidos de forma dialética. Defendemos que ensinar ciências também é ensinar sobre a natureza da ciência; portanto, temos desenvolvido em nosso grupo pesquisas com o objetivo de contribuir para a aproximação entre a história e filosofia da ciência e a PHC, procurando entender a diferenciação entre ciência, arte e cotidiano e os aspectos ontoepistemológicos da ciência (MASSI *et al.*, 2021b).

Assim, temos como objetivo mais amplo — o qual tem mobilizado mais investigações no nosso grupo de pesquisa — construir uma concepção ontoepistemológica de ciência para o marxismo. Com isso, conseguiríamos entender a especificidade ontológica e epistemológica das ciências naturais e até mesmo a especificidade da química para o desenvolvimento de uma concepção de mundo materialista, histórica e dialética. Entendemos também que esses aspectos poderiam nortear a identificação da relação da ciência e da química com a concepção de mundo e a identificação de conteúdos científicos/químicos clássicos e voltados para uma práxis revolucionária. Nesse sentido, a prática da PHC no ensino de ciências seria enriquecida e mais coerente com os pressupostos marxistas.

Procuramos apresentar nessas duas primeiras subseções os principais motivos que levaram à proposta desta pesquisa. Partindo do objetivo mais amplo, analisamos a literatura da área de EC e os contos de ficção científica do químico e escritor italiano Primo Levi (1919-1987). Levi foi preso no campo de concentração nazista de Auschwitz por ser judeu; sobreviveu e escreveu literatura de testemunho, divulgação científica, contos, romances, poemas etc. Autores de ficção científica costumam abordar conteúdos científicos e elementos de história e filosofia da ciência em suas obras — o que justifica esse gênero ser objeto de pesquisas da EC (PIASSI; PIETROCOLA, 2007) —, e os contos de Levi tendem a uma perspectiva distópica, evidenciando os perigos para a sociedade de uma ciência utilitária, apartada da dimensão ontológica.

O objetivo específico desta pesquisa é desvelar os estatutos ontológico e epistemológico da ciência nos contos de ficção científica distópica de Primo Levi. Esse objetivo parte do mais amplo e centra-se nas provocações literárias dos contos de Levi a fim de identificarmos os estatutos ontológico e epistemológico que são expressos artisticamente pelo escritor e que podem evidenciar aspectos ontoepistemológicos de uma concepção de ciência marxista. Temos

consciência de que o desenvolvimento desta pesquisa não é suficiente para responder ao questionamento do objetivo mais amplo e, portanto, faz-se necessária uma investigação mais coletiva e diversificada. A seguir, procuramos justificar o porquê da escolha pelo autor Primo Levi e, especificamente, pelos seus contos de ficção científica distópica.

### 1.3 Ficção científica, distopia e Primo Levi

Não é o objetivo desta pesquisa realizar um estudo literário e aprofundado sobre os gêneros de ficção científica e distopia e suas intersecções, limites e relação com o fantástico. Portanto, apresentaremos nesta seção as principais características desses gêneros e como elas se manifestam nos contos de Primo Levi. Dois dos autores citados nesta subseção, o iugoslavo Darko Ronald Suvin e o americano-irlandês Tom Patrick Moylan, embora não partam de um referencial marxista, são um dos principais nomes relacionados a esses gêneros. Eles são frequentemente citados em estudos que envolvem ficção científica e distopia, como os trabalhos do brasileiro Luís Paulo de Carvalho Piassi, principal pesquisador sobre ficção científica na Educação em Ciências, ou mesmo no artigo da italiana Roberta Mori, membro do *Centro Internazionale di Studi Primo Levi*, que realizou um estudo literário sobre os aspectos distópicos nos contos de Levi (MORI, 2015).

A ficção científica tem fortes relações com as questões sócio-políticas de ciência e tecnologia e, assim como ela surge de preocupações sociais, ela também provoca questionamentos para a sociedade, influenciando até a prática científica (PIETROCOLA; PIASSI, 2007). Jules Verne e H. G. Wells foram pioneiros com suas diversas obras inspiradas na ciência, como *Viagem ao centro da Terra*, de Verne, publicada em 1864, e *A guerra dos mundos*, de Wells, publicada em 1897, influenciando as obras subsequentes desse novo gênero, denominado de ficção científica pelo editor norte-americano Hugo Gernsback no século XX (PIASSI, 2013). Contudo, as obras desses dois autores eram diferentes: “Verne criticava Wells por não se ater aos preceitos da ciência, por caminhar por impossibilidades e por contradições com o conhecimento científico”, pois enquanto a ficção científica de Verne servia como entretenimento, a de Wells tinha um teor político (PIASSI, 2013, p. 152).

Para Csicsery-Ronay Jr. (2003), as formas mais puras de ficção científica se amparam na ontologia da ciência e nas tecnologias e sua capacidade de gerar e resolver problemas.

Se olharmos para a conexão da ficção científica com o império tecnocientífico apenas da perspectiva do imperialismo histórico, veremos um exoesqueleto, o gênero como a interface entre as pressões da evolução capitalista global e a

tecnocultura nacional. Para ter uma visão verdadeiramente dialética, também temos que olhar para o espaço interno do gênero, seu modelo de mundo, seus pressupostos de design conceitual por meio do qual torna a política, a sociedade, a ontologia e a tecnologia ficcionais. [...] Artistas de ficção científica constroem histórias sobre por que este Império é desejado, como é alcançado, como é administrado, como corrompe [...], como ele declina e cai, como lida com reivindicações concorrentes de soberania imperial, ou como é resistido (CSICSERY-RONAY JR., 2003, p. 236, tradução nossa).

Uma narrativa que apenas se inspira na ciência e utiliza um vocabulário científico não deve ser, necessariamente, considerada ficção científica. Piassi (2013) cita Umberto Eco (1989), que determina que a boa ficção científica é aquela que não se limita à exposição de aparatos tecnológicos mirabolantes, mas apresenta um jogo narrativo pautado na capacidade de conjectura própria da ciência. Piassi (2013) também menciona a noção de *novum* destacada por Suvin (1984) como elemento central da ficção científica, que “deve ser entendido não somente a partir de novos aparatos técnicos ou de seres estranhos, [...] mas, sobretudo, da lógica de fundo científico, da disposição mental que o discurso da obra induz” (PIASSI, 2013, p. 162). A ficção científica causa um estranhamento cognitivo por nos surpreender com uma realidade tecnológica que desafia a experiência cotidiana e que nos obriga a pensar nos elementos fantásticos como algo possível, uma vez que estão baseados na conjectura científica (PIASSI, 2013).

A distopia tem suas raízes nas utopias satíricas e nas antiutopias, que, por sua vez, surgiram contra os princípios utópicos derivados da obra *Utopia*, do filósofo Thomas More, publicada em 1516 em meio ao período das grandes navegações (BECKER, 2017). Na obra, More propõe o neologismo “utopia” para designar “um não lugar”, representado por uma ilha onde vive uma comunidade justa (BECKER, 2017). Com base em More, Suvin (2010, p. 383, grifo do autor, tradução nossa) define utopia como a “construção de uma comunidade específica onde as instituições sociopolíticas, normas e relações entre as pessoas estão organizadas de acordo com um *princípio radicalmente diferente* em relação à comunidade do autor”. O trabalho de More inspirou obras literárias eutópicas (utopias positivas), nas quais a sociedade fictícia é organizada de acordo com um *princípio radicalmente mais perfeito*, enquanto as antiutopias surgiram como forma de as criticar e satirizar por meio de sociedades que fingem ser eutopias, como *As viagens de Gulliver* (1726), de Jonathan Swift (SUVIN, 2010).

Um exemplo de eutopia atrelada à ficção científica é a fábula *Nova Atlântida*, de Francis Bacon, publicada em 1623, na qual Bacon descreve sua reforma científica por meio da ficção (SPANG, 2001). Nova Atlântida é localizada na ilha fictícia de Bensalém — o que remete ao

período das grandes navegações e aos naufrágios —, na qual elementos científicos, mitológicos, simbólicos e bíblicos se fundem, como a “Casa de Salomão”, uma instituição que representa uma espécie de comunidade científica (SPANG, 2001). Percebe-se, nesse exemplo, como a imbricação entre esses gêneros — ficção científica e utopia — carregam concepções de mundo e de ciência, que envolvem questões de cunho ontológico, epistemológico, cultural, político, ético etc.

Diferente das eutopias, as distopias (utopias negativas) apresentam sociedades organizadas de acordo com um *princípio radicalmente menos perfeito* em relação à comunidade do autor (SUVIN, 2010). Moylan (2000) concorda com a definição de Suvin, porém, destaca o papel do leitor com a sua visão de mundo na decisão de um texto ser distópico ou não. Enquanto a eutopia apresenta cenários com possibilidades melhores para a humanidade, os cenários construídos pela distopia são sombrios e deturpados e mostram possibilidades ruins para a humanidade (BECKER, 2017).

As distopias, portanto, fazem projeções do futuro por meio de caricaturas com base em tendências opressivas do presente (HILÁRIO, 2013). “O objetivo das distopias é analisar as sombras produzidas pelas luzes utópicas, as quais iluminam completamente o presente na mesma medida em que ofuscam o futuro” (HILÁRIO, 2013, p. 205). Sobre essa questão da projeção, podemos citar Lukács (1966, 1978), o qual entende a arte como um reflexo estético da realidade, que não é mecânico e diz respeito à particularidade e ao típico da obra. É capacidade do reflexo estético a previsão do futuro, no sentido de traçar direcionamentos com base na reprodução da vida dos homens e da luta pela sobrevivência da humanidade sintetizadas no típico e na particularidade (LUKÁCS, 1978). Podemos inferir que a arte aliada à ciência pode intensificar essas previsões, pois o reflexo científico da realidade também tem essa capacidade, embora ele ocorra de forma distinta, por vias da universalidade e da desantropomorfização (LUKÁCS, 1966, 1978). Em ambos os casos, não é possível ter consciência de como será o futuro, e serão o próprio futuro e a prática que definirão o sucesso dessas conjecturas (LUKÁCS, 1978).

Se a sociedade distópica se baseia não em princípios sociopolíticos, mas em princípios relacionados à ciência (biológicos, geológicos, químicos etc.), então trata-se de uma ficção científica distópica (SUVIN, 2010). A distopia encontrou na ficção científica uma intertextualidade fértil e popular, conflitando com as idealizações anteriores de que a ciência e suas tecnologias só trazem benefícios para uma sociedade (MOYLAN, 2000). O livro *Frankenstein*, de Mary Shelley, publicado em 1816, talvez seja a primeira obra literária que se

inspirou na ciência e se importou com as consequências ruins do desenvolvimento científico na sociedade, procurando romper com a visão de uma ciência salvacionista (PIASSI, 2013). Assim, a ficção científica distópica assume um caráter antagônico à ideia de uma ciência salvacionista, uma vez que a ciência faz parte de uma sociedade capitalista e está em disputa e é atravessada por relações de poder, tornando-se anti-humanista por servir aos interesses do mercado.

Moylan (2000) elabora uma caracterização das vertentes utópicas (positivas e negativas), apresentada na Figura 2, partindo, principalmente, das discussões sobre *novum* e estranhamento cognitivo de Darko Suvin, o papel da linguagem na narrativa e na contranarrativa discutido por Raffaella Bacollini e os tipos de pessimismo narrativo de Søren Baggesen (MOYLAN, 2000).

**Figura 2** – Caracterização das vertentes utópicas conforme sua história e forma

<i>Antinomias históricas</i>	
<b>Utopia</b> (histórica) ( <i>novum</i> )	<b>Anti-Utopia</b> (universal) (pseudo- <i>novum</i> )
<i>Formas literárias</i>	
<b>utopia/eutopia</b> (esperança radical)	<b>anti-utopia</b> (cinismo, desesperança)
<b>distopia</b> (pessimismo militante) (épica, aberta)	<b>pseudo-distopia</b> (pessimismo conformado) (mítica, fechada)

**Fonte:** Elaboração própria com base em Moylan (2000, p. 157, tradução nossa).

Em relação às formas literárias, a distopia épica possui um compromisso utópico e uma resistência ativa (um ou mais personagens divergentes), indicando uma possibilidade de mudança, enquanto a distopia mítica, também chamada de pseudo-distopia, tem uma postura antiutópica e uma resistência passiva (desconhecimento, conformidade), gerando um paradigma social (MOYLAN, 2000). Uma narrativa distópica pode estar localizada em qualquer região do *continuum* que existe entre essas duas formas literárias (MOYLAN, 2000).

O “mal lugar” da distopia tem sido explorado a partir de diversas catástrofes e pesadelos nas diferentes manifestações artísticas, como: adulteração da natureza humana, pesquisas biológicas, sistema político opressor, doutrinação severa, vigilância constante, desastres

ambientais, disseminação de doenças, manipulação por meio da mídia e das tecnologias, uso forçado de drogas, medicamentos ou tecnologias etc. (BECKER, 2017). A manipulação da natureza humana — alterações no corpo material e na consciência — é um tema recorrente nos contos de ficção científica distópica de Primo Levi (MORI, 2015).

Primo Levi (1919-1987) foi um químico e escritor italiano que, por ser de origem judaica, foi prisioneiro do campo de concentração nazista de Auschwitz por quase um ano durante a II Guerra Mundial. Verificamos na biografia escrita por Thomson (2002) que a vida de Levi foi uma distopia, com a infância e a adolescência marcadas pelo fascismo e o constante contexto político de incertezas, com cerceamentos e diversas pressões. Após Auschwitz, Levi ficou popularmente conhecido como escritor de testemunho pelas suas duas primeiras obras publicadas pela editora Einaudi, *É isto um homem?*, de 1958, e *A trégua*, de 1963, além da sua obra de divulgação científica *A tabela periódica*, de 1975. Contudo, Levi já escrevia contos de ficção científica mesmo antes da publicação do primeiro livro; por exemplo, o conto “Os mnemagogos”, que foi escrito em 1946, de acordo com Levi (MACIERA, 2014), e os capítulos “Chumbo” e “Mercúrio” de *A tabela periódica*, escritos quando Levi trabalhava em uma mineradora antes de ser deportado (THOMSON, 2002).

Os principais livros nos quais Levi reúne seus contos de ficção científica são *Histórias naturais*, de 1967, publicado sob o pseudônimo de Damiano Malabaila, e *Vício de forma* de 1971, publicado com o seu nome; alguns desses contos, no entanto, já haviam sido publicados nos jornais italianos *Il Giorno* e *Il Mondo* (ROSS, 2007). Levi utilizou o pseudônimo por receio de como suas narrativas seriam recebidas pelo público, já que era um escritor conhecido pelo testemunho (ROSS, 2007). Os contos dessas duas obras e de outra coletânea de contos, *Lilith*, foram traduzidos para o português e reunidos pela Companhia das Letras em um volume único intitulado *71 contos de Primo Levi* (LEVI, 2015).

De acordo com Giancarlo Borri, citado por Maciera (2014, p. 123), “Levi parte da ciência para chegar à fantasia, e não vice-versa”, ou seja, o desenvolvimento de escrita de ficção científica de Levi é de dentro para fora, a partir do seu trabalho como químico e de suas influências literárias, como Jules Verne, Arthur Clarke e Aldous Huxley. Levi considerava a ficção científica um gênero híbrido, assim como ele também se considerava, denominando-se um centauro; esse hibridismo ressoa em diversos âmbitos de sua vida, tanto profissionalmente como na própria escrita, fruto de um projeto literário do autor (MACIERA, 2014). Em sua antologia *La ricerca delle radici* (LEVI, 1981), o quimiscritor representa seu “input híbrido” por meio de uma elipse com quatro vetores com cientistas, filósofos e autores que contribuíram

para sua formação humanística e intelectual e para seus interesses científicos (ZUIN, 2013). O escritor de ficção científica Arthur Clarke aparece no vetor *A salvação pelo conhecimento*:

Primo Levi destaca na obra de Clarke a vivacidade do pensamento do cientista que escreve livros de ficção científica. A junção entre saber e fantasia gera uma nova potência cognitiva e amplia a ação humana em direção a algo novo, mas que ainda não pode objetivamente existir: “a sua vida e obra demonstram (...) que um cientista moderno *deve* ter fantasia, e que a fantasia é enriquecida prodigiosamente se o seu autor dispõe de uma formação científica” (LEVI, 1981, p. 199, grifo do autor) (ZUIN, 2013, p. 226-227).

Embora a formação de Levi na universidade tenha ecos positivistas e deterministas, é perceptível em seus textos e entrevistas, uma cultura científica ampla e humanística, de forma que sua obra estabelece uma passagem dessas concepções reducionistas a uma concepção mais complexa de mundo e de ciência, que envolve o humano e os processos históricos (MACIERA, 2019).

*Histórias naturais*, sua primeira coletânea de contos, não foi levada tão a sério por parte da crítica, como a definição do crítico Ernesto Ferrero, que considerou os contos como “15 diversões de ficção científica” (MACIERA, 2021). No entanto, o que a crítica não percebia é que a ficção científica de Levi é atravessada por elementos distópicos e não se aparta da sua experiência em Auschwitz (MACIERA, 2021). Embora os contos dessa coletânea tratam de vários aparatos tecnológicos mirabolantes, eles problematizam as tentações da ciência, questionam a prática científica e os possíveis impactos dessas tecnologias na vida social (ROSS, 2007); são contos que poderiam, por exemplo, inspirar episódios do seriado *Black mirror*<sup>8</sup>. Levi utiliza-se da ficção científica como uma escrita experimental para problematizar a relação do desenvolvimento científico com as questões éticas e morais da sociedade, apresentando uma visão negativa da ciência, tendo como experiência uma ciência que serviu ao maquinário monstruoso do campo de concentração (ROSS, 2007). Nesses contos, “[...] a ciência é também, além de tema e ponto de vista a partir do qual parte a sua obra, ponto de reflexão. A reflexão sobre o próprio fazer científico está presente — de forma clara, às vezes irônica, sarcástica [...]” (MACIERA, 2019, p. 101).

---

<sup>8</sup> *Black Mirror* é um seriado de *streaming* de ficção científica que aborda o potencial distópico de diversas tecnologias. Ao mesmo tempo que essas tecnologias causam excitação pela novidade e engenhosidade, revelam um caminho obscuro para a humanidade. Nos contos de *Histórias naturais* e *Vício de forma*, Levi apresenta diversas tecnologias com o mesmo potencial, como: o mimete, um duplicador de qualquer coisa, inclusive de humanos; o versificador, uma máquina que gera poemas; o calômetro, um dispositivo que mede a beleza; e o knall, um pequeno cilindro que pode matar silenciosamente apenas com um disparo.

Nessa mesma época, entre os anos de 1960 e 1970, Levi se aproximou de Ítalo Calvino, um dos grandes nomes da literatura do século XX, o qual se entusiasmou com os contos, classificando-os como “fantabiológicos” (MACIERA, 2021). Calvino foi uma forte influência para que Levi se aventurasse para além da escrita de testemunho por meio da escrita de ficção científica (THOMSON, 2002). Em artigo escrito por Leopizzi (1965), por ocasião do lançamento de *Histórias naturais*, a autora cita a seguinte fala de Primo Levi:

Escrevi em torno de vinte contos e não sei se escreverei outros. Escrevi-os quase de imediato, procurando dar forma narrativa a uma intuição pontual, tentando dizer, em outras palavras (se forem simbólicas, são inconscientemente): a percepção de uma ruptura no mundo em que vivemos, de uma pequena ou grande falha, de um “vício de forma” que anula um ou outro aspecto da nossa civilização ou do nosso universo moral. Não sei se bonitos ou feios: agradam muitos alguns que me desagradam e vice-versa; certamente, no ato em que os escrevo, experimento um vago senso de culpa, como quem comete conscientemente uma pequena transgressão. Bem, eu não os publicaria se não tivesse notado (não imediatamente, na verdade) que entre o Lager e essas invenções existe uma continuidade, uma ponte: o Lager, para mim, foi o maior dos “vícios”, das distorções que mencionei anteriormente, o mais ameaçador dos monstros gerados pela razão (LEOPIZZI, 1965, p. 3, tradução nossa).

O autor fala sobre o “vício de forma”, uma espécie de defeito estrutural que está no cerne de suas narrativas, apresentando uma realidade caótica, hiperdisciplinada e inquietante, marca característica da literatura distópica (MACIERA, 2021). A obra *Vício de forma* (em inglês: *Flaw of form*) trata de várias formas de desumanização — inicialmente, o título seria “Desumanismo” — e é inspirada por sua percepção de defeitos estruturais/formais em vários âmbitos da sociedade, que afetam a vida social e a estrutura moral, como a desumanização causada pelo uso irracional da ciência e da técnica (ROSS, 2007; MACIERA, 2021). Muitas das histórias tratam de personagens impotentes diante de forças inexplicáveis que afetam o seu cotidiano e que advém da falta de conhecimento e resposta insensível e estúpida das personagens, que preferem não sair da sua zona de conforto; assim, por meio das suas histórias, Levi queria tornar esses defeitos formais mais conscientes (ROSS, 2007; MORI, 2015). Em uma entrevista concedida a Luca Lamberti em 1971 (LEVI, 1997, tradução nossa, grifo do autor), o quimiscritor afirma que:

[...] o maior erro dos cientistas técnicos [...] não tem sido tanto o seu rendimento ao poder, mas sim terem subestimado sua própria influência e a extensão das transformações que desencadearam: este é o *defeito formal*. Não acho que o erro seja irreversível, espero que todos os cientistas técnicos do mundo entendam que o futuro depende de seu retorno à consciência [...].

Com base na caracterização de Moylan (2000) apresentada na Figura 2, podemos inferir que os contos de ficção científica distópica de Primo Levi se enquadram em uma região do continuum antinômico localizada mais próxima das características de uma distopia mítica, pois seus personagens têm atitudes mais passivas diante das situações adversas e parecem desconhecer o que está acontecendo com a sociedade. Entretanto, Mori (2015) afirma que Primo Levi não deve ser considerado um escritor anti-utópico, pois

Os universos que ele apresenta não falam propriamente de “anti-utopias” porque não parece haver nenhum esforço da estrutura de poder para criar um modelo de perfeição. Em vez disso, os universos de Levi parecem ser “armadilhas” das quais uma humanidade infeliz e perdida não sabe mais como escapar (Levi define suas histórias como “armadilhas morais” na sinopse da contracapa de *Histórias naturais*) (MORI, 2015, p. 285, tradução nossa).

De acordo com Maciera (2019), o “*ménage a trois*” proposto por Ítalo Calvino, que funde ciência, literatura e filosofia, também aparece na obra de Levi, porém, com a filosofia substituída pela técnica, representada pelo trabalho. O objetivo desta pesquisa é desvelar os estatutos ontológico e epistemológico da ciência que aparecem nos contos de Levi, ou seja, o que é ciência naquele contexto, em um conto específico, naquela condição histórica etc. Com o que foi exposto, percebemos paralelos entre a problemática neopositivista apontada por Lukács (2018) — em que a ontologia é negada — e os contos de ficção científica distópica de Primo Levi. Os contos parecem representar as possíveis consequências para a sociedade dessa ciência de caráter técnico e gnosiológico/epistemológico e desses defeitos estruturais do capitalismo que afetam a prática científica, em que cientistas não se tornam conscientes de sua concepção de mundo e de ciência, e na qual estão em jogo questões éticas e morais, que podem afetar, inclusive, a sobrevivência da humanidade. Apresentados os principais motivos que levaram ao objetivo deste estudo e os motivos da escolha por contos de ficção científica de Primo Levi, apresentamos, a seguir, os pressupostos teórico-metodológicos do materialismo histórico-dialético que nortearam o desenvolvimento desta pesquisa.

#### **1.4 Pressupostos teórico-metodológicos**

Os fundamentos do marxismo o configuram como uma ciência antipositivista. Löwy (2018) apresenta três principais convergências entre os pensamentos de Antonio Gramsci e György Lukács — mesmo que ambos não tenham se encontrado pessoalmente — acerca da tentativa dos dois filósofos de superação de um marxismo positivista ou semipositivista ou ainda científico-naturalista. São elas: 1) pela própria historicidade, o marxismo deve ser

superado quando o homem se libertar da sociedade da necessidade, da sociedade de classes, ou seja, o método não deve ser entendido como imutável; 2) o marxismo é uma visão de mundo radical que tem como polo o ponto de vista do proletariado; supera dialeticamente a oposição positivista entre fatos e valores (ética), entende a teoria e a prática como uma unidade indissolúvel da práxis; 3) o vínculo entre o método dialético e a estratégia de revolução proletária é o eixo condutor e unificador de todas as questões que envolvem a sociedade (LÖWY, 2018).

No mundo da pseudoconcreticidade (do superficial, do imediato, do aparente, do fetichizado), o aspecto fenomênico do objeto de estudo — que tanto manifesta como se esconde — é considerado como a própria essência do objeto, desaparecendo a diferença entre o fenômeno e a essência, pois o aspecto fenomênico é produto natural da práxis cotidiana (KOSIK, 1969). Como a essência não se manifesta de forma mediata, cabe à filosofia e à ciência serem as atividades mediadoras para desvelamento do fundamento oculto do objeto (KOSIK, 1969).

Como a essência — ao contrário dos fenômenos — não se manifesta diretamente, e desde que o fundamento oculto das coisas deve ser descoberto mediante uma atividade peculiar, tem de existir a ciência e a filosofia. Se a aparência fenomênica e a essência das coisas coincidissem diretamente, a ciência e a filosofia seriam inúteis (KOSIK, 1969, p. 13).

O método científico do MHD não dispõe de um conjunto de regras a serem seguidas para se investigar o objeto de interesse (PAULO NETTO, 2011). “O método implica [...] para Marx, uma determinada posição (*perspectiva*) do sujeito que pesquisa: aquela em que se põe o pesquisador para, na sua relação com o objeto, extrair dele as suas múltiplas determinações” (PAULO NETTO, 2011, p. 53, grifo do autor), ou seja, esse método está diretamente associado à concepção de mundo do pesquisador, que deve estar alinhada aos fundamentos do marxismo e da lógica dialética. Para o método, o critério da investigação científica é a realidade pautada na prática social, na práxis, e se almeja construir com a pesquisa o entendimento da realidade a fim de transformá-la em prol da superação da sociedade capitalista e da ideologia burguesa.

Em seus estudos sobre economia política, Marx faz uso de um procedimento analítico, porém, adverte que ele não é suficiente para reproduzir teoricamente o real: nesse procedimento, parte-se do concreto abstrato, em que o objeto de estudo ainda apresenta-se na sua pseudoconcreticidade e, a partir da análise, primeiramente se extraem elementos do objeto, por meio de decomposições sucessivas, para então se chegar às categorias mais simples e às determinações mais simples e abstratas (PAULO NETTO, 2011; DUARTE, 2000). O método

mais adequado para Marx seria o caminho de volta ou inverso desse procedimento, em que se realiza a síntese de múltiplas determinações, chegando às categorias concretas e, assim, se reproduz o concreto por meio do pensamento científico, com o enriquecimento progressivo da teoria interpretativa, chegando ao concreto pensado (PAULO NETTO, 2011; DUARTE, 2000). Para compreender o objeto é necessário, primeiramente, decompô-lo, conhecer a sua estrutura, para então estabelecer uma totalidade rica de determinações e relações; é neste movimento inverso que se estabelecem relações não antes captadas pelo imediato, é esse o papel da dialética: pensar criticamente a fim de compreender a coisa em si e, sistematicamente, se questionar como é possível chegar à compreensão da realidade (KOSIK, 1969).

A ciência que absolutiza os procedimentos analíticos, o empirismo, que se restringe à lógica formal (abstrata), que é dedutivista e dialógica, em que a dualidade não é compreendida em suas contradições, não será capaz de ir além das determinações abstratas dos seus objetos de estudo e acaba com um entendimento deturpado (KOPNIN, 1978). A lógica dialética (concreta) é uma forma de pensamento que ordena o entendimento do mundo, da realidade, a compreensão dos fenômenos; é o movimento do real impulsionado pelas contradições (KONDER, 2008).

A dialética materialista considera o concreto ponto de partida e chegada do conhecimento. No nível do empírico, a imagem do objeto assume caráter concreto-sensorial, o conhecimento é multilateral, o objeto se apreende no conjunto de suas propriedades. No entanto, a concreticidade em dada fase de desenvolvimento da imagem cognitiva tem caráter difuso, diversos aspectos, propriedades e indícios do objeto não se manifestam em sua relação internamente necessária. A unidade entre eles carece de fundamento, é dada de forma puramente empírica. Daí poder-se tomar o casual pelo necessário, o singular pelo geral, o fenômeno pela essência (KOPNIN, 1978, p. 157).

É importante destacar que a lógica formal faz parte da lógica dialética, é um momento, como o procedimento analítico utilizado por Marx, ou seja, na investigação científica, a lógica dialética supera por incorporação a lógica formal. Portanto, é a lógica concreta que deve orientar toda a prática investigativa do pesquisador para com o seu objeto de estudo.

Investigar a realidade pela lógica dialética materialista significa buscar pela totalização, ou seja, o conhecimento nos permite uma aproximação à totalidade, síntese de múltiplas determinações, e essa aproximação sempre será parcial, portanto, infinita (KONDER, 2008). A totalização nunca alcança uma etapa definitiva e deve ser entendida como mais do que a soma mecânica das partes que a constituem; a totalização corresponde à interação/mediação entre as partes, entre as determinações simples e abstratas, em um movimento de complementação

mútua que é regido por leis fundamentais (KOPNIN, 1978; KONDER, 2008). Portanto, não se chega efetivamente à essência, mas sim a uma explicação mais totalizante diante de uma totalidade, é uma aproximação à essência, à realidade, à verdade, que existe sem que essa mediação do pensamento humano seja necessária. Por isso, deve-se sempre tentar o aprofundamento cada vez mais fundo no conhecimento e a apreensão de determinações cada vez mais ricas (LEFEBVRE, 1991).

Lefebvre (1991) resume o método dialético em algumas regras práticas, que devem ser assimiladas de forma dialética: deve-se priorizar a análise objetiva do objeto de estudo, sem divagações, apreender suas conexões internas, contradições e o movimento e a tendência dessas inter-relações, sem negligenciar qualquer uma delas. “O movimento real [...] implica essas diversas determinações: continuidade e descontinuidade; aparecimento e choque de contradições; saltos qualitativos; superação” (LEFEBVRE, 1991, p. 240). Se o real está em movimento e é contraditório, o pensamento científico também deve estar em movimento e estar consciente da contradição, com o cuidado de não perder sua forma determinada e não cair na incoerência; é necessário ainda a busca por leis universais, leis do movimento no real e no pensamento, que devem ser abstratas e completamente concretas (LEFEBVRE, 1991).

É nesse movimento dialético da investigação do real que se pode desvelar a unidade mínima de análise do objeto de estudo. A partir de Paulo Netto (2011), Colturato e Massi (2019, p. 174) entendem que a unidade mínima de análise é a estrutura peculiar de cada totalidade, “[...] uma unidade da totalidade, determinada também pelos fins da pesquisa [...]”, ou seja, é o aspecto de uma determinada totalidade que possui todos os elementos das partes, que representa o que há de essencial no movimento daquele objeto. Conforme Duarte (2000, p. 101-102), que faz referência à metáfora biológica de Marx (1978) de que “A anatomia do homem é a chave da anatomia do macaco”, a investigação científica pautada no método do MHD deve “[...] partir da fase mais desenvolvida do objeto investigado para então analisar sua gênese e [...] retornar ao ponto de partida, isto é, à fase mais evoluída, agora compreendida de forma ainda mais concreta”. Marx partiu da investigação da economia burguesa ao invés da economia da antiguidade, pois nessa estão expressas as relações de produção das formas anteriores de sociedade; é na sociedade burguesa que Marx conseguiu captar a forma celular da economia, a unidade mínima de análise, que é a mercadoria e não o dinheiro (DUARTE, 2000).

Esta pesquisa é de natureza teórico-conceitual (MARTINS; LAVOURA, 2018), em que o método materialista histórico-dialético orienta todas as análises. No âmbito procedimental, o que distingue uma pesquisa conceitual de uma pesquisa empírica é que essa não define seu

objeto de estudo a partir do real sensível, mas define “[...] como objetos abstrações do pensamento já sistematizadas em conceitos e teorias que operam como mediadoras na captação deste real” (MARTINS; LAVOURA, 2018, p. 235). Esta pesquisa tem como objeto de estudo a concepção de ontologia e epistemologia das ciências naturais para o marxismo, um objeto que é mais amplo e abstrato e que não parte diretamente do real sensível, o que justifica a pesquisa ser considerada de natureza teórico-conceitual.

Entendemos, a partir de Martins e Lavoura (2018), que uma pesquisa teórico-conceitual não está isenta de análises empíricas, mas elas partem da identificação de abstrações do pensamento que já estão sistematizadas nos objetos empíricos; por isso, pode-se dizer que a relação do pesquisador com o objeto empírico, nesse caso, é indireta. Nesta pesquisa, os objetos de análise empírica se desdobram em dois: a literatura da área — artigos da EC selecionados a partir de uma revisão bibliográfica sistemática — e os contos de Primo Levi que compõem as obras *Histórias naturais* e *Vício de forma*. O objetivo é identificar nesses objetos empíricos abstrações sistematizadas que estejam relacionadas ao objeto de estudo.

Para o método marxiano, o objeto é que orienta o desenvolvimento da pesquisa: “É o próprio objeto quem confere as possibilidades do alcance de suas determinações, visto que elas são imanentes do próprio objeto da investigação, e não do desejo ou capacidade intuitiva do pesquisador [...]” (MARTINS; LAVOURA, 2018, p. 236). Assim, não é possível determinar *a priori* quais serão os elementos e categorias constitutivos dos dados, não é possível determinar *a priori* quais contos de Primo Levi são mais pertinentes para a análise, embora já existam algumas hipóteses a partir dos trabalhos que servem de base para este estudo.

Entendemos que realizar uma revisão bibliográfica sistemática nos permite centralizar nossa atenção nas abstrações do pensamento já sistematizadas sobre ontologia e epistemologia na EC, de forma que seja possível traçar articulações desta pesquisa com a área. Os contos de ficção científica distópica cumprem o mesmo papel por meio do reflexo estético e por meio da sua articulação com as práticas da EC que envolvem ciência e literatura. Para superarmos a apreensão empírica dos trabalhos da EC e dos contos, não basta fazer a fenomenologia deles.

[...] a adoção do método marxiano pressupõe, como ponto de partida e por meio da lógica indutiva, a apreensão do real imediato; isto é, da representação inicial do todo que, convertido em objeto de análise por meio dos processos de abstração, resulta numa apreensão de tipo superior, a caminho do concreto pensado (MARTINS; LAVOURA, p. 232-233).

Para o materialismo histórico-dialético, a pesquisa não se encerra em meros resumos de trabalhos advindos de revisão bibliográfica e em procedimentos analíticos, pois o pesquisador tem papel ativo na análise, síntese e manejo de abstrações, e o objeto é que orienta o desenvolvimento da pesquisa: “É o próprio objeto quem confere as possibilidades do alcance de suas determinações [...]” (MARTINS; LAVOURA, 2018, p. 236). Assim, não é possível determinar *a priori* quais serão os elementos e categorias constitutivos dos dados, embora possam existir hipóteses a partir da leitura de referenciais e do conhecimento prévio que se tem dos objetos de análise. Dessa forma, a escolha dos contos mais pertinentes para esta pesquisa partiu de uma leitura prévia e completa das obras *Histórias naturais* e *Vício de forma* e da identificação dos principais temas e categorias nos trabalhos da EC selecionados a partir da revisão.

Por fim, vale destacar a diferença entre método de análise e método de exposição da pesquisa, uma vez que, no método de exposição, devido ao próprio formato deste texto, alguns movimentos da análise foram perdidos e a sequência apresentada pode parecer linear e cristalizada. No desenvolvimento da análise marxista, não houve hierarquia entre os dois objetos de análise empírica porque eles estão interconectados, ou seja, nenhum deles foi dispensável para a identificação e compreensão dos temas e categorias imanentes relacionados aos estatutos ontológico e epistemológico da ciência: um objeto motivou a discussão do outro. Entre os dois objetos de análise, no entanto, constatamos um contraste entre a riqueza de aspectos ontoepistemológicos da ciência presentes nos contos com a discussão mais parcial realizada pelos trabalhos da EC. Assim, optamos, para a exposição, desde o título, objetivo e análises, por dar ênfase na análise dos contos, ficando a revisão bibliográfica em função dos contos. Ainda que os trabalhos da EC e os contos tenham em comum temas e categorias, os trabalhos foram citados e articulados a partir do que foi identificado no enredo dos contos.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA NA ÁREA DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Neste capítulo, apresentamos uma revisão bibliográfica sistemática desenvolvida com o objetivo de compreender as concepções de ontologia e epistemologia na EC e como a área tem mobilizado essas dimensões filosóficas em seus estudos a fim de articular essas concepções nas análises dos contos de Primo Levi. A metodologia da revisão parte das recomendações dos *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses* (PRISMA), que auxiliam na execução e apresentação de revisões sistemáticas, melhorando a qualidade dessa metodologia (MOHER *et al.*, 2009). A seguir, na primeira subseção, apresentamos as estratégias e procedimentos de busca, o processo de seleção dos trabalhos e a caracterização do *corpus* de análise obtido. Na segunda subseção, analisamos a composição do *corpus* descrevendo brevemente alguns dos trabalhos e seus focos principais. Na terceira e última subseção, realizamos uma nova seleção com o intuito de escolher apenas artigos que discorrem sobre ontologia e epistemologia da ciência e que podem contribuir para esta pesquisa e os temas e categorias que emergem deles, o que possibilita concomitantemente delimitar os contos de Levi que serão analisados a partir desses mesmos temas e categorias.

Destacamos que a revisão é uma etapa importante para esta pesquisa porque é a partir dela e dos contos presentes nas obras *Histórias naturais* e *Vício de forma* que serão definidos os principais temas e categorias que envolvem a discussão sobre ontologia e epistemologia da ciência, e é a partir dela que conseguimos estabelecer um diálogo com a área de EC. Portanto, procuramos detalhar todos os procedimentos da revisão.

### 2.1 Procedimentos de busca, seleção e caracterização

As buscas da revisão bibliográfica sistemática foram realizadas entre março e abril de 2021 em fontes de informação *on-line*. Os critérios de elegibilidade da revisão foram: encontrar artigos e livros/capítulos escritos em língua inglesa ou portuguesa, no período de anos disponíveis nas respectivas bases de dados, que são da EC e que apresentam no título e/ou resumo e/ou palavras-chave os termos:

[“ontologia” ou variações] e [“epistemologia” ou “gnosologia” ou variações].

Quando permitido pela ferramenta de busca, foram utilizados operadores booleanos/lógicos para as combinações e o asterisco como caractere “curinga” para as variações, tais como: “ontologias”, “ontológico(s)”, “ontológica(s)”, “ontologicamente”; “gnosologias”, “gnoseologia(s)”, “gnosiológico(s)”, “gnoseológico(s)”, “gnosiológica(s)”,

“gnoseológica(s)”, “gnosiológicamente”, “gnoseologicamente”, “epistemologias”, “epistemológico(s)”, “epistemológica(s)”, “epistemologicamente”.

Foram consultadas quatro fontes de informação para a revisão. A *Web Of Science* (WOS) foi a principal base de dados utilizada na busca internacional por ser uma importante base com indexação dos principais periódicos internacionais. A base de dados *Education Resources Information Center* (ERIC) foi utilizada como complemento do *corpus* de trabalhos obtido por meio da WOS. Em âmbito nacional, as buscas foram realizadas nos anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), principal evento da área, e em 12 periódicos de EC na área de Ensino com base nas classificações da Plataforma Sucupira do triênio 2013-2016 nos estratos A1 e A2:

- Periódicos A1: *Ciência & Educação (C&E)*; *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*; *Revista Brasileira de Ensino de Física*;
- Periódicos A2: *Alexandria*; *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*; *Areté: Revista Amazônica de Ensino de Ciências*; *Caderno Brasileiro De Ensino de Física*; *Investigações Em Ensino de Ciências*; *Rencima: Revista de Ensino de Ciências e Matemática*; *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*; *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*; *Revista de Educação, Ciências e Matemática*.

Foram considerados apenas periódicos A1 e A2 porque, na área de EC, é comum que periódicos de classificação B1 ou inferior tenham publicações de relatos de experiência, formato que não é de interesse para a revisão que propomos. Salientamos que, devido à diferença do escopo e da ferramenta de busca disponível em cada fonte de informação, as estratégias de busca foram ajustadas respeitando os critérios de elegibilidade.

Nas bases de dados WOS e ERIC, foram utilizadas ferramentas de refinamento da busca a fim de selecionar trabalhos que fossem de periódicos voltados para a EC. Quanto ao ENPEC, nosso grupo de pesquisa organizou os anais completos de todas as edições do evento em arquivos do tipo pdf divididos por edição, de forma que possamos realizar buscas com a ferramenta de localização (ctrl + f). No Quadro 1, sintetizamos as estratégias e procedimentos de busca realizados em cada fonte de informação.

**Quadro 1 – Procedimentos de busca da revisão bibliográfica sistemática**

Fonte de informação	Estratégia e procedimento de busca
Base de dados WOS	<p>Realizado por meio da ferramenta de busca avançada do <i>website</i>:</p> <p>TS=(ontol* AND (epist* OR gnos*))  TS = Tópico: Pesquisa no título, resumo, palavras-chave e keywords plus.  Opções selecionadas: English (idioma) e Todo tipo de documento</p> <p>Refinamentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo de documento: Artigo; Livro/Capítulo</li> <li>- Categorias do Web of Science: Education Educational Research; Education Scientific Disciplines</li> <li>- Periódico (Título da fonte): African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education; Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education; Chemistry Education Research and Practice; Cultural Studies of Science Education; International Journal of Science Education; Journal of Research in Science Teaching; Physical Review Special Topics Physics Education Research; Research in Science Education; Science Education</li> </ul>
Base de dados ERIC	<p>Realizado por meio da ferramenta de busca do <i>website</i>, que executa a busca dos termos nos campos: título, autor, fonte, resumo e descritor.</p> <p>(ontology OR ontological) AND (epistemology OR epistemological OR gnosiology OR gnosiological)  Opção selecionada: Peer reviewed only</p> <p>Observação: o <i>website</i> informa que a ferramenta de busca pesquisa automaticamente por trabalhos que tenham variações dos termos.</p> <p>Refinamentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo de documento: Artigo; Livro/Capítulo (não retornou)</li> <li>- Periódico (Título da fonte): Chemistry Education Research and Practice; Cultural Studies of Science Education; International Journal of Science Education; Journal of Research in Science Teaching; Science Education; Science &amp; Education</li> </ul>
Periódicos nacionais (Qualis A1, A2 e B1)	<p>Realizado por meio da ferramenta de busca disponível no <i>website</i> de cada periódico, em todos os campos:</p> <p>ontol * AND (epist* OR gnos*)</p> <p>Só foram considerados trabalhos retornados aqueles que apresentam os termos no título e/ou resumo e/ou palavras-chave. Para isso, eles foram verificados um a um.</p>
Anais do ENPEC (1997-2019)	<p>Realizado por meio da ferramenta de localização (ctrl + f) nos arquivos.</p> <p>Buscou-se pelo radical “ontol” a fim de se encontrar o termo “ontologia” ou suas variações no título e/ou resumo e/ou palavras-chave de um trabalho. Em caso de localização, só foi considerado trabalho retornado aquele que também tivesse o termo “epistemologia” ou “gnosologia” ou suas variações.</p>

**Fonte:** elaboração própria.

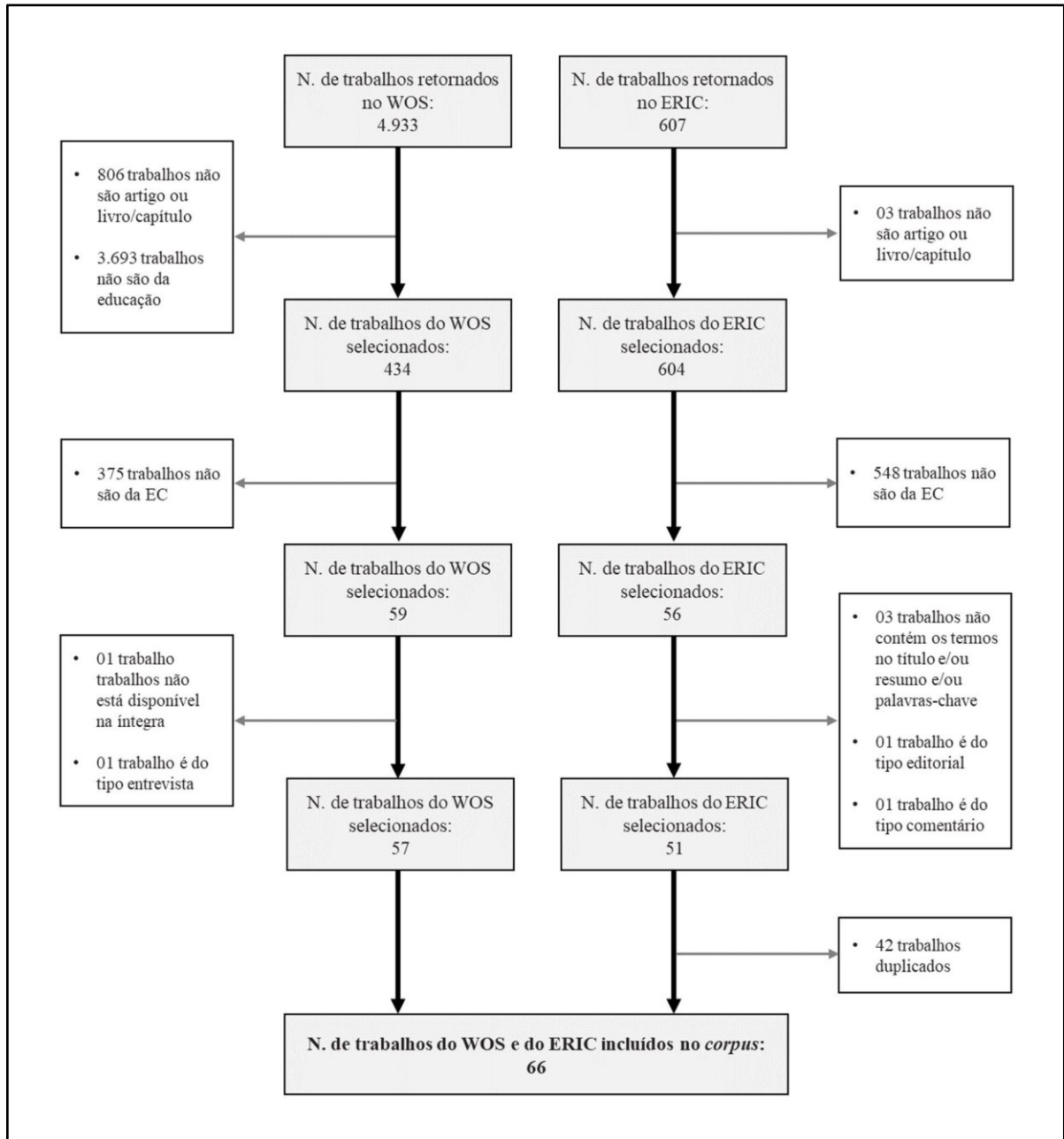
Diversos testes foram executados com a combinação de termos e a localização deles nos artigos a fim de se avaliar qual variação estaria mais coerente com os critérios de elegibilidade da revisão sistemática. Por exemplo: nos anais do ENPEC, o uso da ferramenta de localização permitia a identificação dos termos no corpo do texto; entretanto, esse tipo de busca não é realizado nas bases de dados WOS e ERIC. Por isso, não foram considerados trabalhos do ENPEC que tinham os termos apenas no corpo do texto. Verificamos que, devido a isso, alguns trabalhos do ENPEC acabaram não sendo incluídos no *corpus*. Contudo, entendemos que trabalhos que apresentam os termos apenas no corpo do texto tendem a discutir de forma muito sucinta e pontual sobre essas dimensões — ou apenas as citam, sem discuti-las —, dificultando a apreensão da concepção dos autores. Por isso, consideramos mais pertinente para a revisão, com base em seu objetivo, selecionar apenas os trabalhos que contém os termos no título e/ou resumo e/ou palavras-chave.

Por fim, nosso entendimento é que, em comparação com o estado da arte, toda revisão bibliográfica sistemática é um recorte, e a elaboração de princípios de busca que tornem esse recorte o mais representativo possível pode ser pertinente para a robustez da revisão. Por isso, optamos por artigos e livros/capítulos e pela língua inglesa. A base de dados do Portal de Periódicos da Capes chegou a ser avaliada, com testes de busca e dos filtros, porém, verificou-se pouca seletividade no retorno dos trabalhos. Os principais problemas do Portal foram a limitação no número de termos (apenas dois) que podem ser combinados na busca avançada e o funcionamento inexato dos filtros.

Após a identificação dos trabalhos retornados nas buscas realizadas na WOS, na ERIC, nos periódicos nacionais e no ENPEC, procedeu-se com a etapa de seleção e elegibilidade. Nos trabalhos internacionais da ERIC, foi necessário confirmar se a combinação dos termos no título e/ou resumo e/ou palavras-chave estava correta, uma vez que a ferramenta de busca dessa base de dados abrange descritores e o título dos periódicos. Nos trabalhos nacionais, houve uma pré-seleção nos procedimentos de busca, uma vez que os mecanismos eram mais manuais e permitiam selecionar apenas trabalhos com a combinação dos termos no título e/ou resumo e/ou palavras-chave. Em seguida, verificou-se se os trabalhos de todas as fontes eram de fato da EC e artigos de pesquisa, uma vez que alguns periódicos publicam artigos da Educação Matemática e alguns aceitam relatos de experiência e outros formatos.

Na Figura 3 e na Figura 4, sintetizamos os procedimentos de busca com mais detalhes em fluxogramas.

**Figura 3** – Revisão bibliográfica sistemática de trabalhos internacionais



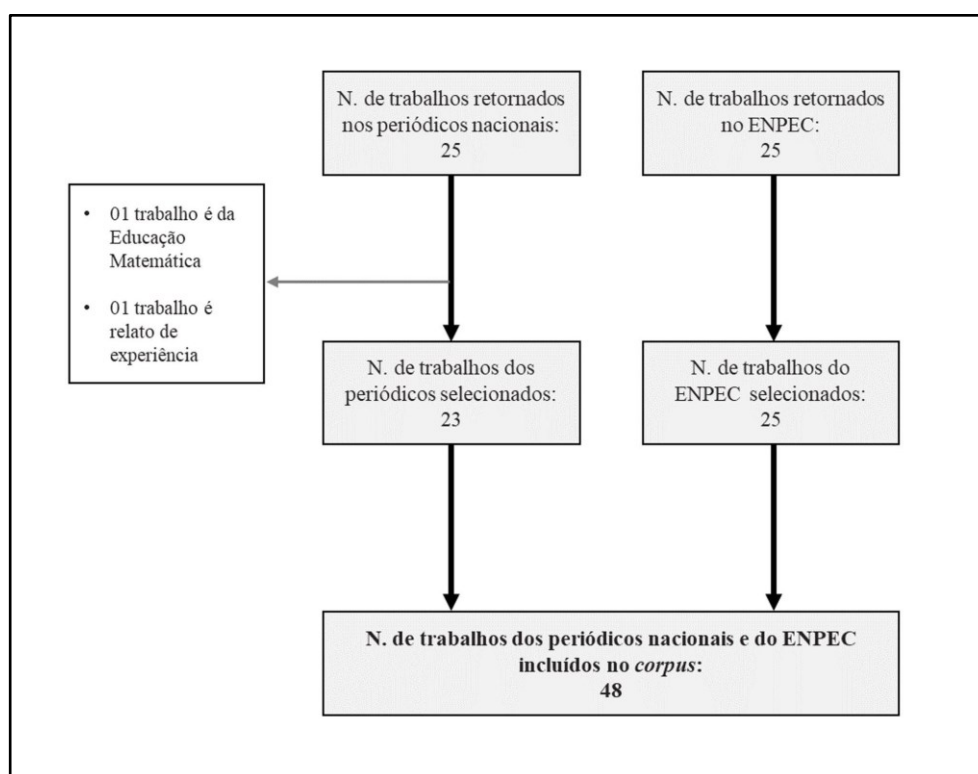
**Fonte:** elaboração própria com base nas recomendações do PRISMA (MOHER *et al.*, 2009).

Não discutiremos com mais detalhes os trabalhos que foram excluídos por meio das ferramentas de refinamento, pois sequer são trabalhos da área de EC e entendemos que essa omissão não interfere na robustez da revisão sistemática. Vale ressaltar que nenhum trabalho selecionado apresentou no seu título e/ou resumo e/ou palavras-chave o termo “gnosiologia” (ou variações), mesmo aqueles que têm como referencial autores do marxismo e da PHC.

A busca realizada na WOS retornou um trabalho recente que não estava disponível na íntegra e o trabalho de Virues-Ortega e colaboradores (2012), que é do tipo entrevista e que

trata das implicações da psicologia moderna, com base no filósofo Mario Bunge; os dois trabalhos foram excluídos do *corpus*. A busca realizada na ERIC retornou um texto editorial e o trabalho de Reich (2010), que se trata de um comentário de fórum sobre ciência e religião; ambos foram excluídos. Como o campo de busca da ERIC não possibilita a pesquisa pelos termos apenas no título e/ou resumo e/ou palavras-chave, três trabalhos foram retornados por conter os termos apenas nos descritores dos artigos e, portanto, foram excluídos. Assim, foram selecionados 66 trabalhos das fontes internacionais para o *corpus* de análise.

**Figura 4** – Revisão bibliográfica sistemática de trabalhos nacionais



**Fonte:** elaboração própria com base em MOHER e colaboradores (2009).

Em relação às fontes nacionais, o artigo de Ribeiro (2013) foi removido do *corpus* por ser centrado na Educação Matemática, e o trabalho de Moraes, Oliveira e Goldschmidt (2017, p. 27) foi excluído por se tratar de um relato de experiência: “O presente trabalho caracteriza-se como um relato de experiência dos acadêmicos estagiários e professor orientador em que são apresentadas as experiências e reflexões [...]”. Nenhum trabalho retornado no ENPEC foi excluído. Assim, foram selecionados 48 trabalhos das fontes nacionais para o *corpus*.

Reunindo no *corpus* de análise os trabalhos nacionais e internacionais selecionados, obtivemos 114 artigos. Com a leitura dos resumos e trechos desses 114 trabalhos, foi possível construir uma caracterização em relação à área das ciências naturais na qual cada artigo se

enquadra — biologia; ciências da natureza (geral); educação ambiental; física; química — e em relação ao foco — concepção de mundo e de ciência; currículo; ensino e aprendizagem de conceitos; fundamentação e prática pedagógicas; modelagem, representação e simbolismo; pesquisa e metodologia.

Para caracterizá-los em relação à área, buscou-se por informações acerca da disciplina trabalhada no estudo ou de um ou mais conceitos científicos mobilizados, que remetem a uma das áreas; em uma parte dos trabalhos, as discussões não giram em torno de uma disciplina ou conteúdo específicos e tratam da ciência e do conteúdo científico de forma geral ou interdisciplinar.

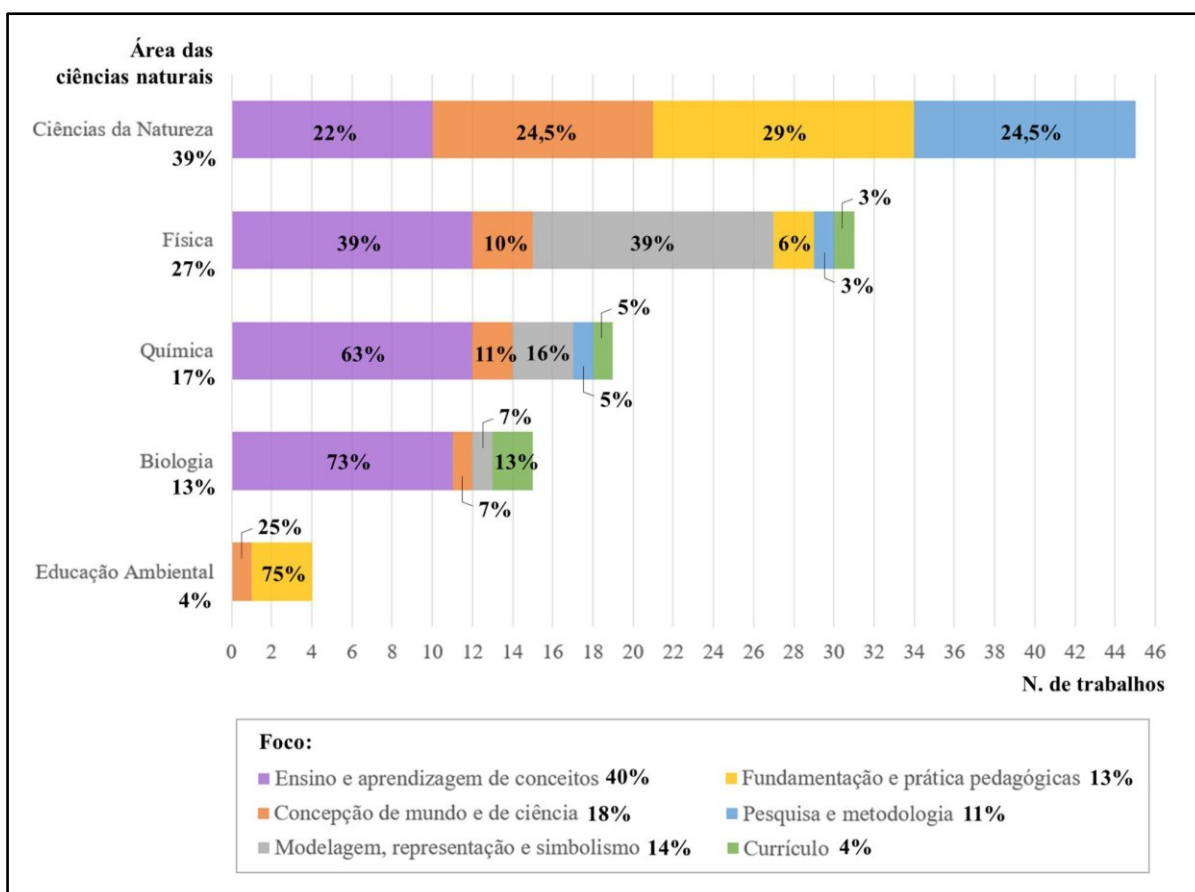
A caracterização em relação ao foco foi mais trabalhosa porque eles foram construídos *a posteriori*. Primeiramente, leu-se o resumo de forma a tentar identificar o foco de cada trabalho, isto é, o fio condutor ao redor do qual se desenvolve todo o estudo; em caso de inconsistência, foram lidos trechos principalmente da introdução e da conclusão ou trechos que continham termos que poderiam remeter à suspeita de algum foco. Possíveis nomes e definições para os focos eram anotados com a finalidade de agrupar os trabalhos semelhantes; no caso de inconsistência, era necessário reler trechos de alguns trabalhos e reformular o título e definição dos focos. É importante salientar que os artigos podem ou não conter discussões de outros focos; ressaltamos que eles foram divididos conforme a predominância do foco, ou seja, o tema que guiou todo o estudo apresentado no trabalho. Assim, um trabalho que tem como foco a pesquisa e metodologia, por exemplo, pode abordar questões relativas à concepção de mundo e de ciência; entretanto, nesse caso, essas questões aparecem como desdobramentos do foco. Outro exemplo é o caso de trabalhos que falam sobre questões de gênero e étnicas; embora esse pareça ser o foco, todo o estudo é desenvolvido com foco na pesquisa e metodologia.

A seguir, apresentamos uma breve descrição dos trabalhos. O intuito deste primeiro momento analítico é de visualizar um panorama sobre as concepções que a área de EC tem sobre a ontologia e a epistemologia e ainda quais áreas e temas têm mais mobilizado essa discussão. Destacamos ainda que os trabalhos não foram lidos na íntegra porque para dividi-los por área das ciências naturais e por foco, a leitura dos resumos e de alguns trechos foi suficiente. A divisão do *corpus* foi fundamental para identificarmos trabalhos mais relevantes para esta pesquisa, os quais, dessa vez, foram lidos na íntegra.

## 2.2 Panorama do *corpus* de análise

Por meio das duas caracterizações desenvolvidas, foi possível combiná-las na forma de quadros — que podem ser conferidos no Apêndice A e os quais contém a lista completa com os 144 trabalhos selecionados para o *corpus* de análise — e na forma de gráfico de barras, como ilustrado na Figura 5.

**Figura 5** – Caracterização do *corpus* de análise em relação à área das ciências naturais e ao foco



**Fonte:** elaboração própria.

Verificamos que a maior parte dos trabalhos — 45 artigos (39%) — discute sobre ontologia e epistemologia em relação às **ciências naturais de forma geral** ou de forma interdisciplinar. Vários desses trabalhos foram escritos por pesquisadores de áreas específicas, como química, física e biologia (e.g. LABURÚ; CARVALHO, 2001; SCHIZAS; PSILLOS; STAMOU, 2016), e, no entanto, a abordagem não diz respeito a apenas uma dessas áreas. Isso pode revelar que as problemáticas relativas à ontologia e à epistemologia dizem respeito mais às ciências da natureza de forma ampla do que às ciências naturais específicas, embora elas tenham suas especificidades. Desses 45 trabalhos, 13 (29%) trabalham com fundamentação e

prática pedagógicas, 11 (24,5%) com concepção de mundo e de ciência, 11 (24,5%) com pesquisa e metodologia e 10 (22%) com ensino e aprendizagem de conceitos; nenhum artigo trabalha com modelagem ou currículo. Entre as áreas específicas, **física** apresentou o maior número — 31 artigos (27%) —, seguida da **química** — 19 (17%) —, **biologia** — 15 (13%) — e, em menor número, a **educação ambiental** — quatro artigos, 4%.

De modo geral, o gráfico da Figura 5 nos permite observar características mais associadas ao *corpus* e que não necessariamente representam uma tendência da área. Concepção de mundo e de ciências, por exemplo, é um foco de trabalhos de todas as áreas, principalmente das ciências naturais (geral) — 11 artigos (24,5%). O ensino e aprendizagem de conceitos apenas não é abordado pela educação ambiental; em relação às demais áreas, é menos abordado em ciências (geral) — 10 artigos (22%) —, possivelmente porque os conceitos estão mais relacionados a disciplinas específicas, como biologia — que teve a maior porcentagem (73%) —, química e física. Os trabalhos de educação ambiental discutem principalmente questões sobre fundamentação e prática pedagógicas. A modelagem é trabalhada pelos trabalhos da biologia, química e física, majoritariamente pelos da física — 12 artigos (39%). Constatamos ainda que questões sobre currículo aparecem na biologia, química e física, e a pesquisa e metodologia como foco aparece principalmente nos trabalhos das ciências (geral). Passaremos a discutir sobre os trabalhos especificamente a partir do foco, do mais frequente para o menos frequente, apresentando alguns artigos de cada foco.

A maior parte dos trabalhos — 45 artigos (40%) — investiga o **ensino e aprendizagem de conceitos**, sendo que a maioria deles — 34 artigos — aborda esse processo a partir da proposta de mudança conceitual e do modelo de perfil conceitual, em que os trabalhos de Michelene T. H. Chi (e.g. CHI, 1992; CHI; SLOTTA; LEEUW, 1994) e de Eduardo Fleury Mortimer (e.g. MORTIMER, 1995) são frequentemente citados. A maior parte dos trabalhos internacionais que trabalham com a teoria de mudança conceitual citam Michelene Chi, porém, não como a principal referência, mas como uma referência que dialoga com outras perspectivas dessa teoria. Pereira (2017) realizou uma revisão internacional buscando por artigos sobre mudança conceitual, e o resultado evidencia como essas pesquisas compreendem uma agenda bastante diversificada, com diversos significados, falta de precisão e controvérsias, não sendo possível situar os estudos e desdobramentos a partir das abordagens clássicas e seminais. A mudança conceitual é discutida desde a década de 1960 na História e Filosofia da Ciência como crítica ao positivismo lógico e impactou principalmente estudos em Educação em Ciências e em Psicologia do Desenvolvimento; hoje, esse campo de estudo se encontra até nas áreas de

História e de Ciências Políticas e “mudança conceitual” se tornou um termo vago e uma espécie de rótulo (PEREIRA, 2017).

Nos artigos de Tyson e colaboradores (1997), Liu (2004) e She (2004), os autores discorrem sobre as diferentes teorias propostas por pesquisadores do campo da psicologia cognitiva. A teoria original foi publicada em 1982 por Posner e colaboradores; nela, os autores propõem a assimilação e a acomodação como dois tipos de mudança conceitual e, centrados nesta última, descrevem condições para que ela ocorra e características da ecologia conceitual (Tyson *et al.*, 1997).

Nos anos seguintes, a teoria foi revisitada diversas vezes, uma delas devido à abordagem racionalista/cognitivista que ela vinha recebendo, e os autores ampliaram as condições para a mudança conceitual por acomodação e ampliaram as características e a centralidade da ecologia conceitual, além de reconhecerem a importância de fatores afetivos, sociais e motivacionais (Tyson *et al.*, 1997). A partir desta teoria, muitos estudos foram desenvolvidos, entre eles, o de Chi (1992), que propõe três categorias ontológicas principais que podem descrever as características da maior parte dos conceitos científicos: matéria, processos e estados mentais. Tyson e colaboradores (1997) descrevem uma estrutura multidimensional — ontologia, epistemologia e contexto socioafetivo — para as mudanças conceituais, que integra diferentes perspectivas dessa teoria a partir dos desdobramentos da teoria original. A mesma estrutura tridimensional é utilizada no artigo de Venville e Treagust (1998). Liu (2004) e She (2004) citam o modelo de Thagard (1992), no qual cada conceito científico é um sistema complexo dividido em estruturas relacionais semelhantes a árvores — como um mapa conceitual —, a partir das quais Thagard cria uma hierarquia de nove tipos de mudança conceitual. Vosniadou e Skopeliti (2014) propuseram o modelo estrutural, no qual consideram que crianças constroem um sistema conceitual científico com base na cultura leiga que é razoavelmente estruturado e coerente com o seu cotidiano, e que, portanto, uma mudança conceitual é um processo lento e que pode levar a fragmentações e concepções sintéticas. She (2004) apresenta um resumo das perspectivas sobre mudança conceitual e, a partir do que concorda com essas perspectivas e do que identifica como limitação, a autora propõe o modelo de aprendizagem duplamente situado (*Dual-Situated Learning Model*, DSLM), o qual provoca conflitos com as crenças de alunos acerca dos conceitos científicos e fornece conjuntos mentais para a construção de visões mais científicas.

A noção de perfil conceitual também é um dos desdobramentos da teoria original e tem orientado principalmente a agenda de pesquisa nacional sobre esse tema. Os autores entendem

que cada indivíduo possui um perfil sobre um determinado conceito científico e que cada zona do perfil tem uma ontologia própria (forma de interpretação da realidade), distinta das demais; no entanto, esses perfis são semelhantes entre indivíduos de uma mesma cultura, pois estão relacionados a modos de pensar caracterizados/estabilizados por compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos (MORTIMER, 1998; SEPULVEDA; MORTIMER; EL-HANI, 2013). De modo geral, esses trabalhos entendem que há não apenas obstáculos epistemológicos que podem ocorrer no ensino e aprendizagem de um conceito, mas também obstáculos ontológicos, com base em Chi (1992), que propõe três categorias ontológicas principais dos conceitos científicos: matéria, processos e estados mentais. Nessas pesquisas, também há discussões sobre a relação entre conhecimento cotidiano e conhecimento científico e como as questões socioafetivas e culturais compõem o perfil de um conceito e afetam o seu ensino e aprendizagem.

Os conceitos científicos que são abordados nesses artigos podem evidenciar que eles possuem uma dimensão ontológica mais complexa ou abstrata para o pensamento humano, o que pode levar a obstáculos epistemológicos e ontológicos mais frequentes e desafiadores no contexto educacional e, conseqüentemente, acabam sendo objeto de estudo dessas pesquisas. Alguns dos conceitos trabalhados sob essa perspectiva são: conceitos relacionados à genética (VENVILLE; TREAGUST, 1998; VENVILLE; GRIBBLE; DONOVAN, 2005; REIS; SEPULVEDA; EL-HANI, 2017); campo elétrico (FURIÓ; GUIASOLA, 1998); matéria (MORTIMER, 1998); evaporação e condensação (TYTLER, 2000); calor (AMARAL; MORTIMER, 2001a, 2001b); força (RADÉ; SANTOS, 2005); vida (COUTINHO; EL-HANI; MORTIMER, 2005; COUTINHO; MORTIMER; EL-HANI, 2007; COUTINHO; MARTINS; VIEIRA, 2012); luz e visão (DRUZIAN; RADÉ; SANTOS, 2007; BRAVO; PESA; POZO, 2009); morte (NICOLLI; MORTIMER, 2009); substância (SILVA; AMARAL, 2011, 2013; SANTOS; SEPULVEDA, 2017; ORDUÑA PICÓN; SEVIAN; MORTIMER, 2020); conceitos relacionados à eletricidade e magnetismo (DEGA; KRIEK; MOGESE, 2013); adaptação (SEPULVEDA; MORTIMER; EL-HANI, 2013; ALMEIDA; SEPÚLVEDA; EL-HANI, 2017); fotossíntese (DIMOV; PECHLIYE; JESUS, 2014); gravidade (GUPTA; ELBY; CONLIN, 2014); temperatura (DUCA; BARLETTE; NEDEL, 2017); equilíbrio ecológico (PIMENTEL; EL-HANI; SEPULVEDA, 2017); alimentação (SABINO; AMARAL, 2019).

Ainda sobre os trabalhos com esse foco, há aqueles que não partem da teoria de mudança conceitual: Kalman (2001) propõe a escrita reflexiva (círculo hermenêutico) como forma de melhorar a compreensão de conceitos, considerando que a ontologia, a epistemologia e a

linguagem da ciência são como uma cultura estrangeira/alienígena e comparando o estudante a um antropólogo; Kittleson e Southerland (2004) apresentam uma investigação acerca do papel do discurso (elementos verbais e não verbais) no processo de construção do conhecimento em grupo, processo este que envolve ideologias e negociação de conceitos; nos trabalhos de Tümay (2016a, 2016b), o autor aborda o papel crítico da emergência na ontologia e epistemologia da química, considerando que uma das principais fontes da dificuldade de aprendizagem de seus conceitos é a falha dos alunos em compreender os níveis químicos das entidades e suas propriedades emergentes.

Com 21 artigos (18%), o foco em **concepção de mundo e de ciência** é o segundo mais frequente. Esse grupo de trabalhos discute a relação da concepção de mundo e da natureza da ciência — que envolvem questões ontológicas e epistemológicas — de professores, alunos ou mesmo de cientistas com o processo de ensino e aprendizagem, em como, por exemplo, uma concepção de ciência do professor acaba afetando o ensino de ciências. Nesse foco, o sentido de concepção de mundo em alguns trabalhos diz respeito à compreensão do ser humano acerca da natureza e sua relação com ela ou ainda sobre suas crenças religiosas e sua relação com a ciência.

Bencze e Elshof (2004) descrevem um estudo de caso de imersão dialética indutiva-dedutiva que teve o intuito de auxiliar professores a desenvolverem concepções mais realistas da ciência, o que possibilitou construir um *continuum* ontológico e epistemológico dessas concepções; Westphal e Pinheiro (2004) trabalham com a epistemologia de Mario Bunge como forma de se oporem às visões relativistas de Kuhn e Feyerabend, mostrando o seu benefício para o ensino de ciências; a epistemologia de Bunge pressupõe algumas hipóteses filosóficas, como o realismo ontológico/crítico, o pluralismo de níveis na realidade, o determinismo ontológico, a cognoscibilidade da realidade (epistemologia realista) e a lógica formal bivalente (BUNGE, 1969, 1974; CUPANI; PIETROCOLA, 2002); Skordoulis (2008), partindo da concepção marxista de ontologia materialista, epistemologia realista e de ciência como uma atividade social, discorre sobre a relação entre marxismo, ciência e visões de mundo; Baily e Finkelstein (2009) sugerem que uma concepção realista, que não apresenta problemas para um sistema físico clássico, pode ser problemática para o ensino introdutório de física quântica, levando a interpretações inadequadas dos sistemas quânticos; nos trabalhos de Mansour (2010, 2011), o autor discute sobre as visões que professores egípcios muçulmanos têm da ciência, da religião e da relação entre elas, mostrando que há uma centralidade da religião no sistema de crenças dos docentes e que esta centralidade norteia seu entendimento sobre a natureza da

ciência; Bai (2015) problematiza a ontologia cotidiana e sugere uma ontologia e epistemologia animistas e práticas contemplativas, a fim de superar a visão de separação entre o animado e o inanimado (natureza); Kind e Osborne (2017) defendem uma concepção de raciocínio científico — que consideram ser um dos principais objetivos do ensino de ciências — com base em seis estilos de raciocínio, os quais mobilizam suas próprias entidades ontológicas e procedimentais e valores e construções epistêmicas; Lin e Tsai (2017) tratam das relações entre as crenças ontológicas e epistêmicas de alunos taiwaneses sobre a ciência a partir de entrevistas, identificando, por meio da análise de conteúdo, duas dimensões ontológicas e duas dimensões epistemológicas, ambas associadas entre si; com base no realismo crítico de Roy Bhaskar (ver BHASKAR, 2008), Yucel (2018) investiga as visões de mundo de cientistas acadêmicos sobre ciência, e concluem que a estrutura desse realismo fornece para educadores de ciências um meio termo entre o positivismo e o construtivismo social, entendendo o conhecimento científico como socialmente construído sem relativizar a realidade.

Os 16 artigos (14%) com foco em **modelagem, representação e simbolismo** representam o terceiro foco mais frequente. Esses trabalhos discorrem sobre a modelagem no ensino de ciências, investigando como um modelo ou o simbolismo matemático representam a realidade; também são analisadas como entidades, conceitos e leis são representados em livros didáticos. Quatro artigos citam o realismo científico/ontológico de Mario Bunge, que também é citado em artigos de outros focos: Pietrocola (1999) critica o movimento construtivista e apresenta o realismo científico de Bunge no ensino de física, com enfoque no papel dos modelos na ciência; Brockington e Pietrocola (2005) também trabalham com a modelagem no ensino de física, preocupados com a natureza dos objetos quânticos, que pode ser estranha para os alunos e levá-los a se desinteressar por sua aprendizagem; Quiroz e Rubilar (2015) apresentam uma ferramenta capaz de identificar erros na apresentação/representação de leis naturais, exemplificando o seu uso na representação da lei de Boyle em livros universitários; e Poblete e colaboradores (2016) investigam a representação da primeira lei da termodinâmica em livros escolares e universitários. Para Bunge (BUNGE, 1973, 1974; PIETROCOLA, 1999), a modelagem é essencial para a construção do conhecimento científico, uma vez que a realidade está escondida — inacessível aos sentidos —, mas pode ser apreendida conceitualmente por meio de modelos, que funcionam como “dublês” da realidade. Os modelos teóricos têm valor ontológico, pois são aproximadamente e provisoriamente a realidade; por ter um status convencional, não faz sentido questionar se um modelo é verdadeiro ou falso (BUNGE, 1973, 1974).

Nesse foco, verificamos que a maioria dos trabalhos preocupados com a modelagem são da física — 11 artigos — e trabalham principalmente com a física quântica. Quale (2011a, 2011b) trata da associação entre o mundo observável e os modelos matemáticos da física, defendendo uma ontologia relativista, uma vez que os modelos podem descrever um sistema físico que não existe; Petrônio (2014) trata da representação da matéria por meio do simbolismo matemático, entendendo que este simbolismo não é suficiente e requer uma perspectiva ontológica complementar; Freitas e Sinclair (2018) propõem um modelo de raciocínio matemático para conceitos da quântica que envolvem a incerteza partindo da teoria da decisão e da probabilidade quântica; Stapleton (2018) aborda a relação entre o experimentado no senso comum e a abstração mental dos fenômenos destacando a importância das imagens conceituais e a criatividade.

Quanto ao foco em **fundamentação e prática pedagógicas**, 15 artigos (13%) se enquadram nele. Alguns trabalhos desse foco defendem uma determinada teoria pedagógica, como o construtivismo e a PHC, discutindo sobre seus princípios filosóficos — como ontológicos e epistemológicos — e de que forma eles orientam a prática docente. Outros estão mais centrados em metodologias e práticas específicas de ensino visando a uma aprendizagem mais efetiva e/ou transformadora, com abordagens socioculturais, etnográficas etc. Kelly (1997) distingue as tradições construtivistas da teoria da mudança conceitual e do construtivismo radical, tratando-os como programas de pesquisa de Lakatos; nos trabalhos de Laburú e Silva (2000), Laburú e Carvalho (2001) e Laburú, Carvalho e Batista (2001), de modo geral, os autores discorrem sobre as bases filosóficas do construtivismo radical e as críticas ontológicas e epistemológicas que ele tem recebido, propondo alternativas, como a sustentação do objetivismo na física sem a necessidade de uma epistemologia realista (LABURÚ; SILVA, 2000) e a implementação de um pluralismo metodológico com base em Feyerabend (LABURÚ; CARVALHO, 2001); Stetsenko (2008) parte das contribuições de Dewey, Piaget e Vigotski — com foco neste último — para discutir abordagens socioculturais do desenvolvimento humano como a ontologia relacional, em que a transformação ativa e colaborativa do mundo — ser e se tornar — está no cerne da natureza humana e na base da aprendizagem, impregnadas de ideologia, ética e valores; Gallo-Fox (2009) trabalha com a teoria sociocultural e o modelo de coensino (ou ensino colaborativo), com base em estudos que utilizaram a etnografia crítica, em que professores se apropriam de práticas culturais e posturas ontológicas e epistemológicas a fim de transformar as culturas da sala de aula; a partir de uma combinação teórica de pedagogia crítica, aprendizagem baseada no lugar, educação científica, geografia humana, feminismo e

conhecimento indígena, Kress e Lake (2018) trabalham com uma abordagem etnográfica envolvendo narrativas pessoais; Peneluc, Pinheiro e Moradillo (2018) discutem, com base nos pressupostos do marxismo e da PHC, aspectos ontológicos, epistemológicos e político-pedagógicos da EA crítica, que pode desenvolver uma práxis educacional desveladora das questões socioambientais.

A fim de nortear os pesquisadores a partir da defesa de posições ontológicas e epistemológicas, os autores de 13 artigos (11%) tratam da **pesquisa e metodologia**. Esses trabalhos também discutem a necessidade de compreensão/reflexão por parte dos pesquisadores sobre a sua pesquisa e método e como eles se associam com panoramas contextuais, envolvendo raça, identidade, cultura etc. Santos (2007), com base no materialismo histórico e na ontologia do ser social de Lukács, defende a produção de conhecimento no EC com prioridade ontológica e não epistemológica, problematizando a relação entre ciência e religião; partindo do fato de que muitos métodos atuais ainda partem dos princípios do positivismo, Kincheloe e Tobin (2009) encorajam pesquisadores a identificar as ontologias, epistemologias e axiologias de seus métodos por meio da reflexão; Atweh (2011) destaca a postura ética associada a construtos usados na pesquisa educacional, como justiça social e raça, e sugere uma abordagem não ontológica e não epistemológica da ética; Silva e Fachín-Terán (2011) investigam os problemas que pesquisadores enfrentam na escolha de um método apropriado que responda aos objetivos propostos e como o método pode ser ressignificado pelos pesquisadores.

Por fim, apenas quatro trabalhos (4%) têm como foco o **currículo** de ciências. De modo geral, esses estudos investigam a mobilização da história e filosofia da ciência nos currículos, tratando de aspectos sobre compreensão da natureza da ciência, conflitos com crenças e a relação entre currículo e autonomia escolar. Nascimento Júnior, Souza e Carneiro (2011) analisam aspectos ontológicos, epistemológicos, histórico-sociais e conceituais de biologia nos Documentos Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM); Galili (2012) avalia módulos de materiais didáticos que utilizam a jornada histórica como forma de inserção da história e filosofia da ciência, abordando os fundamentos ontológicos e epistemológicos de teorias físicas e de suas mudanças históricas com base na filosofia de Thomas Khun; Long (2012) discute sobre o conflito entre evolucionismo e criacionismo, a minimização do evolucionismo no currículo por parte dos professores e as implicações para a política dos programas de formação de professores de ciências; Tan (2012) problematiza a opressão de esquemas tecnocráticos e reducionistas que acabam por retirar a autonomia de sistemas escolares e professores em decidir

seu currículo, sugerindo a prioridade do conhecimento sobre compreensão da ontologia e da epistemologia nas aulas de ciências.

### 2.3 Delimitação dos objetos de análise empírica

A maior parte dos trabalhos do *corpus* de análise discute sobre a ontologia e a epistemologia dos conceitos científicos e do processo de ensino e aprendizagem, conteúdos que não são pertinentes para esta pesquisa, embora eles não estejam apartados da ciência. Portanto, foi necessário restringir o número de trabalhos do *corpus* a fim de selecionarmos apenas aqueles que contribuam com alguma discussão acerca da ontologia e epistemologia da ciência, e que possibilitam articulações com os conteúdos dos contos de Primo Levi. A primeira restrição que estabelecemos foi em relação à área: entendemos que os trabalhos das ciências naturais (geral) seriam mais pertinentes, pois como tratam de ciência de forma ampla, suas discussões sobre ontologia e epistemologia podem trazer contribuições mais significativas para nosso objetivo. Assim, desconsideramos os trabalhos de biologia, educação ambiental, física e química.

Em seguida, restringimos os trabalhos dessa área para determinados focos principais. Como o ensino e aprendizagem de conceitos e a modelagem abordam mais a relação entre a realidade, os conceitos e os processos cognitivos, excluímos os trabalhos das ciências naturais que tenham esses focos. Logo, restaram trabalhos sobre concepção de mundo e de ciência, de fundamentação e prática pedagógicas e de pesquisa e metodologia; não há trabalhos sobre currículo que sejam das ciências (geral). A partir desse novo conjunto de trabalhos, selecionamos apenas aqueles que trazem discussões pertinentes para esta pesquisa, resultando em um *corpus* de análise de 22 artigos, os quais são um dos objetos de análise empírica.

Com a leitura integral desses 22 trabalhos, identificamos alguns temas e categorias imanentes mais recorrentes nas discussões envolvendo os estatutos ontológico e epistemológico da ciência: a estrutura da realidade, o trabalho e a transformação da natureza, a práxis — em específico a utilitária/técnica —, as dimensões dos valores, da moral e da ética na ciência e a influência/papel da ideologia. Vale destacar que não necessariamente os autores dos trabalhos utilizam os mesmos termos que os utilizados nos temas e categorias que identificamos.

Com a leitura dos contos de ficção científica distópica de Primo Levi, também constatamos que na maior parte deles emerge um ou mais desses temas e categorias. Procurando por contos que condensam o maior número dos temas e categorias, chegamos a dois deles, que foram definidos como o outro objeto de análise empírica desta pesquisa: o conto “Ótima é a

água” do livro *Vício de forma*, e o conto “Borboleta angélica” do livro *Histórias naturais*. A partir do conteúdo desses contos foi possível dividir os temas e categorias em dois blocos, um para cada conto. No Quadro 2 organizamos os dois objetos de análise empírica — os dois contos de Levi e os 22 artigos da EC — de acordo com os blocos de temas e categorias em comum.

**Quadro 2** – Objetos de análise empírica (contos e trabalhos da EC) organizados por blocos de temas e categorias

Objetos de análise empírica		Temas e/ou categorias identificados nos objetos e que são relacionados à ontologia e à epistemologia da ciência
Contos de FC distópica de Primo Levi selecionados	Trabalhos da área de EC selecionados	
Conto: “Ótima é a água” Livro: <i>Vício de forma</i> (LEVI, 2015)	KELLY, 1997; <u>STAVER, 1998</u> ; <u>LABURÚ; CARVALHO; BATISTA, 2001</u> ; BENCZE; ELSHOF, 2004; <u>WESTPHAL; PINHEIRO, 2004</u> ; KANG; WALLACE, 2005; <u>WESTPHAL; PINHEIRO, 2005</u> ; <b>SKORDOULIS, 2008</b> ; KINCHELOE; TOBIN, 2009; KIND; OSBORNE, 2017; LIN; TSAI, 2017; <b>SANTOS, 2017</b> ; YUCEL, 2018.	Realidade; Trabalho e natureza; Práxis.
Conto: “Borboleta angélica” Livro: <i>Histórias naturais</i> (LEVI, 2015)	<u>STAVER, 1998</u> ; <u>LABURÚ; CARVALHO; BATISTA, 2001</u> ; <u>WESTPHAL; PINHEIRO, 2004</u> ; <u>WESTPHAL; PINHEIRO, 2005</u> ; <b>SKORDOULIS, 2008</b> ; <b>STETSENKO, 2008</b> ; <u>KINCHELOE; TOBIN, 2009</u> ; SAMMEL, 2009; ATWEH, 2011; MANSOUR, 2011; SILVA; FACHÍN- TERÁN, 2011; HATHCOAT; HABASHI, 2013; SILVA; SANTOS, 2015; <b>SANTOS, 2017</b> ; KAYUMOVA; ZHANG; SCANTLEBURY, 2018; TAN, 2020.	Valores; Moral; Ética; Ideologia.

As referências em negrito correspondem aos trabalhos que adotam referencial marxista. As referências sublinhadas correspondem aos trabalhos que são abordados nos dois blocos de temas e categorias.

**Fonte:** elaboração própria.

Destacamos no Quadro 2 três artigos (SKORDOULIS, 2008; STETSENKO, 2008; SANTOS, 2017) nos quais os autores partem de referenciais marxistas, sendo a abordagem de Skordoulis (2008) mais centrada na obra de Karl Marx, a de Stetsenko (2008) mais relacionada à psicologia vigotskiana e a de Santos (2017) sobre a questão da ontologia do ser social da obra de György Lukács. Salientamos que três artigos do *corpus* abordam questões étnicas/decoloniais (SAMMEL, 2009; ATWEH, 2011; KAYUMOVA; ZHANG; SCANTLEBURY, 2018), que são temas dos quais não nos ocuparemos nesta pesquisa, embora possam ser discutidos de forma secundária; esses trabalhos foram selecionados devido às concepções que eles apresentam sobre ontologia e epistemologia da ciência. A mesma observação é válida para os dois trabalhos que abordam a religião (MANSOUR, 2011; HATHCOAT; HABASHI, 2013); não é nosso objetivo discutir sobre a metafísica/teologia religiosa.

Delimitados os objetos de análise empírica e os temas e categorias em comum que emergem deles, cada bloco de temas e categorias foi mobilizado por meio da análise crítica do seu respectivo conto. Apresentamos, na seção seguinte, a análise dos contos “Ótima é a água” e “Borboleta angélica”. A análise foi desenvolvida por meio da articulação entre três elementos: concepções e elementos na narrativa dos contos que condensam as discussões sobre os temas e categorias; concepções e discussões identificadas nos trabalhos da EC; citação de autores marxistas — e de uma obra marxiana —, que foram o referencial teórico para interpretação dos temas e categorias no contexto dos contos e dos artigos da EC. Além de uma obra de Karl Marx, foram articuladas obras de Agnes Heller, Friedrich Engels, György Lukács, Henri Lefebvre, Ivo Tonet, Karel Kosik, Newton Duarte, Sérgio Lessa, entre outros.

### 3 ANÁLISE CRÍTICA DOS CONTOS DE PRIMO LEVI

Não temos como objetivo realizar uma análise literária profunda e específica dos contos de Primo Levi. Dentro dessas limitações, a análise crítica proposta nesta pesquisa tem o intuito de desvelar aspectos dos estatutos ontológico e epistemológico da ciência nesses textos — relacionados com os temas e categorias identificados —, que podem estar manifestados de forma explícita ou implícita. As análises que se seguem, portanto, têm a regência dos objetos de análise empírica e são desenvolvidas e guiadas pela teoria marxista e o método materialista histórico-dialético.

Reiteramos mais uma vez que, no método de análise, não houve hierarquia entre os contos e os trabalhos da EC, isto é, realizamos um movimento de análise crítica de ambos, de modo que um complemente o outro, desde a seleção até a análise, procurando identificar temas e categorias que emergem em comum entre eles e como esses dois objetos de análise se articulam com os referenciais marxistas na discussão acerca de aspectos ontoepistemológicos da ciência. No método de exposição, no entanto, optamos por dar centralidade para os contos.

#### 3.1 “Ótima é a água”: realidade, trabalho e natureza, e práxis

“Ótima a água e o ouro, como ardente  
fogo, resplandece à noite, acima da magnânima riqueza”  
(PÍNDARO, 2018, p. 75)

“Ótima é a água” é o último conto do livro *Vício de forma* (LEVI, 2005). O personagem principal é Boero, um químico técnico que trabalha rotineiramente em um laboratório fazendo medições do coeficiente de viscosidade de amostras de água destilada, um ofício que Boero considera burocrático e de inseto. Outro personagem do conto é Curti, seu chefe, ríspido e pouco flexível. Boero faz os experimentos de viscosidade seguindo as Tabelas de Landolt<sup>9</sup>, com os quais precisa conferir se a viscosidade se mantém a 1,00 centipoises<sup>10</sup> a 20 °C. O problema inicia quando Boero percebe alterações no valor da terceira casa decimal do resultado, o que não lhe causa tanta preocupação a princípio por se tratar aparentemente de uma alteração

---

<sup>9</sup> Existem diversos dados experimentais de viscosidade tabelados para gases e líquidos puros, como os do livro *Physikalisch-chemische Tabellen* de Landolt-Börnstein.

<sup>10</sup> O poise é a unidade de viscosidade dinâmica.

insignificante. Ao relatar a situação para Curti, o chefe insiste que o problema está em Boero e na execução dos experimentos; Boero se irrita e se desentende com Curti.

Às margens do rio italiano Sangone, localizado em Turim, Boero percebe que a água está fluindo de maneira diferente, mais grossa: “Dava a impressão de ser bem menos móvel, menos viva: as cascatinhas não arrastavam bolhas de ar, a superfície era menos encrespada, nem o marulho parecia o mesmo, era mais surdo, abafado” (LEVI, 2005, p. 328). Assim, Boero decide coletar uma amostra da água do rio para conferir o seu coeficiente de viscosidade. “Aquela água era monstruosa: 1,30 centipoises a 20 °C, trinta por cento acima do índice normal” (LEVI, 2005, p. 328). A constatação de Boero faz com que ele se reconcilie com Curti e, juntos, escrevem um memorando sobre a água monstruosa.

A partir desse ponto, são relatados pelo personagem principal os desastres decorrentes do aumento da viscosidade da água de causa desconhecida, que chega a 1,45 centipoises no rio Sangone, o que faz com que a viscosidade seja visível a olho nu, com aspectos de um óleo escorrendo. O problema espalha-se para outros rios e por todo o planeta: as chuvas grossas transformam os campos em pântanos, destruindo plantações em planícies, as árvores de copas altas morrem devido à difícil ascensão da água do solo até a copa. Em pouco mais de um ano, a anomalia atinge o mundo animal: nos humanos, as lágrimas escorrem pesadas, e os alimentos e bebidas demoram para se integrarem ao corpo. “[...] nossos corações, bombas miseráveis projetadas para a água de outros tempos, se extenuam de sol a sol para injetar o sangue viscoso dentro da rede de vasos; morremos aos trinta [...]” (LEVI, 2005, p. 330). No fim do texto, parece haver indícios da descoberta da origem da alteração da água, mas acabamos sem resposta.

Em carta escrita em 1987, em ocasião da reimpressão de *Vício de forma*, Levi escreve:

Quanto ao “Ótima é a água”, pouco depois de sua publicação a *Scientific American* trouxe a notícia, de fonte soviética, de uma “poliágua” viscosa e tóxica, em muitos aspectos semelhante àquela antecipada por mim; para sorte de todos, as experiências se demonstraram irreproduzíveis, e tudo acabou em fumaça. Orgulha-me a idéia de que essa minha lúgubre invenção tenha tido um efeito retroativo e apotropaico. Portanto o leitor pode ficar tranqüilo: a água, mesmo poluída, nunca se tornará viscosa, e todos os mares conservarão suas ondas (LEVI, 2005, p. 176).

O título do conto remete ao verso de abertura de um poema do poeta grego Píndaro, o que reflete a cultura clássica com a qual Levi teve contato no colégio, além desse poeta ser emblemático na relação entre cultura clássica e cultura científica (CRAVERO, 2018). “[...] ele [Boero] se perdeu na observação dos vórtices que se formavam a seus pés. ‘Ótima é a água’,

pensou: quem escreveu isso? Talvez Píndaro, ou um outro daqueles grandes que eram estudados no ginásio” (LEVI, 2005, p. 328). Tanto para Píndaro como para Levi, a água é de vital importância: para o poeta grego, a água é capaz de descrever a beleza das olimpíadas; para Levi, ela é essencial para a vida exatamente por sua natureza e propriedades (CRAVERO, 2018). A partir de alguns trabalhos que utilizaram esse conto em contexto de ensino, verifica-se que ele apresenta potencial para a discussão de questões acerca da natureza da ciência, como o erro a partir da filosofia de Gaston Bachelard (CEDRAN *et al.*, 2017) e as visões deformadas da ciência e do cientista (LEONARDO JÚNIOR, 2020a), ou ainda para ser utilizado como problematização de questões ambientais e do conceito de viscosidade, possibilitando diversos diálogos e perspectivas (GASPARETTO; CEDRAN; SÁ, 2022).

Concordamos que a questão do erro e das visões deformadas são aspectos relevantes para a ciência. Porém, na análise do conto que desenvolvemos, procuramos demonstrar que as discussões sobre a natureza da ciência podem ser mais amplas e aprofundadas, isto é, podem ser abordadas de forma mais integral — aqui fazemos referência à ideia de *Whole Science* de Bejarano, Aduriz-Bravo e Bonfim (2019). Entendemos que, ao abordar os estatutos ontológico e epistemológico, estamos trabalhando com uma concepção de ciência mais ampla, mais integral e, no caso deste estudo, mais alinhada com a concepção marxista.

A primeira discussão que propomos diz respeito à concepção da estrutura da realidade, a qual é mobilizada no conto por meio da catástrofe ecológica de dimensões amplas. Essa categoria é importante porque trata-se de um pressuposto essencial para a compreensão da especificidade ontológica do ser social (LUKÁCS, 2018). Considerando que o trabalho é categoria fundante do ser social e que a ciência é um trabalho mais sistematizado e orientado que só pode emergir da esfera do ser social, compreender a ontologia e a epistemologia da ciência requer uma concepção clara de ser social (LUKÁCS, 2018).

Sobre a dimensão da realidade, no estudo de Lin e Tsai (2017), os autores partem de entrevistas feitas a alunos sobre a natureza da ciência e definem duas dimensões: uma sobre o *status* da natureza e outra sobre a estrutura da natureza. Cada dimensão se divide em duas visões, sendo uma realista e outra idealista. Assim, as respostas dos alunos foram enquadradas dentro de uma visão de cada dimensão:

- Dimensão do *status* da natureza: a realidade é material e existe independente da experiência e conhecimento humanos e a ciência é capaz de representar a natureza como ela é (realista); não há realidade existente fora da experiência e conhecimento humanos

e o que se observa sobre o mundo é construído por meio de discursos e teorizações (idealista) (LIN; TSAI, 2017);

- Dimensão da estrutura da realidade: a natureza, em sua essência, tem uma estrutura a priori, isto é, uma estrutura absoluta (realista); a natureza não tem nenhuma suposta estrutura ou ordem (idealista) (LIN; TSAI, 2017).

As duas visões que Lin e Tsai (2017) definem sobre o *status* da natureza se assemelham com o esquema apresentado por Bencze e Elshof (2004), constituído por dois eixos: um *continuum* ontológico (eixo vertical) que vai da perspectiva realista à antirrealista, e um *continuum* epistemológico (eixo horizontal) que vai da racionalista à naturalista, existindo, portanto, quatro possibilidades de cruzamento representadas pelos quatro quadrantes. O que Lin e Tsai (2017) chamam de visão realista do *status* da natureza é o que Bencze e Elshof (2004) chamam de perspectiva realista no *continuum* ontológico. Enquanto Lin e Tsai (2017) não entendem as visões na forma de um *continuum*, Bencze e Elshof (2004) entendem que existem diferentes níveis/gradientes das perspectivas. Bencze e Elshof (2004) não discutem sobre a dimensão da estrutura da realidade.

Também identificamos em outros estudos o mesmo embate entre concepções realista e antirrealista. Laburú, Carvalho e Batista (2001) discorrem sobre algumas controvérsias construtivistas: opiniões diversas sobre os fundamentos do construtivismo. De acordo com esses autores, o construtivismo radical entende que a realidade é constituída pelas indagações humanas e que o conhecimento científico não é regido por um método científico racional, mas por essas indagações, que tomam forma de acordo com os processos e fatores individuais (LABURÚ; CARVALHO; BATISTA, 2001). “O que existe e o que podemos dizer é que a verdade é relativa às estruturas conceituais que cada um de nós constrói, tendo cada pessoa acesso apenas às suas próprias experiências” (LABURÚ; CARVALHO; BATISTA, 2001, p. 157). Assim, os autores mostram como o construtivismo radical se configura mais como um relativismo do que um empirismo.

No trabalho de Kang e Wallace (2005), os autores destacam que a visão que um professor tem da ciência influencia na sua prática e atividades em laboratório. Concordamos que a concepção de ciência (e de mundo) está atrelada à prática docente, por isso temos investigado aspectos do que seria a concepção de ciências da natureza marxista. Entretanto, verificamos que a abordagem dos autores (KANG; WALLACE, 2005) é polarizada no estatuto epistemológico da ciência, o que secundariza o estatuto ontológico, entendido como uma dimensão da epistemologia. Assim, ambos os estatutos são relativizados: a epistemologia, por

exemplo, é abordada como “crenças epistemológicas”, sendo possíveis várias combinações de crenças epistemológicas com aspectos ontológicos, o que lembra os gradientes de Bencze e Elshof (2004).

A possibilidade de que diferentes combinações de aspectos ontológicos e relacionais de crenças epistemológicas produzam várias práticas de ensino sustenta o argumento de que as crenças epistemológicas são multidimensionais (Hofer, 2000). Em particular, aspectos ontológicos e relacionais parecem ser dimensões distintas de crenças epistemológicas que explicam diferentes partes das práticas de ensino (KANG; WALLACE, 2005, p. 161, tradução nossa).

Westphal e Pinheiro (2004, 2005) trabalham com a epistemologia do filósofo da ciência Mario Bunge, o qual se opõe às tendências relativistas e idealistas da área e defende o realismo ontológico. Para explicar o que é realismo ontológico, os autores (WETSPHAL; PINHEIRO, 2004) trazem em nota de rodapé uma citação de Cupani e Pietrocola (2002, p. 101): trata-se da “[...] convicção de que o mundo existe independentemente de nós. Para Bunge, todas as operações da ciência [...] implicam essa crença e ficariam privadas de sentido sem ela”.

De modo geral, percebemos que esses trabalhos (LABURÚ; CARVALHO; BATISTA, 2001; BENCZE; ELSHOF, 2004; WETSPHAL; PINHEIRO, 2004, 2005; KANG; WALLACE, 2005; LIN; TSAI, 2017) tendem a chamar essas concepções ontológicas e epistemológicas de crenças, visões e perspectivas, relativizando-as, uma vez que as possibilidades de combinação de uma visão realista com outra antirrealista não são tratadas no sentido de incompatibilidade ontológica e de concepção de mundo, ambas são formas possíveis de ver o mundo. Além disso, essas visões e perspectivas são trabalhadas sempre a partir da perspectiva do sujeito cognoscente (abordagem epistemológica), sem uma discussão mais ampla e filosófica sobre a natureza da ciência como um tipo de trabalho e sobre o ser humano.

Como discutido na introdução desta dissertação, o estatuto ontológico diz respeito à essência e à realidade última dos seres/objetos, e vemos em Lukács uma concepção de ontologia também relacionada à concepção de mundo (LÊNIN, 1982; LUKÁCS, 2018). A perspectiva ontológica geral para o marxismo é realista, isto é, o movimento da realidade é material e existe independente da consciência e conhecimento humanos, diferente de uma concepção ontológica antirrealista, em que a realidade existe a partir da mente humana (LÊNIN, 1982). Assim, resgatando os trabalhos de Bencze e Elshof (2004) e de Lin e Tsai (2017), a concepção marxista se enquadra nas classificações realistas propostas por esses autores, mas exige que se apague qualquer possibilidade de relativização e combinação com classificações idealistas.

[...] a realidade não é um construto subjetivo, embora a sua apreensão implique necessariamente a participação da subjetividade [em sentido epistemológico]. Na perspectiva marxiana, a realidade objetiva tem uma existência independente da consciência e, portanto, tem uma prioridade sobre a subjetividade. Pode existir objeto (realidade objetiva; coisa) sem sujeito, mas não pode existir sujeito sem objeto (TONET, 2013, p. 101).

No conto, Primo Levi trata de uma alteração na viscosidade da água que pode ter sido causada por alguma contaminação, o que remete a questões ambientais. Embora Levi (2005) afirme na carta de 1987 que a água, mesmo poluída, nunca será viscosa, pelo menos não na dimensão imaginada no conto, sabemos como as diversas fontes de poluentes alteram a qualidade da água, afetando os ecossistemas e o ser humano. Levi poderia ter criado uma história em que a alteração da viscosidade afetasse apenas o quê ou quem tivesse contato direto com a água do rio Sangone. No entanto, ele adiciona um brilhante ingrediente ficcional que faz desse conto uma ficção científica distópica: a água monstruosa parece se espalhar como um vírus, ou ainda: parece que a própria natureza da água está se alterando, de forma que até as lágrimas se tornam viscosas. O químico e escritor, mesmo por meio de elementos ficcionais, revela não apenas uma concepção de *status* e estrutura da natureza realistas — considerando as classificações de Lin e Tsai (2017) —, mas uma estrutura da natureza não reducionista ou absolutista, pois resgata a prioridade ontológica da água e o movimento dela na realidade. Em Lin e Tsai (2017), entendemos que a crença ontológica realista sobre a estrutura da realidade é absolutista e, portanto, mais próxima de uma concepção positivista.

Para se entender a ontologia do ser social e como o ser humano se distingue dos demais seres, é necessária uma concepção realista estratificada da realidade, em que a caracterização e as categorias de cada estrato dependem da natureza do ser. A partir de Duarte (1998), Marx (2010), Lukács (2018) e Peneluc, Pinheiro e Moradillo (2018), afirmamos que existem três níveis/esferas — três tipos de ser — com componentes categoriais centrais da ontologia humana: o ser inorgânico (inanimado, físico-natural), o ser orgânico (biológico, meio de vida) e o ser social (vida mental). Vale ressaltar que, nessa concepção ontológica, considerar diferentes níveis de realidade não quer dizer que cada nível seja uma realidade única e independente; ambos pertencem a uma unidade indissolúvel histórica e natural da única realidade material e objetiva. Não quer dizer também que cada tipo de ser não apresente atributos próprios: elementos dos três tipos de ser têm conexão e diferenciação; o ser social emerge da esfera orgânica, que, por sua vez, emerge da inorgânica; logo, o ser humano é social,

orgânico e inorgânico, não podendo ser reduzido a nenhuma dessas esferas (DUARTE, 1998; MARX, 2010; LUKÁCS, 2018; PENELUC, PINHEIRO; MORADILLO, 2018).

Se na realidade surgem formas de ser mais complexas, mais compostas (vida, sociedade), então as categorias da ontologia geral devem ser conservadas nelas como momentos superados; [...] a ontologia geral ou, em termos mais concretos, a ontologia da natureza inorgânica como fundamento de todo existente é geral pela seguinte razão: porque não pode haver qualquer existente que não esteja de algum modo ontologicamente fundado na natureza inorgânica. Na vida aparecem novas categorias, mas estas podem operar com eficácia ontológica somente sobre a base das categorias gerais, em interação com elas. [...] A questão marxiana sobre a essência e a constituição do ser social só pode ser formulada racionalmente com base numa fundamentação assim estratificada (LUKÁCS, 2018, p. 27).

O ser humano se distingue dos seres orgânico e inorgânico a partir de categorias específicas, sendo as principais o trabalho e a consciência: “[...] o animal apenas *usa* a natureza exterior e, por sua simples presença, causa modificações nela; o ser humano a põe a serviço de seus fins por meio das modificações que introduz nela; ele a *domina*” (ENGELS, 2020, p. 347, grifo do autor). É o trabalho e, portanto, a consciência, que possibilitaram o salto ontológico ou qualitativo do ser orgânico ao ser social (TONET, 2013).

Esse entendimento nos permite inferir que não existe separação entre o ser social e a natureza, mas, como discorre Tonet (2013) sobre o padrão moderno de cientificidade, o intenso dinamismo da sociedade capitalista e a intervenção ativa do homem exigiram uma separação idealizada entre sociedade e natureza, pois esta passou a ser entendida como submissa ao homem e aos seus interesses, que precisa explorá-la e conhecer suas qualidades mensuráveis a fim de aumentar a base material. Quanto mais universal o homem é em relação ao animal, mais universal é a dominação que ele exerce sobre o ser inorgânico (MARX, 2010), mas o homem não se liberta da natureza no sentido de se tornar independente e livre das suas leis; ele só se liberta da natureza conforme conhece as suas leis e consegue fazê-las atuarem para determinados fins (ENGELS, 2020), e por mais que conheça as suas leis, ainda assim, não deixa de ser orgânico e inorgânico.

No conto, Levi nos mostra como as três esferas do ser estão conectadas: o problema da viscosidade da água, propriedade das moléculas (esfera inorgânica) afeta a vegetação e o organismo humano (esfera orgânica) e afeta o trabalho e o funcionamento da vida em sociedade, impossibilitando o cultivo, o uso de automóveis em asfaltos molhados, o uso de lavadoras automáticas e impossibilitando até o alívio causado por um choro (esfera social).

Assim como os rios, nós também estamos turvos; [...] Não choramos: o líquido lacrimal estaciona supérfluo em nossos olhos e não se decompõe em lágrimas, mas deflui como um soro, o que retira dignidade e alívio ao nosso pranto (LEVI, 2005, p. 330).

Aqui, trazemos uma instigante afirmação de Engels (2020) sobre as consequências das modificações que o homem causa na natureza:

[...] não fiquemos demasiado lisonjeados com nossas vitórias humanas sobre a natureza. Esta se vingará de nós por toda vitória desse tipo. Cada vitória até leva, num primeiro momento, às consequências com que contávamos, mas, num segundo e num terceiro momentos, tem efeitos bem diferentes, imprevistos, que com demasiada frequência anulam as primeiras consequências (ENGELS, 2020, p. 347).

De fato, o trabalho, que está no cerne do ser social, implica alterações diversas da natureza, ou seja, a natureza sempre será afetada de alguma forma enquanto o homem existir e por mais liberto que ele esteja. Essa vingança a qual Engels se refere não deve ser compreendida de forma metafísica, caindo em uma concepção animista da natureza. Essa vingança reflete a própria natureza do ser social, que não deixa de ser inorgânico, que não se aparta jamais das leis naturais e que, por mais sustentáveis que sejam suas objetivações materiais, estas estarão sempre dependentes, de alguma forma, do ser inorgânico e do ser orgânico. Devastar estes dois tipos de ser remete a um ato suicida, pois, de acordo com Marx (2010, p. 84, grifo do autor), “O homem *vive* da natureza [...]”, ou seja, “[...] a natureza é o seu corpo, com o qual ele tem de ficar num processo contínuo para não morrer”; [...] a vida física e mental do homem está interconectada com a natureza [...]”. O ser social existe porque a água tem uma dada viscosidade a uma dada temperatura. Alterá-la significa alterar o ser social, pois o ser inorgânico é fundamento de todo ser. Embora a água possa não se alterar a esse ponto, sua contaminação contamina o orgânico e o social, e Levi nos mostra isso a partir da sua ficção da água monstruosa, que acaba afetando toda a natureza do ser humano: sua digestão, jeito de chorar, expectativa de vida e atividades/trabalhos.

Engels (2020, p. 348) continua:

[...] a cada passo somos lembrados de que não dominamos de modo nenhum a natureza como um conquistador domina um povo estrangeiro, ou seja, como alguém que se encontra fora da natureza — mas fazemos parte e estamos dentro dela com carne e sangue e cérebro e todo o nosso domínio sobre ela consiste em que, distinguindo-nos de todas as outras criaturas, somos capazes de conhecer suas leis e aplicá-las corretamente [...].

[...] estamos cada vez mais em condições de aprender e conhecer e, desse modo, a controlar até mesmo as consequências naturais de mais longo prazo,

pelo menos de nossas atividades produtivas mais habituais. Porém, quanto mais fizermos, tanto mais os seres humanos voltarão não só a se sentir em unidade com a natureza, mas também a ter ciência disso, e tanto mais inviável se tornará aquela representação absurda e antinatural de um antagonismo entre espírito e matéria, homem e natureza, alma e corpo [...].

O homem primitivo não dispunha de conhecimentos sistematizados sobre a causalidade da natureza, suas leis e mecanismos, e não tinha consciência de si enquanto ser histórico e social. Hoje, o conhecimento científico e tecnológico, além da compreensão de que somos seres sociais e de que estamos inseridos em uma sociedade de classes capitalista, que nos aliena e nos explora e que devasta o meio ambiente, permite, a partir da própria contradição do sistema, que tenhamos consciência de que a sociedade capitalista é inviável tanto para nossa humanização como para a preservação ambiental: ela tende à aniquilação da natureza e do ser humano. A própria natureza dúplice da sociedade burguesa permite e impede a compreensão da realidade social como resultado da atividade humana e não de leis determinísticas ou de forças sobrenaturais (TONET, 2013).

Evidências científicas já demonstraram, por exemplo, como a agropecuária tem relação com o consumo de água e com o desmatamento, levando ao surgimento de novos vírus e pandemias e contribuindo para o aquecimento global (MASCARO, 2020; PENELUC, 2020). Vários exemplos poderiam ser citados, como o uso exacerbado e desnecessário de materiais plásticos, a dinâmica automotiva e a queima de combustíveis fósseis, a produção em massa das indústrias, que geram dejetos e gases poluentes etc. Com o nível de conhecimento científico atual, esses fatores poderiam ser repensados a partir da prática social e substituídos por outras dinâmicas, que efetivamente afetassem menos o meio ambiente; contudo, isto exige uma mudança estrutural, do modo de produção, de concepção de mundo e da produção de conhecimento científico, isto é: exige a superação da sociedade capitalista.

Pensando na ciência, essa concepção de realidade estratificada supera o empirismo mecanicista do positivismo, uma vez que não reduz o estrato do real ao do empírico. Em relação a isso, Yucel (2018) e Wagner e Silveira (2019) trazem em seus artigos as contribuições do filósofo Roy Bhaskar<sup>11</sup>, que defende um realismo crítico, isto é, um tipo de realismo científico

---

<sup>11</sup> Ram Roy Bhaskar (1944-2014) foi um filósofo da ciência de relevância mundial. Sua obra teve três fases, com aproximações com a dialética e estudos de Hegel e Marx; no entanto, a terceira fase do filósofo é marcada por espiritualidade e idealismo (WAGNER; SILVEIRA, 2019). Mesmo assim, concordamos com sua crítica ao empirismo e seus apontamentos sobre o realismo ontológico e a estrutura da realidade, desenvolvidos nas obras da primeira fase (ver BHASKAR, 2013).

que se distancia do empirismo, reivindicando a prioridade da ontologia na produção de conhecimento científico sem que ela seja relativizada.

[...] toda teoria científica tem uma compreensão de como deve ser o mundo, a natureza do ser (ontologia), e do conhecimento (epistemologia), o problema consiste em reduzir nossas concepções ontológicas às nossas concepções epistemológicas, fazendo a primeira ser um produto da segunda [...] (WAGNER; SILVEIRA, 2019, p. 237).

No realismo empírico ou materialismo mecanicista — de herança huminiana —, a concepção é de que o movimento mental coincide diretamente com o movimento do real, como se o reflexo ou espelhamento fosse uma fotocópia do real: os objetos e relações aparecem no espelhamento independentemente de serem singulares, particulares ou universais, os diferentes tipos de ser são absolutizados (LUKÁCS, 2018; WAGNER; SILVEIRA, 2019). Concordamos com Della Fonte (2005) que tanto o debate de Lukács contra o neopositivismo como e de Bhaskar contra o realismo empírico podem trazer contribuições para se pensar a pesquisa nas ciências humanas e evitar as armadilhas ceticistas e antirrealistas da pós-modernidade. Entendemos que esses filósofos também podem contribuir para se pensar nos enfrentamentos contra as concepções positivistas e pós-positivistas que dominam as ciências da natureza.

Bhaskar (2013) entende a realidade como uma unidade de três estratos ou domínios distintos: o empírico, o atual/factual e o real. O real se manifesta além do que podemos experimentar; e embora o domínio empírico sempre englobe os outros domínios, não necessariamente percebemos por meio dele todos os entes, mecanismos e propriedades, pois podem estar em um nível do real ainda não investigado (BHASKAR, 2013; YUCEL, 2018; WAGNER; SILVEIRA, 2019). Yucel (2018) traz o exemplo da fotossíntese na forma de esquema para exemplificar os três domínios:

- Domínio do real/causal: forças reais que podem ou não ser ativadas, mecanismos geradores: estrutura química das moléculas de água e de dióxido de carbono;
- Domínio do factual: o que de fato ocorre em decorrência das forças causais e da combinação de tendências: representação da reação química da fotossíntese;
- Domínio do empírico: dados coletados: quanto menos luz solar, menor a fotossíntese; quanto mais água, maior a fotossíntese.

Da mesma forma, podemos exemplificar os três domínios para o caso da viscosidade da água:

- Domínio do real/causal: estrutura química das moléculas de água;

- Domínio do factual: representação das interações intermoleculares existentes na água e as forças exercidas por elas;
- Domínio do empírico: com a alteração das condições ambientes e/ou da composição da água, altera-se a viscosidade, a água fica mais “grossa” ou mais “fina”.

Ainda com base no exemplo de Yucel (2018), o autor indica que as teorias científicas podem se referir a qualquer um desses domínios. Embora não seja o foco desta pesquisa entender com mais detalhes a estratificação da realidade — é suficiente a concepção de uma realidade estratificada ao invés de uma realidade absoluta/essencialista —, encontramos no conto “Ótima é a água” alguns indícios dessa concepção: “Rapidamente a anomalia se estendeu ao longo do verão, com um mecanismo que desafiava toda tentativa de explicação [...]” (LEVI, 2005, p. 329). Aqui o personagem supõe que talvez algum mecanismo relacionado à água e sua viscosidade não tenham sido captados pela ciência. A ficção da água monstruosa criada por Levi, associada ao seu relato sobre a políagua viscosa e tóxica, evidencia que não existe verdade absoluta, pois sempre pode haver mecanismos não identificados sobre a natureza da água e sua interação/reactividade com outras substâncias.

[...] de fato, o universal não aparece na realidade existente em si de maneira imediata ou isolada, independentemente dos objetos e das relações singulares, sendo portanto necessário obtê-lo mediante a análise de tais objetos, relações etc. Isso, porém, de modo algum suprime o seu ser-em-si ontológico, mas apenas lhe confere características específicas. Não obstante, é dessas circunstâncias que surge a ilusão de que o universal nada mais é que um produto da consciência cognoscente, e não uma categoria objetiva da realidade existente em si (LUKÁCS, 2018, p. 60).

Dentro dos limites desta pesquisa, não iremos aprofundar a discussão sobre o universal e o particular, o devir e o reflexo de formações materiais, categorias que também se articulam com a discussão da estratificação da realidade. A molécula de água tem, devido à sua natureza, um determinado devir, isto é, potencialidades de vir a ser qualitativamente outra coisa após um crescimento quantitativo, o qual decorre por meio de interações (LEFEBVRE, 1991). A interação da água com outras moléculas e/ou condições/meios faz com que existam reflexos mútuos, os quais refletem sob uma forma específica as particularidades provenientes das interações entre universais (CHEPTULIN, 1982). “[...] na natureza inanimada, o reflexo toma a forma de uma reação química ou física em retorno, que coincide com a mudança do estado interno da formação material submetida às ações exteriores [...]” (CHEPTULIN, 1982, p. 83). Por isso, a aparência e o fenômeno são apenas um momento da essência e não ela própria; diferentemente dos empiristas, devemos ir além e tentar conhecer o que está por trás dessas

particularidades refletidas, quais mecanismos estão envolvidos nesse processo de reflexão entre formações materiais, quais são as características das entidades e o seu devir, sem jamais assumir uma entidade como a mais elementar ou fixa, pois cristaliza-se o movimento da natureza (CHEPTULIN, 1982; LEFEBVRE, 1991). Tal movimento, de acordo com Engels (2020, p. 170), surge da incidência mútua entre os corpos/entidades que existem dentro de um contexto: “[...] a matéria é inconcebível sem movimento”.

Lefebvre faz uma diferenciação entre leis universais e leis particulares. No caso dos valores de viscosidade da água organizados nas Tabelas de Landolt, esses valores representam leis particulares. Embora possam parecer imutáveis, é importante salientar que a viscosidade da água é 1,00 centipoises a 20 °C desde que esta seja destilada e esteja sob certas condições, como temperatura, pressão etc., além do próprio valor estabelecido ser referente a uma determinada escala. “A lei universal diz que todo devir implica saltos, pois a quantidade transforma-se em qualidade [...]”; portanto, as leis particulares “[...] caem sob a lei universal e aparecem como ilustrações e conseqüências dessa lei” (LEFEBVRE, 1991, p. 215).

De acordo com Lefebvre (1991), o fato de o universo estar em movimento não implica a inexistência de seres relativamente estáveis e de qualidades relativamente constantes. A espécie humana existe, tem qualidades próprias, mas evolui; a água existe, tem qualidades próprias, mas não com a simplicidade e estabilidade requerida pela pura lógica (LEFEBVRE, 1991), ou, nos termos de Bhaskar, as moléculas de água não estão em um sistema fechado na natureza (WAGNER; SILVEIRA, 2019). A matéria é inerte apenas na aparência, uma vez que é constituída de ritmos e vibrações diferentes dos nossos; ela não é absolutamente estável: os elementos químicos não podem ser definidos pelo peso atômico constante, pois existem os isótopos, e os prótons e nêutrons não podem ser considerados entidades últimas/elementares do átomo, pois a estrutura é complexa e móvel (LEFEBVRE, 1991).

Para complementar essa discussão acerca dos diferentes níveis da realidade, trazemos a abordagem de Kind e Osborne (2017) sobre os diferentes tipos de raciocínio científico e as formas de conhecimento das quais esse raciocínio depende: conhecimento do conteúdo, conhecimento procedimental e conhecimento epistêmico. Em nota de rodapé, os autores explicam:

[...] uma entidade ontológica, por exemplo, uma onda, um gene ou um elemento é distinta de uma entidade procedimental como uma variável, um erro de medição, [...] que, por sua vez, é distinta de uma entidade epistêmica, como uma teoria, uma hipótese ou um argumento indutivo” (KIND; OSBORNE, 2017, p. 10, tradução nossa).

Relacionando com o que discutimos, podemos entender que a entidade procedimental faz parte do domínio do empírico, o qual não revela aspectos diretos do domínio do real (entidade ontológica), mas que apresenta determinado comportamento e resposta a uma análise porque o real tem determinadas características e mecanismos. A entidade epistêmica, por sua vez, diz respeito à consciência humana e aos métodos científicos. Contudo, ao considerarem a entidade ontológica como conhecimento do conteúdo e ao subordinarem essa entidade às várias formas de raciocínio — por exemplo, a dedução matemática —, a discussão dos autores fica polarizada no estatuto epistemológico. Além disso, não parece haver uma discussão mais profunda do estatuto ontológico sobre como uma variável se relaciona dialeticamente com o real e em como as formas de raciocínio — dedução matemática, avaliação experimental, modelagem hipotética, categorização e classificação etc. — refletem o movimento do real, da matéria. Os autores afirmam que

Essas formas de raciocínio existem porque foram, e ainda são, bem-sucedidas em responder às questões ontológicas, causais e epistêmicas que são o foco das ciências. Elas são boas não porque detectam a verdade; em vez disso, elas são boas porque são bem-sucedidas” (KIND; OSBORNE, 2017, p. 13, tradução nossa).

Temos identificado em autores marxistas, como Cheptulin (1982), Lênin (1982), Lefebvre (1991) e Engels (2020), uma convergência no que diz respeito à natureza ser dialética. Isso porque, se somos capazes, por meio da consciência e do raciocínio no espelhamento da realidade material, captar categorias e movimentos das leis da dialética, isso significa que o movimento do pensamento coincide com o movimento da matéria, as leis da dialética são abstraídas da história da natureza. “[...] o movimento de nossa reflexão pode e deve reproduzir o movimento através do qual a essência se traduz, se trai, se reencontra em si mesma, mais profunda que o fenômeno e, todavia, ‘expressa’ por ele (LEFEBVRE, 1991, p. 217). Engels (2020), por exemplo, critica a concepção idealista de Hegel sobre as leis da dialética, que teriam prioridade sobre a natureza:

O erro reside em que essas leis, na condição de leis do pensamento, são impostas à natureza e à história e não deduzidas destas. O resultado, então, é toda essa construção forçada, muitas vezes de arrepiar os cabelos: o mundo, querendo ou não, deve se orientar por um sistema de pensamento que, por sua vez, não passa de produto de determinado estágio do desenvolvimento do pensamento humano (ENGELS, 2020, p. 111).

É a própria prática, nos termos de Lênin (1982), ou o próprio desenvolvimento histórico das ciências naturais, que atinge graus mais elevados de elaboração, nos termos de Engels (2020), que comprovam a dialética da natureza. Assim, não concordamos que os tipos de raciocínio (ou a própria construção do conhecimento científico) sejam simplesmente crenças, perspectivas ou frutos de um sucesso.

Em seu artigo, Skordoulis (2008) aborda a relação entre marxismo, ciência e concepção de mundo com base na obra de Karl Marx. Skourdoulis (2008) aborda o realismo científico de Marx, o qual, além de partir de uma concepção ontológica realista, rejeita o empirismo que se detém em sistematizar o que é diretamente observável — mesma crítica que encontramos em Bhaskar — ao invés de pesquisar as causas implícitas, isto é, aquilo que não se revela na aparência. Para Lukács (2018), o neopositivismo recai no erro do empirismo porque acaba valorizando em demasia e deformando a participação do sujeito no espelhamento do universal no pensamento, não reconhecendo que o espelhamento pode estar refletindo apenas momentos da realidade, pois é ignorada a existência em si do universal, que acaba sendo compreendido sob a manipulação subjetivista. Ainda de acordo com Lukács (2018, p. 69):

[...] somente quando for possível afirmar o ser inorgânico como o fundamento de todo ser, sem com isso destruir no pensamento a constituição específica do ser orgânico e do ser social, quando tiver sido compreendida a diversidade dos modos de ser em sua indissociável associação e simultaneamente em suas diferenças qualitativas, só então pode surgir uma ciência internamente unitária.

É necessário superar o sensível e imediato para se penetrar no real, superação esta que é negada pelos empiristas; contudo, a abordagem dos racionalistas também é equivocada porque entendem as ideias de forma metafísica, as situam para além do real (LEFEBVRE, 1991). Penetrar no real “[...] é atingir pelo pensamento um conjunto cada vez mais amplo de relações, de detalhes, de particularidades, captadas numa totalidade. Esse conjunto, essa totalidade, por outro lado, jamais podem coincidir com a totalidade do real, com o mundo” (LEFEBVRE, 1991, p. 112).

Outro aspecto da discussão que emerge do conto é a práxis<sup>12</sup>. Para Lukács (2018, p. 28, grifo do autor), o conhecimento da ontologia do ser social só é possível pela compreensão da

---

<sup>12</sup> Reconhecemos que existe uma polêmica no marxismo sobre a centralidade ou não da categoria “práxis”, discutida com mais detalhes por Duarte (2009). O autor mostra que não existe um consenso de qual seria o sentido da expressão “filosofia da práxis” utilizada por Antonio Gramsci: o filósofo italiano teria a utilizado ora como forma de burlar a censura ora como categoria principal do marxismo. Essa abordagem de práxis como categoria central não existe em Marx, pois práxis é utilizada por ele como prática (não existe uma palavra em alemão para práxis) (DUARTE, 2009). Marx, contudo, adjetiva a prática, como as expressões “atividade revolucionária”,

práxis no seu sentido objetivo e subjetivo: “[...] objetivamente o ser social é a única esfera da realidade na qual a práxis cumpre o papel de *condido sine qua non*[<sup>13</sup>] na conservação e no movimento das objetividades, em sua reprodução e em seu desenvolvimento”.

Identificamos em “Ótima é a água” aspectos de uma práxis técnica e fetichizada por meio do trabalho de Boero — trabalho este que o personagem não se identifica e até questiona a sua verdadeira necessidade —, e o qual apresenta elementos da ciência neopositivista discutidos por Lukács (2018).

Estava ali, e não era tão esplêndido quanto esperara; não era nem sequer divertido, aliás, era muito triste pensar que a) não basta estar num laboratório para se sentir mobilizado, um soldado na batalha da ciência; b) deveria dedicar-se, pelo menos por um ano, a um trabalho diligente e idiota, e diligente porque idiota, um trabalho feito apenas de deligência, um trabalho já feito por no mínimo outros dez, todos obscuros, todos provavelmente já mortos, e mortos sem outro nome além daquele perdido em meio a outros trinta mil, no vertiginoso índice de autores das Tabelas de Landolt (LEVI, 2002, p. 326).

Vemos no ofício de Boero o trabalho de um cientista técnico, uma figura emblemática de uma ciência destinada a fins práticos, isto é, uma ciência de orientação gnosiológica/epistemológica. Destacamos que o próprio Primo Levi se autodefinia como um técnico — em relação ao seu trabalho na SIVA, uma fábrica de vernizes — e expressava sua inquietação com esse tipo de ofício nas suas entrevistas e criações literárias, como no conto “Ótima é a água”. Em entrevista concedida a Edoardo Fadini em 1966 (LEVI, 1997), Levi afirma:

Eu sou um anfíbio, um centauro. E me parece que a ambiguidade da ficção científica reflete o meu destino atual. Estou dividido em duas metades. Uma é a da fábrica, em que sou um técnico, um químico. A outra, no entanto, é totalmente separada da primeira, e é uma na qual eu escrevo, respondo a entrevistas, trabalho minhas experiências passadas e presentes. São realmente duas metades de cérebros. É uma ruptura paranoica [...] E são duas partes de mim tão separadas que na primeira, a da fábrica, nem consigo trabalhar nela com a caneta e a imaginação. Tentei contar histórias sobre minha vida na fábrica. Elas são as piores. Não. Eu nunca vou conseguir, tenho certeza (LEVI, 1997, tradução nossa).

---

“atividade prático-crítica”, “prática revolucionária”, que parecem estar mais relacionadas com o que entendemos por práxis (DUARTE, 2009).

<sup>13</sup> Expressão em latim que significa “sem o/a qual não”, que expressa algo que é indispensável, essencial.

Nesse relato, percebemos que o trabalho técnico é incompatível com a imaginação, a criatividade e ainda com a possibilidade de desenvolvimento de uma concepção de mundo mais ampla e rica. Maciera (2019) cita uma entrevista de Levi (CALCAGNO; POLI, 2013) na qual o autor afirma que seu ofício de químico era matéria-prima para sua produção literária e a própria forma de escrever; contudo, aqui Primo Levi não está se referindo ao ofício enquanto trabalho técnico. Nas discussões a seguir procuramos mostrar como esse ofício técnico se relaciona com as filosofias positivista e neopositivista.

Com o objetivo de afastar da investigação científica qualquer especulação religiosa (metafísica), a ciência moderna desterra nominalmente a ontologia, eliminando qualquer questão de cunho ontológico; essa postura parte de uma concepção idealista que supõe ser possível essa eliminação, pois ela levaria a uma suposta neutralidade que garantiria a objetividade científica (DELLA FONTE, 2007; LUKÁCS, 2018). Assim, da ciência interessa apenas a sua utilidade imediata — para o aumento da base material capitalista — e não o que ela diz sobre o que é o mundo; a concepção de mundo é extraída e isolada do conhecimento científico, podendo atuar independente e ser controlada, por exemplo, pela Igreja (LUKÁCS, 2018). Nesse padrão de cientificidade moderno, Tonet (2013) afirma que a ciência de orientação gnosiológica/epistemológica tem centralidade na subjetividade, isto é, tem prioridade do sujeito em relação ao objeto: a pergunta: “o que é o objeto?” dá espaço à pergunta “como é possível conhecer o objeto?”. Nesse sentido, o objeto é construído conceitualmente pelo sujeito cognoscente ao invés de ser traduzido (TONET, 2013).

Focados nas ciências humanas/sociais, Kincheloe e Tobin (2009) destacam seis pressupostos epistemológicos (com dimensões ontológicas) que são identificados na pesquisa positivista, os quais estão relacionados com neutralidade, objetividade, absolutismo e inflexibilidade; são eles: formal, intratável, descontextualizada, universalista (tende a fazer generalizações/cristalizações), reducionista e unidimensional (define métodos de pesquisa corretos). “[...] essas percepções ontológicas/epistemológicas moldam profundamente a forma como percebemos o mundo, a nós mesmos, nossa relação com o mundo, a educação e a produção de conhecimento” (KINCHELOE; TOBIN, 2009, p. 522). Embora concordemos com a maior parte da crítica ao positivismo, percebemos que os autores não recuperam a prioridade da ontologia e a discutem a partir de aspectos epistemológicos. Além disso, na descrição de alguns pressupostos epistemológicos positivistas — como o unidimensional — aos quais eles se opõem, os autores tendem a relativizar a realidade objetiva no debate entre uma ciência ocidental e oriental:

Unidimensional – moldado pela crença de que existe uma realidade verdadeira que pode ser descoberta e completamente descrita seguindo os métodos de pesquisa corretos. Tal orientação epistemológica postula tacitamente que o estado de vigília da consciência humana ocidental é o único estado digno de estudo e uso em nossa existência diária (KINCHELOE; TOBIN, 2009, p. 519, tradução nossa).

Em seu estudo, Kelly (1997) mostra algumas similaridades entre o positivismo e o construtivismo radical em relação à ontologia. O autor entende a perspectiva do construtivismo radical como um programa de pesquisa, nos termos do filósofo da ciência Imre Lakatos. Sendo uma das perspectivas do construtivismo, o construtivismo radical rejeita o realismo filosófico, isto é, a existência do mundo material independentemente da consciência humana. Embora também seja interpretado como uma forma de realismo — uma vez que o construtivismo radical se articula com uma multiplicidade de posições ontológicas —, trata-se de um falso realismo, pois entende que “Existe uma realidade independente de nossos pensamentos e compromissos teóricos, mas essas aparências disponíveis ao conhecimento humano são aprendidas de maneira dependente da teoria [...]”, ou seja, essas aparências são construções humanas (KELLY, 1997, p. 362, tradução nossa).

Mesmo que em termos ontológicos o construtivismo radical possa ser entendido como realista, em termos epistemológicos ele é relativista, e a epistemologia, nesse caso, tem prioridade sobre a ontologia, o objeto não é o polo regente da construção do conhecimento científico. Para Kelly (1997), o positivismo é uma das filosofias antirrealistas mais fortes, pois prioriza a verificabilidade e a demarcação e ignora questões relacionadas à realidade por considerá-las metafísicas. Os construtivistas radicais também apresentam semelhança com os positivistas no que diz respeito à viabilidade de teorias: “[...] o conhecimento consiste em construções cognitivas e é viável na medida em que é consistente com a experiência e permite que os humanos façam previsões”, sendo essa viabilidade entendida como ontologicamente neutra (KELLY, 1997, p. 361).

Um exemplo de concepção ontológica realista e epistemológica relativista — como apresentado na discussão de Kelly (1997) — pode ser identificado no trabalho de Staver (1998). Diante das várias críticas que o construtivismo recebe devido a seu silêncio acerca da ontologia, Staver (1998) a defende como uma teoria sólida, justificando que a experiência é nossa única interface com a realidade — concepção positivista, como discutido por Kelly, (1997) — e que o conhecimento diz respeito à coerência:

[...] quero enfatizar que, embora aconselhemos o silêncio, não negamos a existência de tal mundo. [...] O construtivismo rejeita a teoria da correspondência da verdade que implica o realismo (Searle, 1995) e abraça a verdade como coerência, porque nós, como humanos, temos apenas uma conexão com um mundo além da nossa consciência. Essa interface é conhecida como experiência. [...] os construtivistas decidem permanecer em silêncio em relação à ontologia e examinar o conhecimento em termos de sua coerência interna (STAVÉR, 1998, p. 508, tradução nossa).

Nas concepções pós-positivistas e pós-modernas, a dimensão ontológica é resgatada, porém, relativizada, pois “[...] refutam a possibilidade de dizer algo sobre o mundo e decretam o conhecimento como constructo e a verdade como consenso. [...] as declarações sobre o ser tornam-se declarações sobre o nosso conhecimento sobre o ser” (DELLA FONTE, 2007, p. 1540). Assim, a ontologia acaba sendo abordada sob o ponto de vista gnosiológico (epistemológico) e este é um novo exílio dessa dimensão; nos dois casos, essa ontologia velada vincula-se a uma práxis reduzida à imediatividade, que é conveniente aos interesses capitalistas (DELLA FONTE, 2007).

Usando o exemplo de Lessa e Tonet (2013) sobre a produção de um machado para abrir um coco, vemos que o homem cria/objetiva, por meio do trabalho (unidade entre teleologia e causalidade), algo que não é natural, que não estava presente na natureza — o machado — e que, portanto, dependeu da sua práxis para existir, afinal, toda objetivação transforma a realidade/natureza. Entretanto, o machado enquanto objeto existe materialmente e independente de como o humano o nomeia, o entende e o categoriza, bem como os materiais que foram utilizados para sua confecção — madeira e pedra —, que continuam sendo partes da natureza. Nesse processo histórico, as objetivações geram novas necessidades e novas objetivações, que precisam ser apropriadas pelo ser humano; de acordo com Duarte (1998 p. 109), a “[...] característica ontológica ineliminável da prática social humana, a de ter como dinâmica fundamental a dialética entre objetivação e apropriação, constitui [...] o necessário ponto de partida para a reflexão epistemológica numa perspectiva histórico-social”.

A teleologia (intencionalidades/finalidades/objetivos conscientes) e a causalidade (leis naturais, séries/princípios causais) são momentos heterogêneos desse processo de objetivação e compõem uma unidade indissolúvel: este é o trabalho (TONET, 2013; SANTOS, 2017; LUKÁCS, 2018). A causalidade existe de forma natural e espontânea, mas também existe como produto da ação humana, que gera novas séries causais (SANTOS, 2017). Os fins surgem das necessidades humanas e precisam ser criados/objetivados pelo sujeito, já que não podem ser obtidos imediatamente na natureza; para se atingir os fins desejados, é necessário conhecer a

causalidade, isto é, a natureza que será transformada (TONET, 2013; LUKÁCS, 2018). Aqui fica evidente a importância da ciência como atividade teórica capaz de aproximar o conhecimento da causalidade à verdade: quanto mais verdadeiro for esse conhecimento, maior será a probabilidade de se atingir os fins (TONET, 2013; LUKÁCS, 2018).

A atividade prática objetiva dos seres humanos, a qual, como mencionamos, encontra sua gênese no trabalho, no intercâmbio mais elementar com a natureza, e da qual se originam esferas autônomas cada vez mais desenvolvidas, com a ciência e arte, não apenas nos colocam questões teóricas epistêmicas cada vez mais elaboradas, mas, efetivamente, nos colocam diante de uma nova verdade ontológica (SANTOS, 2017, p. 6).

A práxis nasce como resposta a perguntas de cunho ontológico sobre quem é o homem e o que é e como é criada a sociedade humano-social (KOSIK, 1969). De acordo com Lessa e Tonet (2011, p. 18), é a “[...] capacidade de idear (isto é, de criar ideias) antes de objetivar (isto é, de construir objetiva ou materialmente) que funda, para Marx, a diferença do homem em relação à natureza”. Assim, nos seus estudos econômicos, Marx prioriza a ontologia na unidade ontoepistemológica ao partir de uma concepção ontológica do ser como ser social (TONET, 2013). A práxis não deve ser entendida como mera prática — pragmatismo, utilitarismo —; ela é a revelação da ontologia do ser social como ser ontocriativo, que cria a realidade humano-social e que, portanto, é capaz de compreender a realidade na sua totalidade, seja ela humana ou não-humana; práxis é unidade de teoria e prática, é ativa e histórica (KOSIK, 1969). Ela também remete a uma concepção epistemológica objetivista, ou seja, o homem é capaz, por meio da sua práxis e do reflexo científico (desantropomorfizador), de reproduzir mentalmente e conceitualmente a realidade objetiva; a verdade, portanto, não é apenas uma forma organizadora da experiência humana, ela é objetiva (LUKÁCS, 1966, 1978; LÊNIN, 1982).

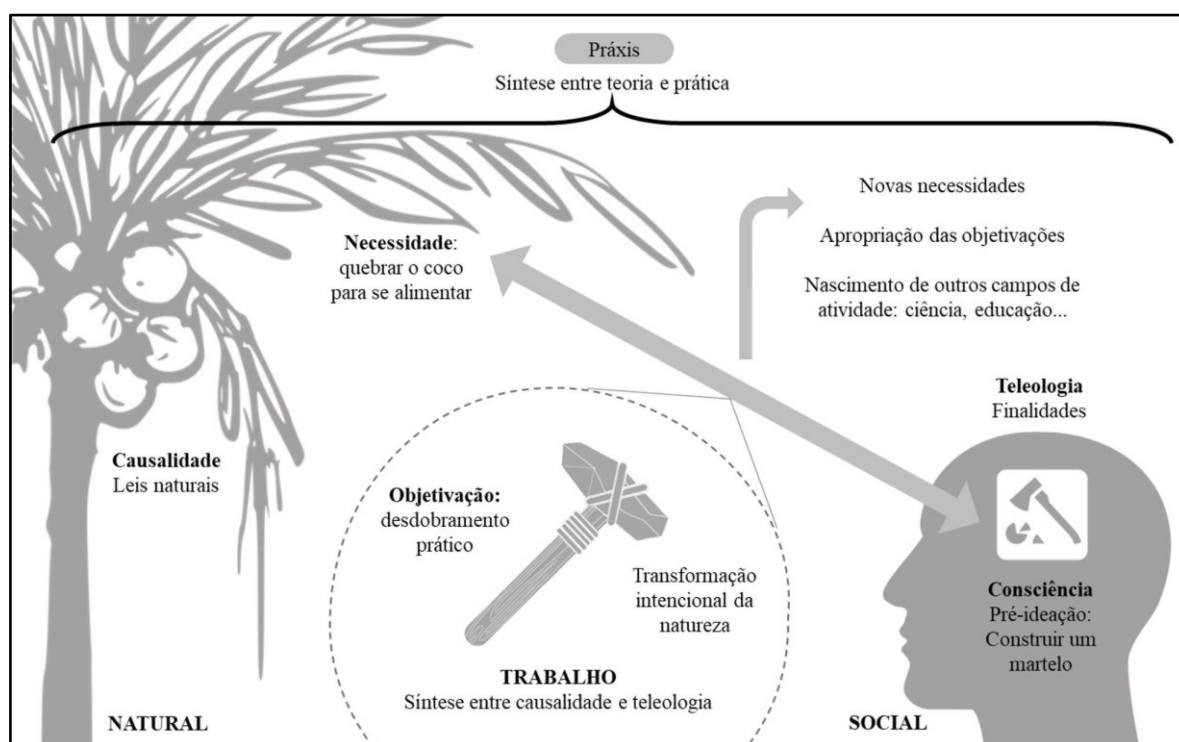
Como brevemente discutido por Duarte (2009), existe uma relação entre a categoria “práxis” com a categoria “trabalho”. Entendemos, a partir de Lukács (2013), que a práxis humana é uma categoria mais ampla que engloba o trabalho. Este, por sua vez, é a forma originária de todo ser: “[...] através dele [o trabalho] realiza-se, no âmbito do ser material, um pôr teleológico enquanto surgimento de uma nova objetividade. Assim, o trabalho se torna o modelo de toda práxis social [...]” (LUKÁCS, 2013, p. 47). Na discussão que Lukács faz acerca dos pores teleológicos, que são inerentes ao trabalho, ele faz uma diferenciação entre trabalho imediato (pores teleológicos primários) e trabalho mediato (pores teleológicos secundários). Para o autor, no

sentido originário e mais restrito, o trabalho é um processo entre atividade humana e natureza: seus atos estão orientados para a transformação de objetos naturais em valores de uso. Nas formas ulteriores e mais desenvolvidas da práxis social, destaca-se em primeiro plano a ação sobre outros homens, cujo objetivo é, em última instância — mas somente em última instância —, uma mediação para a produção de valores de uso (LUKÁCS, 2013, p. 83).

Percebe-se nessa passagem que a práxis engloba tanto o trabalho no seu sentido mais originário como as formas mais desenvolvidas, isto é, engloba os vários graus de trabalho. Lukács (2013) ainda afirma que os pores teleológicos secundários estão mais próximos dos estágios mais desenvolvidos da práxis social. Retomando o exemplo do coco e do machado, o trabalho descrito seria mais originário; um trabalho mais desenvolvido, com pores teleológicos secundários, seria, por exemplo, a organização cooperativa de produção de machados. Ainda sobre essa questão, Lukács (2013) discute sobre o surgimento da apreensão conceitual da realidade e sua expressão por meio da linguagem — conhecimento científico; tal surgimento advém da relação sujeito-objeto que nasce do próprio distanciamento no espelhamento da realidade provocado pelo pôr teleológico.

Ilustramos na Figura 6, ainda com base no exemplo do machado, as principais categorias e momentos que envolvem a práxis do ser social, como causalidade, teleologia, objetivação, apropriação e trabalho.

**Figura 6** – Principais categorias e momentos da práxis do ser social



**Fonte:** elaboração própria com base em Lessa e Tonet (2011), Tonet (2013) e Lukács (2018).

A práxis concebida como impessoal e objetiva nada mais é do que uma práxis manipulativa, preocupada e fetichizada, diferente de uma práxis com potencial revolucionário, a qual só pode existir coletivamente e por meio da relação prática com as diferenças de condições e por meio da consciência de um trabalho alienado e alienante (KOSIK, 1969). A práxis compreende o momento laborativo e o existencial, manifestando-se também na formação da subjetividade humana: “Sem o momento existencial, quer dizer, sem a luta pelo reconhecimento, que acomete todo o ser do homem, a práxis se degrada ao nível da técnica e da manipulação” (KOSIK, 1969, p. 205). Para Lukács (2018), o neopositivismo é o positivismo plenamente desenvolvido, que decorre do movimento do real mobilizado pelo estágio do capitalismo que exige uma postura pragmática e a manipulação prática dos objetos e fatos da realidade objetiva.

O positivismo elegeu a manipulação como o eixo central do conhecimento científico; com base nisso, o seu contemporâneo e aparentado pragmatismo construiu sua teoria da verdade. Nesse processo, consumou-se o estreitamento do conceito de práxis. Por isso, Lukács concebe o neopositivismo como herdeiro do pragmatismo (DELLA FONTE, 2007, p. 1539).

No conto, identificamos como, embora exista um parâmetro de verdade para o positivismo — nesse caso, representado pelas Tabelas de Landolt —, o conhecimento obtido tende a ser absolutizado, universalizado e cristalizado por meio da pura técnica, e a concepção de mundo é apagada em prol da objetividade.

Ora, é preciso que se saiba que as Tabelas de Landolt são sagradas: são a Verdade. Uma pessoa é encarregada de refazer as medições apenas por sadismo, suspeitava Boero: somente para verificar a quinta e a quarta cifra significativa, mas, se a terceira não estiver correta — e esse era o seu caso —, como a colocamos? É preciso saber que duvidar do Landolt é muito pior do que pôr em dúvida o Evangelho [...].

Perguntava-se [...] se deveria mesmo abandonar a carreira ou se devia voltar a Curti e chegar a um acordo, ou se não teria sido mais sensato reassumir seu cargo, dar um empurrãozinho na balança e adulterar os resultados (LEVI, 2005, p. 327, 328).

Nessa passagem, constatamos a função que a matemática exerce na ciência neopositivista, que, de acordo com Lukács (2018), acaba sendo entendida como a chave última para decifração dos fenômenos: a linguagem e semântica matemáticas tornaram-se os instrumentos e mediações mais precisos. Assim, um fenômeno pode ser infinitamente manipulado sem que exista uma preocupação com a realidade existente em si; a singularidade

do fenômeno e seus nexos singulares são negligenciados para dar lugar a uma linguagem comum baseada no quantitativo (LUKÁCS, 2018). Ao invés da matemática ser entendida como parte ou elemento da realidade, ela deveria ser compreendida como um instrumento para se conhecer a realidade, pois ela é um tipo de espelhamento (LUKÁCS, 2018).

Logo, verificamos que Boero não se importa com o aspecto ontológico relativo à alteração da viscosidade da água, tanto no sentido de suas propriedades químicas, de sua natureza, como no sentido do que a água e sua anomalia representam para o planeta e a humanidade. Como os valores das Tabelas de Landolt são verdades absolutas — verdades últimas expressas na linguagem matemática —, sua preocupação é completamente prática e burocrática, o que o faz imaginar a possibilidade de ter adulterado os valores antes de relatar a anomalia para Curti. A práxis como manipulação e técnica fica ainda mais evidente quando, após Boero constatar o valor de 1,30 centipoises a 20 °C na amostra do rio, ele e o chefe preocupam-se com o memorando — ou seja, com o reconhecimento — ao invés das implicações ontológicas desse valor. De acordo com Maciera (2014, p. 72), em sua obra, Levi

[...] evidencia sua posição sobre o mundo do trabalho e a possível alienação provocada por ele. [...] Observamos que Levi não dissocia a técnica de sua utilização econômica e comercial [...]. Assim, o tecnológico está ligado ao ganho de capital, e a técnica, como conjunto de procedimentos, está submetida ao lucro que dela pode ser auferido.

Entendemos que essa alienação a qual Primo Levi se refere é a práxis técnica e fetichizada: o trabalho científico é reificado (coisificado), ou seja, é reduzido à mera mercadoria, a uma coisa, sendo avaliado segundo os critérios de avaliação de uma mercadoria: essa é a essência das alienações do capitalismo (LESSA; TONET, 2011). Assim, o trabalho rotineiro de verificação da viscosidade da água assemelha-se a uma linha de produção, o memorando é uma espécie de patente e a práxis do personagem tem centralidade na prática, é passiva, ahistórica e não revolucionária.

Boero parece se voltar para a dimensão ontológica da água em dois momentos: quando sai do confinamento do laboratório e passeia às margens do rio Sangone, onde percebe, para além das amostras de água destilada do laboratório, a beleza do rio, o qual frequentava desde a infância — o que lhe faz lembrar dos versos de Píndaro —, e a presença de obras de captação que poderiam estar contaminando-o; e enquanto relata as proporções que o problema havia tomado, pensando sobre toda a relação que essa molécula e suas propriedades têm com a existência do planeta e da humanidade do jeito que eles são. Verificamos que o personagem, mesmo tendo esses momentos e mesmo se sentindo insatisfeito com o trabalho do laboratório,

se mostra passivo e conformado com a situação catastrófica — característica dos contos de ficção científica distópica de Levi —, o que evidencia a preocupação de Levi com os vícios de forma da sociedade. Boero parece manter uma concepção de mundo positivista até o fim do conto, concepção esta que é alvo de crítica por parte do próprio autor.

### 3.2 “Borboleta angélica”: valores, moral, ética e ideologia

“Cristãos soberbos, míseros, perdidos,  
Cegos da alma, que haveis pra trás andado,  
De tanta confiança possuídos,  
Que vermes somos não vos ‘stá provado,  
De que surge a celeste borboleta,  
Que incerta voa ao tribunal sagrado?”  
(ALIGHIERI, 2017)

“Borboleta angélica” é o quarto conto do livro *Histórias naturais* (LEVI, 2005). Na primeira parte, acompanhamos um grupo de quatro militares — um francês, um inglês, um russo e um estadunidense — que procuram por uma casa de número 26 em meio aos escombros e crateras deixados pela II Guerra Mundial. Antes da guerra terminar, a casa tinha sido utilizada por um cientista chamado Dr. Leeb, que instalou um laboratório no local e executou um estranho experimento apoiado por militares. Dentro da casa, abandonada, o grupo se depara com um ambiente repugnante: “No chão havia uma camada de trapos imundos, papéis, ossos, plumas, cascas de fruta; grandes manchas vermelho-escuras [...], um montinho de matéria indefinível, branca e cinza, seca: cheirava a amônia e a ovo podre, e pululava de vermes” (LEVI, 2005, p. 55). Os ossos, que parecem de um pássaro pré-histórico, chamam a atenção e são coletados para análise posterior. Quando o grupo retorna para o jipe, encontram pessoas curiosas, entre elas, a jovem de 19 anos Gertrud Enk, a qual levam consigo para testemunhar.

A segunda parte se passa principalmente em uma cervejaria, onde o grupo da primeira parte está acompanhado de Helbert — um químico —, Smirnov — um biólogo —, um coronel, um jornalista, e Leduc, do tribunal militar. O coronel tenta esclarecer para o grupo o que teria sido o experimento do Dr. Leeb que está sendo investigado por eles. Ele relata que o cientista escreveu manuscritos que consistam em uma “[...] curiosa mistura de observações argutas, de generalizações temerárias, de teorias extravagantes e obscuras, de divagações literárias e mitológicas, de notas polêmicas e cheias de rancor” (LEVI, 2005, p. 58). Devido à existência

da neotenia<sup>14</sup> nos axolotes, pouquíssimos desses animais passam por uma mutação das características jovens para as adultas, pois morrem antes disso acontecer, e biólogos têm possibilitado acelerar essas mutações por meio da injeção de extrato tireóideo. A partir disso, Leeb entende que os seres humanos também seriam neotênicos e poderiam, com auxílio científico, atingir um estado superior e mais perfeito do ser antes da morte: podiam se tornar anjos. “[...] talvez [os homens] tenham alguma reserva, uma potencialidade, uma ulterior capacidade de desenvolvimento. [...] talvez estejam em estado de rascunho, de borrão, podendo transformar-se em ‘outros’ [...]” (LEVI, 2005, p. 57).

A terceira e última parte do conto contém o testemunho da jovem Gertrud, o qual advém do fato de que ela e sua família moravam em uma residência de frente para a de número 26 e de que através da janela era possível espiar. De acordo com ela, em 1943, entraram na casa, acompanhados de militares, dois homens e duas mulheres com trajes civis. No primeiro bombardeio naquela região, as janelas da casa quebraram e foi possível ver o que havia no quarto de primeiro andar: as pessoas estavam deitadas e cobertas, acompanhadas de um enfermeiro. No segundo bombardeio, a jovem vê seres monstruosos em cima de uma espécie de poleiro grande:

“Quatro pássaros: pareciam águias, [...] Estavam assustados e davam gritos aterradores. Parecia que tentavam pular das tábuas, mas deviam estar acorrentados, porque nunca tiravam os pés dos apoios [...]”.

“Asas por modo de dizer, com poucas penas, e ralas. Pareciam... pareciam asas de um frango assado. Não se viam bem as cabeças, [...] mas não eram nada bonitas e causavam grande impressão. Pareciam cabeças de múmias expostas nos museus. [...]”.

(LEVI, 2005, p. 59)

Por fim, a jovem relata que sua casa foi atingida pelos bombardeios e somente seu pai e ela sobreviveram. Com o fim da guerra, as pessoas estavam com muita fome. A casa de número 26, intacta, tinha sido invadida com auxílio do enfermeiro e as pessoas comeram as criaturas monstruosas. Não se sabe do paradeiro do Dr. Leeb.

Como apontado por Basevi (2015), quando o grupo se depara com o ambiente desolado da casa número 26, com vermes brotando de uma matéria indefinível, o russo exclama a

---

<sup>14</sup> Neotenia é o nome dado ao fenômeno biológico de animais que se reproduzem em estado larvar e que retêm características larvais ou jovens mesmo na vida adulta, não ocorrendo a metamorfose dessas características. No conto, o coronel faz uma analogia com as borboletas: “[...] é como se uma lagarta, uma fêmea, copulasse com outra lagarta, fosse fecundada e depositasse seus ovos antes de se tornar borboleta. E dos ovos naturalmente nascessem outras lagartas” (LEVI, 2005, p. 57).

expressão “herrenvolk”, que significa “povo dos senhores” e era utilizada no nazismo com o sentido de haver uma raça superior. Nesse sentido, Levi criou um discurso irônico ao associar os vermes à raça superior (BASEVI, 2015). O mesmo teor irônico — desta vez em relação à Alemanha — aparece no seguinte fragmento da fala de Hilbert: “[...]. Há de tudo lá dentro: sangue, cimento, xixi de gato e de rato, chucrute, cerveja, em suma, a quintessência da Alemanha” (LEVI, 2005, p. 56).

Essa imagem de vermes antecipa a dos versos de Dante Alighieri no “Purgatório” em *Divina comédia* — que são citados no manuscrito de Leeb —, nos quais os vermes se transformariam em borboletas angélicas, isto é, em seres superiores e sagrados; no conto são considerados pelo coronel como insetos perfeitos. Essa transformação é a que Leeb procura desenvolver nas suas cobaias humanas tentando os transformar em anjos, a forma superior do ser humano que já estaria incubada e só precisaria ser ativada. No “Purgatório” de Dante, borboleta angélica é a forma da alma, da essência, do não terreno, forma esta que o ser humano assume ao ascender para o Juízo, deixando de ser verme: trata-se de uma mutação que valoriza a alma (religião) sobre o corpo (racionalização, ciência) (ROSS, 2011).

A questão ideológica e ética/moral é frequentemente abordada nos contos de FC distópica de Levi, como em “Versamina”, “A bela adormecida na geladeira” e “Rumo ao Ocidente”. Optamos pela seleção de “Borboleta angélica” por ser um conto que condensa diversos aspectos relacionados à ética na ciência, além de conter paralelos com a própria vivência de Levi no campo de Auschwitz. De acordo com Menezes (2019, p. 21), nesse e em outros contos de Primo Levi — em seu artigo, o autor centra sua análise nos contos de *Histórias naturais* —, “[...] os limites éticos são laceados e permitem avanços num submundo de práticas pervertidas e imorais, e a ciência, pela força de suas técnicas de biopoder, serve à dominação do outro, num sistema de controle e aniquilação”. O biopoder pode ser entendido como uma força contra o corpo do outro que o transforma por meio da ciência e das tecnologias para fins de dominação e produção de subjetividades (MENEZES, 2019).

Em entrevista concedida a Virgilio Lo Presti, em 1979 (LEVI, 1997, tradução nossa), o entrevistador faz a seguinte pergunta a Levi: “Você é químico, quer que falemos um pouco sobre química? Consideremos a humanidade como um sistema químico, ela está chegando a um estágio ótimo ou está se corrompendo?” Levi responde:

A pergunta é difícil, me pega desprevenido. Se o progresso está em movimento, hoje, é claramente controverso. Certamente existe em alguns campos, a vida humana está se prolongando em quase todos os países [...] Apesar de tudo, está se prolongando, apesar da epidemia, da fome; isso

também pode ser chamado de progresso; o sofrimento global da humanidade, de fato, diminuiu, mesmo porque não há mais tantas doenças infecciosas. É certo que em outros campos não há progresso: por exemplo, não há progresso moral, não somos mais morais hoje do que cem ou mil anos atrás... O que mais dizer... Eu não negaria um avanço muito rápido no progresso do conhecimento; as últimas coisas que se sabe sobre as partículas e o cosmos são fundamentais e não são privadas de consequências, aprendemos mais coisas em dez anos do que desde Platão. (LEVI, 1997, tradução nossa).

Em sua fala, percebemos como Levi demonstra que o avanço moral não avança da mesma forma que o conhecimento científico, o que, associado à crítica presente em seus contos, pode ser uma denúncia do autor acerca de uma ciência utilitarista, centrada na dimensão gnosiológica/epistemológica, como discutido por Tonet (2013) e Lukács (2018). Além disso, a fome é um tema comum entre a entrevista e o desfecho do conto e será discutida com mais detalhes adiante.

Mori (2015) classifica “Borboleta angélica” como uma distopia de grau zero, que é uma espécie de distopia na qual o enredo distópico ocorre em um espaço-tempo real e familiar — no caso o cenário da Alemanha pós-guerra — ao invés de um cenário fictício, um mundo diferente, do futuro. Trata-se, portanto, de uma distopia alemã (MORI, 2015). Os nomes dos personagens certamente não foram escolhidos ao acaso por Levi:

Muitos personagens têm nomes sugestivos, alguns lembrando a Alemanha nazista real. Dr. Leeb lembra Wilhem Ritter von Leeb, um general da Segunda Guerra Mundial. Frau Spengler, que foi morto em um atentado, faz alusão a Oswald Spengler, autor de *A decadência do Ocidente* (1926), que elaborou uma doutrina política baseada na raça e no advento de um estado autoritário, mas que nunca se aliou totalmente ao Regime de Hitler. Surpreendentemente, os nomes de três dos detetives (Hilbert, Smirnov e Leduc) coincidem com os dos matemáticos do final do século XIX e início do século XX, David Hilbert e Vladimir Ivanovich Smirnov, e o físico francês Anatole Leduc (MORI, 2015, p. 276, tradução nossa).

A partir dos relatos do coronel acerca dos conteúdos dos manuscritos do Dr. Leeb, entendemos que o conto mostra uma ciência que beira ao esoterismo (MORI, 2015). Contudo, para além da imagem de uma ciência desviada e/ou de um cientista louco, trata-se de uma denúncia de como determinadas ideologias preconceituosas e desumanas podem estar presentes em um cientista, pois este cientista, no caso o Dr. Leeb, estava inserido em uma sociedade — Alemanha nazista — na qual os valores morais aceitos foram distorcidos. Essa mistura de cenário e contexto reais com o fantástico — a criação das supostas criaturas angelicais — perturba alguns limites entre o real e o irreal, no sentido de que a ideia de um campo de

concentração (tão absurda, inimaginável) acabou se tornando real (BASEVI, 2015). Então a criação dessas criaturas pode vir a acontecer?

Antes de discutirmos as questões relacionadas à ideologia e à ética/moral, destacamos um trecho do conto em que o coronel fala da neotenia e evidencia uma concepção de realidade idealista daqueles — provavelmente cientistas — que lhe explicaram sobre o fenômeno:

[O axolote] é o agente responsável por uma espécie de escândalo biológico, porque se reproduz em estado larvar. Ora, de acordo com o que me explicaram, isso é um fato gravíssimo, uma heresia intolerável, um golpe baixo da natureza contra os seus estudiosos e legisladores (LEVI, 2005, p. 57).

Percebemos no excerto que, para os indivíduos que explicaram sobre a neotenia para o coronel, esperava-se que a natureza fosse de acordo com o que eles conheciam até o momento e podiam prever, concepção característica de uma polarização epistemológica. O termo “legisladores” pode até remeter a uma concepção de natureza mecânica e absoluta, na qual não há movimento da matéria e tudo funciona como um grande maquinário previsível. Ao discorrer sobre o movimento, Engels (2020) afirma que a concepção de que existe criação e destruição de movimento pressupõe um criador. Novamente a ciência é equiparada a algo imutável e sagrado, como as Tabelas de Landolt em “Ótima é a água”; em “Borboleta angélica”, a natureza é acusada de heresia por não se comportar como o esperado.

Conforme constatamos nos trabalhos da revisão selecionados, as discussões acerca da ética na ciência usualmente englobam questões relacionadas à moral, aos valores e à ideologia. Heller (2008, p. 146) chama a atenção para o fato de a ética ter sido pouco explorada pelos marxistas — e de forma apriorística — e ainda se tratar de uma “terra desconhecida”. Ainda que aborde o tema, na obra *O cotidiano e a história*, Heller (2008) desenvolve discussões iniciais sobre a ética, com destaque para o último capítulo, “O lugar da ética no marxismo”. Agnes Heller foi aluna e assistente de Lukács, o qual, como discorrem Duarte e colaboradores (2012) e Lessa (2015), teria como finalidade desenvolver uma ética marxista e que, para isso, teria que primeiro inaugurar uma ontologia do ser social. Devido à doença e à morte, Lukács não teria sido capaz de finalizar esse projeto (DUARTE *et al.*, 2012; LESSA, 2015). Portanto, já haveria alguns indícios em *Para uma ontologia do ser social* (LUKÁCS, 2013, 2018) do que seria a ética marxista.

Na maior parte dos trabalhos de EC selecionados, as questões relacionadas com a ética são trabalhadas de forma secundária e os autores não explicitam o que entendem por ética,

moral, valores e ideologia, articulando essas questões com a discussão central do trabalho de forma mais genérica.

Atweh (2011) — em resposta de fórum<sup>15</sup> a outro trabalho — trabalha com construtos utilizados em pesquisas educacionais que envolvem a ética, como justiça social, raça, etnia e identidade, os quais têm demonstrado mais sua capacidade de geração de conhecimento do que sua responsabilidade em (re)construir o mundo. Nesse artigo, nos interessa principalmente a concepção de ética do autor, que está articulada a do filósofo francês Emmanuel Levinas. De acordo com Atweh (2011), Levinas entende que a ética é uma responsabilidade que precede qualquer filosofia, precede qualquer questão ontológica e epistemológica: ela é uma responsabilidade na relação com e para o outro, é a relação original/primária que precede qualquer conhecimento. Além, disso,

Levinas coloca a ética no dizer e a política e a justiça social no reino do dito. [...] Levinas demonstra como ética e política são necessariamente independentes, porém, uma precisa da outra. A ética, que é o encontro com o outro, exige a política, pois o outro não é singular – como há muitos outros. Por outro lado, a política exige ética, pois a política está sempre aberta à possibilidade de excessos e precisa ser mantida sob controle (ATWEH, 2001, p. 45, tradução nossa).

Ainda de acordo com Atweh (2011), os construtos — como a justiça social — não têm uma realidade ontológica, mas isso não quer dizer que sejam desnecessários. Comumente considerada como uma construção social, o autor conclui que a justiça social não pode ser explicada e fundamentada pela epistemologia, uma vez que o conhecimento pode levar a opressões e dominações. A ética, por ser anterior à ontologia e à epistemologia, fornece o fundamento para a justiça social, pois, para Levinas, o encontro com o outro por meio do dizer é anterior a qualquer dito ontológico (ATWEH, 2011).

Concordamos com Atweh (2011) que o conhecimento pode levar a opressões e dominações, essa possibilidade é ilustrada pelo enredo de “Borboleta angélica”. No entanto, percebemos que a concepção do autor é de uma ética apriorística e independente e, novamente, a dimensão ontológica é secundarizada. De acordo com Heller (2008), a ética que é tratada como autônoma é uma ética alienada, pois está centralizada em particularidades da vida individual. Atweh (2011) também aponta para a concepção de Levinas sobre a filosofia ocidental, que estaria centrada em questões ontológicas e epistemológicas e que teria exilado

---

<sup>15</sup> Em periódicos internacionais da área de EC, é comum haver fóruns que contêm artigos científicos escritos em resposta a um determinado artigo publicado no mesmo periódico.

as questões éticas, relegando-as à metafísica e à religião. Como discutido a partir de Della Fonte (2007) e Lukács (2018) e como temos identificado nos trabalhos da EC, a ontologia não tem participado das discussões científicas — está velada — e, quando é mobilizada de alguma maneira, está submetida à epistemologia. Assim, como a ética depende da ontologia — não é apriorística a ela —, ela também acaba velada e/ou distorcida e/ou alienada.

Essa relação com o outro, abordada por Atweh (2011) a partir de Levinas, também é discutida por Stetsenko (2008), que se posiciona contra a concepção positivista (reducionista, mecanicista) e humanista dos fenômenos sociais, em que o indivíduo é compreendido de forma isolada e com prioridade em relação às práticas sociais. Em oposição a essa concepção, a autora defende uma abordagem dialética da ontologia relacional, a qual compreende que

[...] os organismos e seu ambiente não são vistos como separados e autocontidos (nem em sua origem nem em seu funcionamento), mas são postulados como tendo existência compartilhada como aspectos ou facetas de uma e mesma realidade unificada. [...] o desenvolvimento e a aprendizagem não são vistos como produtos de indivíduos solitários e autocontidos dotados de maquinaria interna de habilidades cognitivas que apenas aguardam as condições certas para se desenvolver. Em vez disso, eles são vistos como existindo no fluxo de indivíduos que se relacionam com seu mundo, impulsionados por processos relacionais e sua lógica de desdobramento [...] (STETSENKO, 2008, p. 477, tradução nossa).

Stetsenko (2008) parte de teorias socioculturais e da teoria da atividade para propor uma abordagem sociocultural com uma visão dialética acerca do desenvolvimento e aprendizagem humanos, com base em Vigotski. A ontologia, a epistemologia e a ética são entendidas como dimensões das práticas sociais — sendo a ideologia e a moral pertencentes à dimensão ética — e que existem lacunas entre elas (STETSENKO, 2008). Tais lacunas seriam eliminadas quando a ética é compreendida de forma central ontológica e epistemologicamente, uma vez que ela faz parte de todas as atividades humanas, sendo estas entendidas como práticas colaborativas e transformativas do mundo, isto é, práticas que envolvem posições autênticas dos sujeitos (STETSENKO, 2008).

A noção de prática transformadora está inexoravelmente ligada a ideais de justiça social e de emancipação como buscas de humanidade comum que substituem o particularismo de grupo e a política da diferença [...] (STETSENKO, 2008, p. 474, tradução nossa).

Assim, as práticas transformativas, colaborativas e intencionais são o cerne da natureza humana, pois é por meio delas que os indivíduos se tornam humanos, se conhecem e conhecem o mundo, o que faz as atividades humanas serem impregnadas de ética, valores e ideologia

(STETSENKO, 2008). Concordamos com a autora que os fenômenos sociais não devem ser reduzidos ao biológico e que existem nas práticas sociais relações mútuas, intencionalidades e aspectos políticos, éticos, ideológicos etc. Contudo, entendemos que Stetsenko (2015), ao discutir sobre o cerne da natureza humana, poderia ter enriquecido essa discussão articulando-a com a concepção de ser social presente em Lukács ou mesmo em Marx. Embora algumas partes do trabalho da autora podem levar a uma interpretação equivocada de que não há individualidade humana devido à prioridade dada aos fluxos de relação do ser humano com o mundo por meio de práticas sociais, a autora não desconsidera o papel dos humanos individuais nessas práticas: “[...] os indivíduos humanos são simultaneamente inelutavelmente sociais e individualmente únicos” (STETSENKO, 2008, p. 484, tradução nossa).

Staver (1998) menciona a ética e a moral com base nos imperativos do cientista Heinz von Foerster, que defende o construtivismo radical e é contra a associação do construtivismo ao solipsismo. Para von Foerster, a ética e a moral têm relação com o número de escolhas que podemos fazer e o conhecimento é dependente da satisfação mútua entre indivíduos, considerando que o ser humano age de forma intencional e coletiva para benefício de todos (STAVER, 1998). Em seu artigo parece haver uma concepção essencialista da ética no ser humano no sentido de que os indivíduos estariam sempre orientados para o bem da humanidade. Em “Borboleta angélica”, temos um caso fictício que reflete os horrores do nazismo e que entra em conflito com essa concepção, pois no conto o suposto bem da humanidade seria destinado apenas a uma pequena parcela dela, considerada subjetivamente como realmente humana. Assim, é necessário entendermos alguns aspectos da ética e da moral e dos valores para o marxismo e qual seria a relação desses aspectos com a ciência. Em nota de rodapé, Laburú, Carvalho e Batista (2001, p. 179) descrevem seu entendimento da relação da ética com a ciência: “Podemos dizer que o conhecimento científico, apesar de estar envolvido com questões éticas, por princípio, a sua natureza, no entanto, não se compromete com atributos éticos ou juízos de valor”. Para Kayumova, Zhang e Scantlebury (2018), os pesquisadores/cientistas têm imperativos ontológicos, epistemológicos e éticos e, caso a produção de conhecimento científico seja considerada neutra, isso pode levar a consequências éticas, materiais e sociopolíticas negativas.

Concordamos com alguns aspectos acerca da ética e da moral que foram identificados nos trabalhos mencionados, como a relação com o outro (ATWEH, 2011), a conexão com as dimensões ontológica e epistemológica (STETSENKO, 2008) e a não neutralidade da ciência (KAYUMOVA; ZHANG; SCANTLEBURY, 2018). Contudo, a concepção sobre o lugar que

a ética ocupa na ciência e sua relação com as dimensões ontológica e epistemológica não estão claras e existe uma secundarização da ontologia. Assim, é necessário entendermos alguns aspectos da ética e da moral e dos valores para o marxismo e qual seria a relação desses aspectos com a ciência.

Vázquez (2007) procura entender se há espaço ou não para a ética e para a moral no marxismo, considerando que há divergências sobre esse tema entre os marxistas e que na própria obra de Marx há posições contraditórias sobre a moral. O autor conclui que há espaço para a ética e para a moral no marxismo desde que este seja interpretado como filosofia da práxis ao invés de cientificista, determinista ou objetivista. Para Vázquez (2007), a ética tem caráter mais explicativo, amplo, teórico e reflexivo, e a moral tem caráter mais normativo, específico, comportamental e de natureza ideológica.

[...] por moral entendemos uma forma específica do comportamento humano, individual ou coletivo, que se dá realmente, ou que se propõe que deveria dar-se. E por ética entendemos a atenção reflexiva, teórica à moral em um ou outro plano – o fático ou o ideal – que não são para ela excludentes. Vale dizer: à ética interessa a moral, seja para entender, interpretar ou explicar a moral histórica ou social realmente existente, seja para postular e justificar uma moral, que não se dando efetivamente, considera-se que deveria dar-se (VÁZQUEZ, 2007, p. 316).

A moral, portanto, pode ser tanto objeto de estudo e reflexão da ética como um conjunto de normas, valores e princípios ao qual as relações sociais deveriam se ajustar, e a moral também pode desenvolver críticas a partir desse conjunto (VÁZQUEZ, 2007).

Em Heller (2008) e Lukács (2015), identificamos que a ontologia é apriorística à ética, isto é, a ética não é anterior à ontologia, como identificado em Atweh (2011), nem está no mesmo patamar que a ontologia, como identificado em Stetsenko (2008): a ética emerge da ontologia e depende dela. Em uma de suas *Notas para uma ética*, Lukács (2015, p. 180) afirma: “Keine Ethik ohne Ontologie” (Nenhuma Ética sem Ontologia). Isso significa que é na compreensão ontológica do ser como ser social que identificamos a gênese dos valores, da moral, da ética e da ideologia. Lessa (2015) escreveu uma longa apresentação das *Notas para uma ética* de Lukács (2015) procurando compreender essa gênese da ética a partir da ontologia, considerando que as notas deixadas pelo filósofo húngaro são curtas e fragmentadas.

Vamos partir mais uma vez do exemplo do machado para quebrar o coco utilizado por Lessa e Tonet (2013). É por meio do trabalho e das objetivações que o ser humano confere valores aos objetos, uma vez que o ser social é um ser portador de consciência. Ao utilizar

materiais diferentes para quebrar o coco, um material pode ser mais ou menos útil, mais ou menos difícil de ser adquirido, mais ou menos trabalhoso no manuseio. Esses são valores práticos, isto é, valores que mediam mais diretamente o pôr teleológico e os resultados da objetivação dessa teleologia, incorporando esses resultados à consciência: são valores plenamente subjetivos (LESSA, 2015; FERREIRA; DUARTE, 2021).

[...] no processo de satisfação de necessidades e consequente produção de meios e objetos para a satisfação destas, o ser humano, por meio de processos de objetivação e apropriação, objetiva produtos materiais e não-materiais; dentre estes últimos destacam-se algumas objetivações mais elaboradas ou elevadas, como são os casos da ciência, da arte e da filosofia (FERREIRA; DUARTE, 2021, p. 5).

No processo histórico de complexificação dos pores teleológicos, das objetivações e das apropriações e de desenvolvimento de objetivações superiores, também há o desenvolvimento de habilidades, da sensibilidade e de complexos valorativos (LESSA, 2015; FERREIRA; DUARTE, 2021). De acordo com Saviani (2011c, p. 12), a representação mental do ser humano de seus objetivos e pores teleológicos “[...] inclui o aspecto de conhecimento das propriedades do mundo real (ciência), de valorização (ética) e de simbolização (arte)”. Esses aspectos possibilitam o desenvolvimento de trabalho e objetos não materiais, como conceitos, valores, atitudes, habilidades etc. (SAVIANI, 2011c). Assim, os valores deixam de ser apenas plenamente subjetivos e passam a requerer gradativamente a compreensão correta da realidade e dos conhecimentos envolvidos nas objetivações, isto é, passam a requerer objetividade (FERREIRA; DUARTE, 2021).

Nesse sentido, podemos inferir que a ciência é a principal subjetivação superior que cumpre com o papel de conferir objetividade aos valores, sem que estes percam sua dimensão subjetiva. “O processo de escolha do valor é sempre subjetivo e objetivo, universal e singular, pois está inserido nas ações humanas” (FERREIRA; DUARTE, 2021, p. 7). Os valores, portanto, não são aleatórios e plenamente subjetivos, eles têm realidade objetiva porque partem da necessidade ontológica do ser social, partem da atividade dos seres humanos (FERREIRA; DUARTE, 2021). Os valores cumprem uma função social imprescindível de mediar a transformação do mundo e dos seres humanos envolvidos, pois regulam as novas alternativas de necessidades, de pores teleológicos, conferindo-lhes qualidade (FERREIRA; DUARTE, 2021).

[...] os valores (e complexos valorativos) devem ser capazes de incorporar a essência do setor da realidade a ser valorada; por outro lado, o processo de valoração, sempre e necessariamente, se refere às finalidades atuantes naquela

relação específica. Conhecidas as qualidades básicas da água e da pedra, por exemplo, a primeira será inútil para um machado, e a segunda, útil. Para matar a sede, é o oposto. O que se alterou não foram as qualidades ontológicas da água ou da pedra, ou o conceito de útil ou de inútil, mas a finalidade em relação à qual as propriedades dos objetos são úteis ou inúteis. Os valores são sempre uma relação consciente entre a finalidade e o mundo em que se vive, a causalidade (LESSA, 2015, p. 23).

Vale destacar que os valores são imanentes, mas não absolutos: o valor de um machado para quebrar um coco depende das suas características, mas esse valor é atribuído pelo humano que vive em uma determinada condição; isso significa que os valores não são contínuos e dependem da relação entre realidade e possibilidade, dependem da comprovação prática da objetividade social que eles conferem ao trabalho (LUKÁCS, 2013; FERREIRA, DUARTE, 2021). Todos os valores “[...] nasceram no curso do processo social, num estágio determinado, e precisamente enquanto valores. [...] os próprios valores experimentam, no processo da sociedade, um surgimento real e, em parte, também um desaparecimento real” (LUKÁCS, 2018, p. 413).

De acordo com Lessa (2015), é na evolução dos complexos valorativos que surgem a moral e a ética: os valores mais simples acabam por não satisfazer as complexas demandas das tendências histórico-universais, isto é, das novas necessidades e objetivações, das novas organizações sociais, dos novos conhecimentos adquiridos etc. Então, os valores também precisam expressar “[...] as necessidades e possibilidades genéricas, universais, caso contrário não poderão cumprir seu papel de orientar com êxito as posições teleológicas”, o que requer graus mais elevados de consciência (LESSA, 2015, p. 38). Lealdade, solidariedade, sinceridade, altruísmo, deslealdade, traição, egoísmo etc. são alguns exemplos de valores morais citados por Vázquez (2007).

Existem valores mais elevados (autênticos) e valores menos elevados e alienantes. Entendemos, a partir de Heller (2008), Duarte e colaboradores (2012), Lessa (2015) e Ferreira e Duarte (2021), que os valores mais elevados são aqueles que estão relacionados à universalidade do gênero humano, o que irá se refletir, portanto, na moral e na ética. De acordo com Heller (2008), a vida cotidiana é marcada pela coexistência — não consciente e muda — da particularidade e da genericidade, e pela possibilidade do ser humano em subordinar as necessidades e interesses do grupo social aos seus gostos e desejos individuais, ou ainda subordinar as necessidades autênticas do gênero humano às necessidades particulares. Vejamos

um excerto do conto no qual podemos identificar tal subordinação; trata-se da fala do coronel acerca do Dr. Leeb:

“Esse Leeb”, disse o coronel, “era um sujeito estranho. Como vocês sabem, sua época era propícia a teorias, e se a teoria estivesse em harmonia com o ambiente não era necessária muita documentação para que encontrasse boa acolhida e fosse aprovada, mesmo nos altos escalões. Mas Leeb era, a seu modo, um cientista sério: buscava os fatos, não o sucesso.” (LEVI, 2015, p. 56)

A ética e a moral têm função generalizadora: ligar o indivíduo, que vive na particularidade, à universalidade do gênero humano, o que implica a responsabilidade de cada indivíduo com a própria humanidade (HELLER, 2008; LESSA, 2015). Contudo, se a ética e a moral refletem valores de uma sociedade capitalista, individualista, competitiva etc., o ser humano não supera tal particularidade e os desdobramentos prático-morais na sociedade são diversos, divergentes à humanização e sem responsabilização individual (HELLER, 2008; LESSA, 2015). Lessa (2015) exemplifica essa condição com a escravidão na Grécia antiga, em que a generidade<sup>16</sup> objetivamente existente estava reduzida — alienada — à particularidade (*Partikularität*<sup>17</sup>) da classe dominante de Atenas, em que se negava aos escravos seu estatuto ontológico e estes, portanto, não eram considerados humanos, mas instrumento de produção. No conto, percebemos que a generidade está reduzida à particularidade do grupo dominante e nazista da Europa, e as cobaias de Leeb aparentam ser prisioneiros de campo de concentração, aos quais foi negada a humanidade e os quais são considerados instrumento de pesquisa. “[...]”

<sup>16</sup> Trata-se de um neologismo que tenta traduzir a expressão em alemão *Gattungsmäßigkeit* utilizada por Lukács e de difícil tradução: “A generidade se distingue da totalidade da matéria social porque esta contém, além das determinações universais, também as particulares e singulares” (LESSA, 2015, p. 28). A generidade ou genericidade expressa o conteúdo mais genérico das necessidades e possibilidades da vida cotidiana, expressa as tendências históricas mais universais que atuam no desenvolvimento da matéria social (LESSA, 2015).

<sup>17</sup> “Em contraposição à particularidade – *Besonderheit* – que é o campo de mediações entre o universal e o singular” (LESSA, 2015, p. 39). *Partikularität* diz respeito a uma esfera valorativa que expressa o máximo dos interesses genéricos da propriedade privada (LESSA, 2015). A interpretação feita por Lessa (2015) de *Partikularität* é diferente da interpretação de Newton Duarte, como destacado em nota de rodapé na tese de doutorado de uma aluna (ASSUMPCÃO, 2018, p. 19, grifo nosso), que cita uma mensagem do orientador recebida por e-mail: nas obras estéticas de Lukács, em alemão, o filósofo “[...] emprega *Besonderheit* quando se refere à particularidade como uma qualidade da obra de arte [...]”, concepção que converge com a de Lessa (2015); e Lukács emprega *Partikularität* “[...] quando se refere à condição do indivíduo limitado às necessidades mais imediatamente voltadas à reprodução de sua singularidade”. Entre as duas concepções, tendemos a concordar mais com a de Newton Duarte, pois a de Lessa (2015) parece associar a particularidade somente às condições da propriedade privada; além disso, a concepção de Duarte parece estar em maior consonância com o emprego de “particularidade” feito por Agnes Heller (2008). Portanto, nesta pesquisa, utilizamos “particularidade” (*Partikularität*) no sentido expresso por Duarte, mesmo que a expressão remeta a uma citação do texto de Lessa (2015).

desceram quatro homens fardados e quatro em trajes civis. Eram muito magros e não levantavam a cabeça: dois homens e duas mulheres” (LEVI, 2015, p. 59).

O excerto em que o coronel fala do Dr. Leeb mostra como a ciência é influenciada pelos valores morais e éticos da sociedade. Os valores morais invertidos na época do nazismo davam respaldo a comportamentos e práticas desumanos.

[...] as tragédias e os horrores do passado mostraram o que pode acontecer quando a moral, a escala dos valores morais, desaparece da esfera da política e é separada do esforço de humanização, o que pode acontecer quando a iniciativa individual desaparece em todos os níveis e a responsabilidade individual deixa de existir (HELLER, 2008, p. 151-152).

Dois fatos do conto merecem atenção: o coronel, mesmo sabendo das possíveis atrocidades realizadas por Leeb, ainda o considera um cientista sério; e o canibalismo que ocorre após o final da guerra, em que pessoas com fome invadem a residência e comem os monstros, que eram (ou são?) humanos. Se a escala de valores morais está invertida ou desaparece da política e do esforço de humanização, práticas como a de Leeb ou mesmo o canibalismo podem não ser consideradas imorais e antiéticas, mesmo que estejam alinhadas à desumanização. Consideramos que o ato de canibalismo citado no final do conto condensa os desdobramentos de uma sociedade antiética, em que humanos comem os próprios humanos, ou ainda, comem humanos que não eram considerados humanos. Quais são os limites das atrocidades antiéticas?

A ciência é influenciada por valores morais e éticos não porque estes são externos a ela, mas porque tanto a ciência como os valores, a moral e a ética emergem do mesmo estatuto ontológico do ser humano (ser social), do trabalho e da práxis. De acordo com Lukács (2018, p. 32), a ciência “[...] investiga a realidade objetiva para descobrir o real espaço para a práxis real (do trabalho à ética) [...]”. Cada esfera de objetivação humana — ciência, ética, arte etc. — tem sua especificidade: assim como a ciência e a arte são reflexos distintos da realidade (LUKÁCS, 1978), a ética atua de maneira distinta da ciência e da arte, mediando a particularidade dos indivíduos ao gênero humano. Podemos partir da concepção de Stetsenko (2008) de que a ética preenche as lacunas entre a ontologia e a epistemologia, mas com a ressalva de que a ontologia é prioritária e fundante e de que tal preenchimento ocorre por meio de mediações.

Gostaríamos de destacar que, nos limites deste trabalho, não será possível aprofundar os estudos acerca da ética. A fim de exemplificação, em *Para uma ontologia do ser social*, o

próprio Lukács (2013, 2018) contorna algumas discussões porque estas estariam mais inseridas no quadro da ética, dando a entender que suas obras futuras estariam centradas na ética.

Jamais a decisão de um ser humano se passa no espaço vazio de um imperativo categórico, de uma livre decisão existencialista; ademais, deve-se considerar ainda que tal ponto de referência “puramente moral”, puramente interior, para as decisões possui pressupostos ontológicos extremamente concretos. Esse é o campo mais amplo e mais importante das relações entre ontologia e práxis. Porém, como o seu tratamento pressupõe um exame aprofundado dos problemas da ética, deve ser excluído de nossas atuais linhas de raciocínio; *ele somente poderá ser investigado no quadro da ética* (LUKÁCS, 2018, p. 105, grifo nosso).

Nos trabalhos de Duarte e colaboradores (2012) e Ferreira e Duarte (2021), os autores discorrem sobre a valoração na arte, o que nos permite realizar algumas extrapolações para a ciência, uma vez que esta também é uma objetificação superior do ser social. Para os autores, é imanente à arte um valor objetivo, mesmo que a identificação desse valor não seja imediato, e “[...] a eficácia da obra de arte não é dada por uma característica física da obra em si, mas pela capacidade que possui de sintetizar experiências humanas e reavivá-las para cada nova geração humana” (DUARTE; FERREIRA, 2021, p. 7). Podemos inferir, partindo do mesmo raciocínio, que também há um valor objetivo e imanente na ciência, e a eficácia do conhecimento científico está na sua capacidade de desvelar a realidade, universalizando casos singulares dos fenômenos naturais e desantropomorfizando as referências do conhecimento (LUKÁCS, 1966, 1798). No experimento de Leeb, o cientista parte de desejos e objetivos individuais (do Dr. Leeb) e particulares (da sociedade nazista), misturados a crenças religiosas, o que nada tem a ver com a realidade e com a universalização, além de o experimento estar mais próximo de uma alquimia, de uma prática ainda antropomorfizada e não científica.

Uma ética marxista supera éticas que são abstratas, transcendentais e alienantes porque cumpre efetivamente com a função generalizadora, abarca valores mais elevados (autênticos) condizentes com uma concepção de mundo na qual todos os seres humanos são seres sociais e têm direito à humanização, à formação omnilateral e que, portanto, também devem propiciar meios para a humanização do outro. Como já discutimos, os valores são imanentes, mas não absolutos (LUKÁCS, 2013; FERREIRA, DUARTE, 2021). Isso implica que a moral e a ética, por se desenvolverem a partir da complexificação dos valores, também podem ser compreendidas como imanentes e não absolutas. Por exemplo: na atual sociedade de classes, existem valores morais e éticos mais autênticos e alinhados com a superação dessa sociedade capitalista e com o processo de humanização e formação omnilateral do ser humano. De acordo

com Heller (2008), a vida cotidiana está repleta de alternativas que podem ser indiferentes ou não do ponto de vista moral; a decisão só se eleva do cotidiano na medida em que se eleva a importância da moralidade e da responsabilidade individual.

Quanto mais intensa é a motivação do homem pela moral, isto é, pelo humano-genérico, tanto mais facilmente sua particularidade se elevará (através da moral) à esfera da genericidade. Nesse ponto, termina a muda coexistência de particularidade e genericidade. [...]

Temos de introduzir aqui, contudo, duas restrições. Por um lado, a elevação ao humano-genérico não significa jamais uma abolição da particularidade. Por outro lado, uma decisão moral, no sentido aqui colocado, deve sempre ser considerada como uma tendência.

(HELLER, 2008, p. 39-40).

Podemos associar essa elevação da particularidade ao humano-genérico com a individualidade para si discutida por Duarte (2013). Enquanto o indivíduo em si não constrói de forma livre e consciente seu caráter moral, sendo este construído por assimilação espontânea dos valores da sua particularidade, do meio no qual está inserido, no indivíduo para si, tal assimilação ocorre de forma relativamente livre e consciente (DUARTE, 2013). Vale destacar que o indivíduo em si não é necessariamente alienado e o para si não é necessariamente consciente: trata-se de categorias tendenciais, isto é, todos os indivíduos são em si, pois a alienação é a impossibilidade histórico-social desenvolvida que não permite a formação do para si (DUARTE, 2013).

Silva e Santos (2015) discorrem sobre as Questões Sociocientíficas (QSC), que se trata de questões complexas e controversias envolvendo a ciência, as tecnologias e a sociedade — em um campo de constantes disputas e diferentes perspectivas — e que suas possíveis soluções envolvem juízos de valor, ou seja, envolvem as dimensões moral e ética. A fim de compreender a natureza epistêmica das QSC, os autores propõem quatro categorias analíticas, entre elas, o elemento valorativo, o qual envolve as dimensões ética e moral e discussões de cunho filosófico e ontológico (SILVA; SANTOS, 2015). Isto significa que: “[...] envolver as contradições no ensino de ciências por meio das QSC é situar as controversias por meio de argumentos, evidências que não são compreendidos unicamente pelo viés científico. Não há certo ou errado, há diferentes interpretações advindas de diferentes campos do saber” (SILVA; SANTOS, 2015, p. 5). Concordamos que as QSC auxiliam na compreensão mais ampla de ciência, evidenciando como diversas questões em debate não são solucionadas de forma simples e linear e estão relacionadas com juízos de valor. Entretanto, se todas as controversias são reduzidas a possíveis

perspectivas e interpretações da situação — o que remete a diferentes concepções de mundo e de ciência —, as questões éticas e morais também são meras interpretações e estão relacionadas com sua ontologia correspondente. Logo, a raiz do problema permanece intocada e não há perspectiva de transformação da sociedade, não há práxis revolucionária.

Sobre essa questão, Tan (2020), em artigo de resposta de fórum, critica a concepção marxista de necessidade de transformação do mundo ao invés de apenas interpretá-lo em contextos de Ciência em Contexto (*Science in Context*, SinC) abordada em outro artigo. Ele defende que, a fim de desenvolver uma prática educativa ética, devemos ensinar apenas o que os alunos desejam e não devemos nos preocupar com noções mais amplas dos nossos objetivos educacionais.

[...] me pergunto até que ponto o projeto da SinC como meio de ‘mudar o mundo’ pode ter uma base ética como ato de *educação* que desejamos para nossos alunos. Na medida em que me encontro aliado aos contornos gerais do projeto SinC, também percebo o risco de que recrutar estudantes para mudar o mundo possa ter consequências que vão, talvez involuntariamente, até a gama de *doutrinação*. Esta é uma acusação forte que não pretendo exagerar. Aponto apenas para a aceitação acrítica de “fatos científicos” e a facilidade com que as ideias populares são promulgadas, muitas vezes até nas salas de aula (TAN, 2020, p. 857, tradução nossa, grifo do autor).

Vázquez (2007) mostra que o marxismo advém da crítica ao existente, em particular ao capitalismo, e que existe nessa crítica uma crítica moral do capitalismo. Se os princípios e valores capitalistas são criticados, pressupõe-se que existem valores morais alinhados ao marxismo. O marxismo não se limita a apenas interpretar o mundo como também se configura como um projeto de transformação do mundo atual, daí a centralidade da práxis (unidade entre teoria e prática, entre ser e consciência) para Marx, e o marxismo ser considerado como filosofia da práxis (VÁZQUEZ, 2007). Heller (2008) também recorre ao pensamento de Marx ao discorrer acerca da ética: transformando o mundo, o ser humano transforma-se a si mesmo, isto é, para a construção de uma nova realidade é necessária a consciência de novos valores éticos que orientam essa transformação. Portanto, para o marxismo, “[...] a moral é um componente essencial de seu projeto de emancipação social, humana” (VÁZQUEZ, 2007, p. 324). De acordo com Duarte e colaboradores (2012), com base em Lukács, a catarse é uma categoria ética porque essa envolve mudança de concepção de mundo a partir do questionamento que o indivíduo faz da sua concepção de mundo e de si mesmo e a partir da desfetichização e da perspectiva de transformação da sociedade capitalista. Embora os autores estejam centrados na questão da ética e da catarse na arte, podemos extrapolar mais uma vez o raciocínio para a ciência e afirmar

que o conhecimento científico autêntico também envolve mudança de concepção de mundo e perspectiva de transformação da sociedade.

A questão sobre a ciência e a religião está presente tanto nos trabalhos de Mansour (2011) e Hathcoat e Habashi (2013) como no conto de Levi, como podemos notar na fala do coronel acerca dos escritos do Dr. Leeb:

“[...] Um outro [capítulo do manuscrito] diz respeito à iconografia de anjos e demônios, dos sumérios a Melozzo da Forlì e de Cimabue a Rouault; contém uma passagem que me pareceu fundamental, em que, à sua maneira apodíctica e confusa, mas com insistência maníaca, Leeb formula a hipótese de que... enfim, que os anjos não seriam uma invenção fantasiosa, nem seres sobrenaturais, nem um sonho poético, mas são o nosso futuro, ou seja, aquilo em que nos transformaremos, em que poderíamos nos tornar se vivêssemos o bastante ou se nos submetêssemos às suas manipulações. (LEVI, 2005, p. 58)

Hathcoat e Habashi (2013) partem da premissa de que as construções epistemológicas são centrais na discussão acerca da tese conflituosa entre ciência e religião, e a epistemologia pessoal está dividida em dois componentes cognitivos: ontológico e epistemológico. Os autores produziram uma análise qualitativa de 16 entrevistas com indivíduos de diferentes filiações religiosas e de diferentes níveis acadêmicos. Hathcoat e Habashi (2013) identificaram duas formas ontológicas de significação em relação aos textos sagrados: ontologia monista, em que o significado do texto sagrado é assumido como auto-evidente e o conhecimento científico pode confirmá-lo ou entrar em conflito; e ontologia pluralista, em que o texto sagrado tem categorias múltiplas incertas (metáforas, símbolos etc.) e mediadas pela consciência humana. Os autores defendem que a ontologia pluralista seria uma opção melhor porque evita conflitos e não está necessariamente descompromissada com a verdade, sendo esta entendida a partir da teoria da verdade como correspondência. Para os autores:

A forma pluralista de significado não necessita, portanto, de um abandono da verdade como correspondência, pelo menos quando amplamente concebida. Por exemplo, o relato da criação em Gênesis pode ser expresso metaforicamente, mas ainda assim esse relato pode ser interpretado como correspondendo à condição existencial da humanidade. É certo que ainda pode ser possível que tais interpretações sejam submetidas ao escrutínio científico em que a ciência moderna possa investigar essa condição existencial. Apesar de tais possibilidades, a tese do conflito pode ser menos aparente quando o significado das escrituras é construído como exibindo múltiplas categorias cuja compreensão é inerentemente provisória (HATHCOAT; HABASHI, 2013, p. 382, tradução nossa).

Por meio de entrevistas realizadas com professores de ciências, Mansour (2011) procurou entender como eles, na perspectiva do islamismo, acomodam em seu sistema de crenças a relação entre ciência e religião. O autor constatou uma concepção epistemológica de que o conhecimento deve estar orientado por preocupações éticas. Estas questões, para os entrevistados, devem advir da teleologia, da religião, pois eles entendem que, embora o conhecimento científico seja importante, a ciência não considera questões éticas e os impactos desse conhecimento na humanidade (MANSOUR, 2011). Nas palavras da entrevistada Dália: “Para mim, ciência e religião são duas faces de uma moeda, pois ambas nos dão informações diferentes. A ciência nos dá detalhes científicos e a religião nos dá valores, moral e crenças éticas. (T/Dália, entrevista 3)” (MANSOUR, 2011, p. 297). Essa concepção de que a ética não faz parte da ciência converge com a concepção apresentada por Laburú, Carvalho e Batista (2001). No conto de Levi, no entanto, essa concepção é colocada em xeque, pois se a ética advém da religião, Dr. Leeb é um exemplo de como essa combinação benéfica — religião e ética — é equivocada, pois seus textos são repletos de elementos religiosos e idealistas e sua prática científica é antiética. Podemos constatar a mesma situação no livro *Anjos e demônios*, analisado por Zilli (2018), na figura do personagem Leonardo Vetra, um cientista religioso que criou, com auxílio da filha, a antimatéria como forma de conciliação entre ciência e religião. Essa valorização da religião sobre a ciência evidencia que, devido à ciência não ter um sistema definido e organizado de valores morais e éticos, ela acaba por tomar emprestado tais valores de outros campos, como o religioso, mas isso não significa que não exista ética na ciência.

Mansour (2011) também identificou que, na perspectiva do islamismo, o conhecimento científico é entendido epistemologicamente como socialmente construído, mas ontologicamente entendem que a ciência é submissa aos métodos religiosos e ao Alcorão, pois Deus seria o criador do mundo. “O Islamismo defende a investigação científica e encoraja a investigação do universo e sua natureza como um método para explorar a criação de Deus” (MANSOUR, 2011, p. 284, tradução nossa). Ou ainda: devemos usar nossa mente e considerar as várias ciências — não somente a islâmica — porque a religião e o Alcorão encorajam isso. A posição de Mansour (2011), que cita até o Papa João Paulo II, é a de que a visão de mundo pode ser construída com base em várias formas de conhecimento — como a ciência e a religião —, que são múltiplas e se complementam.

Lukács (2018) discorre sobre o conflito que existe entre a ciência e a religião. Como elas são ontologicamente distintas, surgem por vias opostas, tem de surgir entre elas uma relação de aliança ou concorrência, dependendo da sociedade. Enquanto a ciência busca

desvelar a realidade, a religião busca a satisfação dos seres humanos diante das suas inquietações acerca da existência, do sentido da vida e dos comportamentos necessários na vida (LUKÁCS, 2018). Ao discorrer sobre o neopositivismo, Lukács (2018) mostra como a teoria da verdade assume um importante papel de anulação da ontologia na ciência de modo que o conhecimento científico fique destinado a fins práticos para aumento da base material — o que é de interesse para o capitalismo — sem, dessa forma, tratar de questões acerca da realidade, da existência, ficando estas relegadas à religião.

A questão é repetidamente discutida na história da ciência. Brecht, em seu drama sobre Galileu, faz o cardeal Belarmino expor de maneira cínica e clara a nova versão da dupla verdade: “Vamos nos adequar aos tempos, Barberini. Quando novas cartas astronômicas, baseadas em novas hipóteses, facilitarem a navegação de nossos marinheiros, eles devem usá-las. A nós desagradam apenas as teorias que falsificam a Escritura” (LUKÁCS, 2018, p. 38).

De acordo com Lukács (2018, p. 125), o que o cardeal Belarmino demandou da ciência e da filosofia em sua época, hoje se realiza por meio do neopositivismo com “[...] a capitulação da filosofia da natureza às exigências de uma manipulação antiontológica”. Com a ontologia terrenamente orientada que se desvela e se afirma desde o Renascimento, a Igreja não foi mais capaz de sustentar a antiga ontologia bíblico-cristã; contudo, ela preservou a necessidade religiosa abstrata de indivíduos manipulados (LUKÁCS, 2018). Nesse sentido, o neopositivismo cumpre a função de garantir para a religião um mundo de salvação ou de desgraça próprio do ser humano e independente da realidade material (LUKÁCS, 2018). Tal função é claramente exemplificada no conto de Levi pelo Dr. Leeb: no excerto apresentado sobre o manual, identificamos que Leeb buscava por uma espécie de salvação — pela busca de um suposto ser superior — e, para isso, desconsiderava toda a constituição natural. Os valores morais e éticos não emergem da ciência, mas se relacionam nas mediações entre ontologia e epistemologia; portanto, nesse sentido, podemos afirmar que existe ética na ciência, diferentemente do que foi exposto por Laburú, Carvalho e Batista (2001) e pelos entrevistados de Mansour (2011).

De acordo com Lessa (2015), ética e religião são antinomias, pois enquanto a ética diz respeito ao terreno (imane), a religião diz respeito ao além (transcendente); por isso não existe a possibilidade de uma ética religiosa.

*A moral é sempre imanente, porém, a humanidade – enquanto humanidade livre – só pode se elevar à autoconsciência à base da imanência moral, o que significa – convém repetir – a tomada de consciência do caráter terreno da vida e da contínua autocriação humana. A meu ver, essa é a contraposição de*

princípio existente entre a ética de Marx e todas as éticas religiosas, independentemente do fato de que ambas as espécies de ética podem chegar a resultados completamente diversos, ou semelhantes, ou até idênticos, na apreciação de determinados valores (HELLER, 2008, p. 153-254, grifo do autor).

A necessidade religiosa é mantida historicamente nas massas e cumpre uma função de ocultação da realidade material e social, da essência das relações sociais e desigualdades, naturalizando-as e/ou relegando-as ao que é transcendental, impossibilitando a autoconsciência, a perspectiva de transformação da sociedade, de uma práxis revolucionária, desconsiderando o futuro como um problema, pois este já está dado por um deus (TONET, 2013; LESSA, 2015; LUKÁCS, 2018). Além disso, a explicação religiosa acerca do mundo tem caráter antropomorfizador (LUKÁCS, 1966) e tende a abranger valores morais e éticos preconceituosos e unilaterais, voltados para vontades individuais de uma sociedade particular. A religião está mais próxima da vida cotidiana do que a ciência, e a vida cotidiana é marcada por ultrageneralizações, casos singulares que são grosseiramente subsumidos a alguma universalidade, analogias que se cristalizam em preconceito (HELLER, 2008). Se existem seres inferiores (vermes) e superiores (borboletas angélicas), por que os judeus estariam mais próximos de vermes do que os alemães?

Por fim, discutiremos nesta análise a questão da ideologia. Westphal e Pinheiro (2004, 2005) discorrem sobre o construtivismo e concordam com alguns autores sobre as graves inconsistências de cunho filosófico que o construtivismo carrega. Os autores propõem o realismo ontológico do filósofo da ciência Mario Bunge como uma possível solução para essas inconsistências. Bunge (1974) é contra um construtivismo ontológico (idealista): ele entende que a realidade existe independentemente da consciência humana e que essa concepção é inerente à ciência. Concordamos com Skordoulis (2008) que, em alguns aspectos, há concordâncias entre a filosofia de Bunge com o marxismo. Porém, Bunge (1974) entende que a construção do conhecimento científico e o desenvolvimento tecnológico são influenciados pela cultura, pela política, pelas crenças, pela dificuldade financeira, pela ideologia dominante. Logo, ele é a favor de um construtivismo epistemológico, pois compreende que as teorias e modelos construídos não retratam a realidade, pois são convencionais — uma vez que a construção do conhecimento científico é influenciada por fatores sociais — e, nesse sentido, são apenas aproximativos (WESTPHAL; PINHEIRO, 2004, 2005).

Reconhecemos que a ciência é influenciada pelos fatores sociais e pela ideologia dominante — em “Ótima é a água, percebemos a influência dos ideais positivistas e empiristas

no trabalho técnico de Boero; e em “Borboleta angélica”, notamos a influência política e religiosa no experimento antiético de Dr. Leeb. Contudo, a abordagem de Bunge (1974) é epistemologicamente idealista porque desconsidera que o conhecimento científico é, mesmo com diversas influências, a prática do ser social mais capaz de desvelar a realidade. O experimento de Leeb nada tem a ver com a realidade porque sua prática é descompromissada com a ciência: ela parte de teorias e suposições não científicas, não sistematizadas, o que faz dela uma prática anticientífica. Assim, nos trabalhos de Westphal e Pinheiro (2004, 2005), além dos estatutos ontológico e epistemológico da ciência serem discutidos de forma polarizada, notamos mais uma vez a percepção dicotômica de que: ou a ciência se acha neutra e, portanto, o conhecimento científico é objetivo (positivismo), ou a ciência não é capaz de construir conhecimento objetivo porque os cientistas são influenciados por fatores sociais.

Identificamos no ensaio de Silva e Fachín-Terán (2011) discussões semelhantes acerca da influência da ideologia na prática científica, mas sem aprofundamentos. Para os autores, o pesquisador deveria deixar transparecer sua postura diante do objeto de pesquisa, ou seja, transparecer seu viés, o qual está presente em todas as etapas da pesquisa e pré-pesquisa e o qual é um elemento fundamental para o conhecimento. “[...] não há como negar a carga ideológica e a interação presente entre pesquisador e objeto de pesquisa. Portanto, a condição ontológica do pesquisador não está dissociada de seu objeto, uma vez que ambos sofrem interferências mútuas e constantes [...]” (SILVA, FACHÍN-TERÁN, 2011, p. 8).

Essa centralidade que se dá na dimensão subjetiva da ciência pode levar a discursos multiculturais, como o de Sammel (2009), que fala de uma ideologia e ciência ocidentais, de uma ideologia branca, de visões de mundo eurocêntricas, afirmando que a ontologia ocidental é assumida como correta e não ligada à branquitude. O que se entende com o trabalho de Sammel (2009) é a relativização da dimensão ontológica ao se considerar a ontologia como ocidental e eurocêntrica, o que pressupõe a existência de outras ontologias. A ontologia não é ocidental nem oriental, ela é a realidade existente e independente da consciência humana. Se a ciência se desenvolveu em âmbito europeu, com certeza isso revela aspectos da sua gênese e da influência dos ideais capitalistas, os quais abarcam preconceitos, exclusões e desumanizações para manutenção da ordem hegemônica, e isso se reflete na ciência, que se acha neutra, que não considera a concepção de mundo, que não reconhece o movimento da matéria, que não está orientada para uma práxis revolucionária. Todos esses fatores podem ser considerados sem que a ontologia e a epistemologia sejam relativizadas.

Para Kincheloe e Tobin (2009), existe uma cultura positivista — práticas epistemológicas reducionistas e cientificistas — que é ideológica e que afeta tanto a ciência como a educação. Stetsenko (2008) trata essa cultura positivista como visões e premissas positivistas (essencialistas, mecanicistas) e no contexto dos fenômenos sociais, e resgata, por meio de uma abordagem dialética da ontologia relacional, os aspectos éticos, valorativos e ideológicos que fazem parte de todas as atividades humanas. Consideramos problemático o uso do termo “cultural” para se referir a filosofias e metodologias científicas, pois o conhecimento científico, embora seja influenciado por fatores culturais, não deve ser reduzido a uma forma de expressão de um conjunto da população, pois, assim, perde-se a sua característica de ser universal e antropomorfizador.

Skordoulis (2008) cita Marx para mostrar que não é possível separar a ciência do seu contexto social, pois ela parte de objetivos, o que não quer dizer que a ciência seja subordinada à ideologia dominante (burguesa). A ordem hegemônica tem um sistema de hegemonia ideológica e a ciência representa uma ameaça a esse sistema; por isso, não faz sentido falar de uma ciência burguesa, mesmo que a ciência seja influenciada pelo sistema ideológico burguês (SKORDOULIS, 2008).

A ciência estabelece uma autonomia conceitual das formas de consciência social e das ideologias existentes na formação social. Essa autonomia conceitual da ciência sustenta uma descontinuidade entre a prática científica e aqueles padrões de ideologia e interesses materiais que constituem qualquer conjuntura social particular.

Historicamente, os conflitos sociais se desenvolveram em torno da apropriação e/ou supressão de novos conhecimentos científicos. Do ponto de vista das forças sociais dominantes, os novos conceitos científicos são sempre potencialmente subversivos: são um desafio potencial à formação ideológica predominante.

(SKORDOULIS, 2008, p. 567, tradução nossa)

Por representar uma ameaça, esse potencial subversivo poderia ser controlado pela elite; tal controle é dificultado quando a prática científica é difundida de forma contínua na consciência social da população (SKOURDOULIS, 2008), o que remete à importância da práxis revolucionária (KOSIK, 1969) discutida na análise do conto “Ótima é a água”. Devido à difusão popular do conhecimento científico, a ordem hegemônica buscou por meios de reprimi-lo, articulando de forma unilateral ideias científicas condizentes com a cultura dominante (SKORDOULIS, 2008).

Santos (2017) destaca que a gênese da ciência e da ideologia estão no trabalho, que é categoria fundante do ser social. Com o aparecimento de interesses sociais antagônicos, surgem diferentes posições teleológicas entre os indivíduos, entre elas, as práticas idealistas, como a mágica e a religiosa (SANTOS, 2017). Pensando nas pesquisas em ensino de ciências — e podemos extrapolar para a prática científica como um todo —, o autor conclui que, se essas práticas não tiverem como base uma ontologia materialista e uma concepção do ser social, elas cumprem mais um papel ideológico do que científico, isto é, um papel desvelador da realidade. Um exemplo claro de ideologização das ciências naturais foi o Stalinismo na União Soviética, que destruiu o pensamento científico e fez uma caricatura do marxismo (SKORDOULIS, 2008).

Complementando os apontamentos de Skordoulis (2008) e de Santos (2017), reiteramos que a ética e a moral têm espaço no marxismo desde que este seja compreendido como filosofia da práxis, isto é, alinhado à transformação da concepção de mundo e à transformação da sociedade capitalista a partir da autoconsciência da classe trabalhadora (KOSIK, 1969; VÁZQUEZ, 2007). A ética marxista “[...] distingue-se das éticas individualistas, formais ou especulativas que pretendem explicar a moral à margem da história e da sociedade, ou dos interesses dos grupos ou classes sociais” (VÁZQUEZ, 2007, p. 324). As práticas morais, por sua natureza, são carregadas de ideologia e podem ou não encobrir os interesses da classe dominante a qual serve (VÁZQUEZ, 2007). A ideologia capitalista, por meio de diversos mecanismos, procura embutir na mente dos indivíduos a associação de liberdade com o apagamento de perspectiva de futuro, ficando este, assim, destinado às forças cegas do capital (LESSA, 2015).

Como já afirmamos, os valores, a moral e a ética são dimensões que se relacionam com a ciência — por exemplo, mediando a ontologia e a epistemologia — e, portanto, o conhecimento científico também é carregado de ideologia. Algumas atitudes anticientíficas, entretanto, como apontado por Duarte, Massi e Teixeira (2021), partem de concepções de mundo que entendem que a ciência não pode ter objetividade se não for neutra política e ideologicamente. Os autores defendem que “O conhecimento científico não precisa abdicar da objetividade para fundamentar posições éticas e políticas diante dos problemas que afligem a humanidade hoje” (DUARTE; MASSI; TEIXEIRA, 2021, p. 3, tradução nossa). Lukács (2018), reiteramos, apontou para a importância de se compreender a práxis tanto no seu aspecto objetivo como subjetivo. Além disso, o espelhamento da realidade envolve aspectos subjetivos porque ele acontece na mente e consciência do ser humano, porém, isso não quer dizer que o reflexo não possa ser objetivo, desde que ele tenda a ser desantropomorfizador (LUKÁCS, 1966, 1978).

Uma ciência que esteja orientada para uma práxis revolucionária precisa, necessariamente, partir de problemas autênticos da humanidade na luta contra as alienações e desumanização da sociedade capitalista, procurando superá-las.

A ciência, fruto de disputas ideológicas, precisa ser questionada como um tipo de conhecimento que, para revelar a verdade, deve manter uma postura crítica constante em relação aos interesses econômicos, políticos e culturais que limitam sua objetividade. O movimento contraditório da sociedade implica considerar diversos mecanismos pseudocientíficos sustentados por aparatos midiáticos e sistemas ditatoriais, que relativizam o conhecimento científico valorizando, controlando e mantendo ideologias que obscurecem o acesso à verdade. No entanto, ao contrário do que se pensa, isso não significa que a ciência deva permanecer alheia, distante e omissa em relação aos problemas sociais. A liberdade de buscar a verdade não é aumentada pela adoção de uma crença ilusória no desengajamento social da prática de produzir conhecimento científico (DUARTE; MASSI; TEIXEIRA, 2021, p. 5, tradução nossa).

Assim, a partir de “Borboleta angélica”, podemos fazer o seguinte questionamento: Que ciência é esta que, diante de um mundo em guerra, diante dos horrores do nazismo, diante da fome exacerbada de pessoas, está preocupada em despertar um suposto ser superior nos judeus? No manuscrito de Leeb também é citado um “[...] programa de experiências sobre a alimentação humana [...]. Nele se propõe submeter um vilarejo inteiro, por várias gerações, a regimes alimentares alucinados, à base de leite fermentado [...]” (LEVI, 2005, p. 58). Curiosamente, Levi relata essas experiências — como se elas tivessem se concretizado — nos contos “Recuenco: a Provedora” e “Recuenco: o rafter”, do livro *Vício de forma*. “Borboleta angélica” mostra claramente que a ciência é influenciada por valores morais e éticos e, portanto, por ideologias, e que se eles não estão alinhados a uma concepção de mundo materialista, histórica e dialética, com autoconsciência e com perspectiva revolucionária, sua prática apenas servirá — embora ainda contraditoriamente desvelando aspectos do real — para fins utilitários, de manutenção da ordem hegemônica, ou, no pior dos casos, para corroborar com processos de desumanização.

#### 4 CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES PARA A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Esta pesquisa de mestrado teve como objetivo desvelar os estatutos ontológico e epistemológico da ciência nos contos de ficção científica distópica de Primo Levi. Esse objetivo foi um desdobramento do objetivo mais amplo de desvelar a concepção ontoepistemológica de ciência para o marxismo, ou seja, sistematizar as relações entre ontologia e epistemologia das ciências da natureza pautadas nos fundamentos do marxismo e no materialismo histórico-dialético. Nosso objeto de estudo, portanto, foram as dimensões ontológica e epistemológica da ciência para o marxismo.

No desenvolvimento desta pesquisa, partimos de dois objetos de análise empírica: trabalhos da EC selecionados a partir de uma revisão bibliográfica sistematizada; e os contos de ficção científica distópica de Primo Levi “Ótima é a água” e “Borboleta angélica”. Com a leitura dos trabalhos e dos contos, identificamos algumas categorias e temas que são mais recorrentes e que estão relacionados com os estatutos ontológico e epistemológico da ciência: realidade, trabalho e natureza, práxis, valores, moral, ética e ideologia. Na análise crítica dos contos, mobilizamos referenciais marxistas que poderiam nos auxiliar a compreender a concepção marxista dessas categorias e temas. Assim, a partir da análise dos contos articulada aos trabalhos da EC, foi possível:

- Identificar os estatutos ontológico e epistemológico da ciência nos contos “Ótima é a água” e “Borboleta angélica” de Primo Levi, nos quais o enredo distópico é construído com base em estatutos alinhados a uma ciência positivista e neopositivista, que era um dos objetos de crítica de Levi;
- Identificar, ainda que inicialmente, alguns aspectos ontoepistemológicos condizentes com uma concepção de ciência marxista, como: a estratificação da realidade e seu movimento dialético; a indissociável relação do ser humano e seu trabalho com a natureza; a prática científica entendida como práxis do ser social, que pode ser utilitária ou revolucionária; a imanência da ética, em que os valores emergem das atividades do ser social (na relação entre finalidade e causalidade), e a moral e a ética emergem da complexificação desses valores e da complexificação do trabalho e da consciência humanos; o papel da ética nas mediações entre ontologia e epistemologia e na elevação do humano particular ao genérico; a inelutável influência da ideologia na ciência;
- Delinear desdobramentos do potencial dos contos de Primo Levi para se discutir questões mais amplas acerca da ciência no contexto da EC, da PHC, da História e Filosofia da Ciência e da relação entre ciência e literatura;

- Identificar temas e categorias que precisam ser aprofundados em outros estudos a fim de ser possível sistematizar de modo mais totalizante e rico características de uma concepção de ciência marxista;

Com a análise dos trabalhos da EC, identificamos que a maior parte deles discute sobre a ontologia a partir de uma perspectiva epistemológica, submetendo a ontologia ao sujeito cognoscente e relativizando-a, não sendo um problema evidente a coexistência de concepções realista e antirrealista nos contextos da pesquisa e do ensino e aprendizagem. Mesmo a epistemologia acaba sendo tratada como uma espécie de crença, de perspectiva, de convenção. Esse tipo de abordagem é criticado, por exemplo, por Chasin (1988), Della Fonte (2005, 2007), Tonet (2013) e Lukács (2018) porque é idealista, manipulativa e mascara o real e a dinâmica desumana da sociedade capitalista, relegando-os a abstrações, ao transcendente. Para Lukács (2018, p. 113), “[...] essa é a perda do senso de realidade da maioria das pessoas que vivem em nossa época em virtude da crescente manipulabilidade de seu cotidiano”. Para o marxismo, a realidade (ontologia) é prioritária e independe da consciência humana, não há espaços para antirrealismos e relativismos.

Para discutir aspectos ontológicos e epistemológicos da ciência, na maior parte dos artigos os autores não evidenciam a sua concepção de ser humano e de ciência, deixando-a em suspenso ou velada. Ainda assim, essa concepção existe e geralmente está alinhada à ideologia capitalista e neoliberal. Vimos que é a partir de uma compreensão do ser social, da ontologia do ser social — isto é, de uma concepção do ser alinhada à concepção de mundo marxista —, que podemos compreender o que é o trabalho, a práxis, a ciência, a relação do ser humano com a natureza, porque são categorias e dimensões imanentes. A mesma condição identificamos nos trabalhos que abordam sobre os valores, a moral, a ética e a ideologia. A ética é entendida de forma transcendental ou de forma prioritária de tal forma que a própria ontologia fica submetida a ela. Para os autores desses artigos, devido às influências subjetivas, a ciência não seria capaz de construir conhecimentos objetivos, os quais acabam sendo considerados meras convenções e abstrações. Para o marxismo, no entanto, o ser social é entendido como ser ontocriativo e a subjetividade não interfere na objetividade do conhecimento científico porque a prioridade do conhecimento está na afirmação da sua objetividade (da sua ontologia), o que não abre brechas para relativismos e subjetivismos (KOSIK, 1969; FERREIRA, DUARTE, 2021).

A realidade é mais rica do que a subjetividade. A subjetividade se enriquece a partir da captura das relações de objetividade. [...]

[...] não é que a realidade se transforme em subjetividade e nem que a subjetividade passe a ter o primado exclusivo, mas a subjetividade é mostrada enquanto predicado fundamental de um dado tipo de ser.

(CHASIN, 1988, p. 51)

A realidade não é mecânica, cristalizada e/ou absoluta, ela está em movimento dialético e o reflexo científico é capaz de captar esse movimento por meio de mediações de categorias e por meio de conceitos. As categorias existem na realidade, mas não são tocáveis. Elas fazem parte dos mecanismos do movimento da essência da realidade, os quais não são necessariamente captados no domínio do empírico. Por isso que, enquanto mediação, as categorias sintetizam esses movimentos e nos auxiliam na compreensão da realidade. Portanto, o conhecimento tem objetividade e não é fixo nem imutável, pois ele reflete a natureza; o conhecimento tem caráter aproximativo, o que não quer dizer que ele seja uma convenção ou abstração.

A busca histórica da objetividade da ciência é um compromisso ético e político com o horizonte social da emancipação da humanidade como um todo.

Orientar a ciência para a humanização da vida e fazer da objetividade científica um compromisso para a formação de uma visão de mundo voltada para a emancipação de todos os seres humanos das muitas formas de exploração e dominação que atualmente prevalecem nas relações sociais faz com que a ciência deixe de servir aos interesses restritos de elites políticas e econômicas, tornando-se patrimônio de toda a humanidade. Uma parte desse processo de democratização da ciência deve ser realizada por meio da educação.

(DUARTE; MASSI; TEIXEIRA, 2021, p. 14, tradução nossa)

Identificamos que os valores, a moral e a ética são imanentes, emergem da esfera do ser social e, portanto, a ontologia é anterior a eles. Eles têm espaço no marxismo desde que este seja compreendido como filosofia da práxis, o que remete à relação com a ideologia marxista e a não neutralidade da ciência. Os valores são subjetivos e objetivos, não são absolutos e têm a função de mediar a transformação do mundo e do ser humano, enquanto a moral e a ética estabelecem a mediação entre o indivíduo particular e o gênero humano. Em relação à ontologia e à epistemologia, ambas se relacionam na construção do conhecimento científico e a ética tem um papel mediador entre elas. Inferimos também que há um valor objetivo e imanente na ciência relacionado à capacidade do conhecimento científico de desvelar a realidade de maneira desantropomorfizadora.

Com a análise dos contos, pudemos constatar que “Ótima é a água” e “Borboleta angélica” condensam diversas categorias e temas relacionados aos estatutos ontológico e epistemológico da ciência que possibilitam articulações coerentes com uma concepção de

mundo mais ampla e dialética, isto é, marxista. Nos contos analisados, notamos que Levi constrói enredos caricatos dos desdobramentos de uma ciência positivista e neopositivista no contexto do pós-guerra, delineando alguns elementos que nos possibilitam captar formas de superação dessa ciência. O desvelamento de aspectos ontológicos e epistemológicos alinhados ao marxismo aconteceu mais por vias de contraposição ao conteúdo dos contos do que pela identificação direta desses elementos no enredo, de forma coerente com o esperado quanto ao reflexo artístico da realidade presente na literatura. Esses conteúdos são: a contraposição entre a água pura e fechada no laboratório e a água real do rio Sangone; a práxis técnica no trabalho de Boero e sua percepção de como a água é a base da vida e da sociedade; a prática científica antiética de Dr. Leeb, misturada com concepções antirrealistas e subjetivas, levando a processos de desumanização; o questionamento da função da ciência na contraposição entre uma ciência alinhada à particularidade nazista e um ciência alinhada à ideologia marxista de humanização e emancipação do ser humano. Isso nos permite concluir que a ética na ciência — estando esta inserida em uma práxis revolucionária — não deve estar alinhada, por exemplo, à particularidade capitalista e neoliberal. A ciência deve estar orientada eticamente para problemas reais da sociedade, como a qualidade da água do rio em “Ótima é a água” e a fome exacerbada em “Borboleta angélica”. Isso implica que, além da concepção de realidade em movimento e estratificada, por exemplo, é importante a posição ética que pesquisadores e professores tomam diante dessa realidade, envolvendo questões de produção, consumo, distribuição e mercantilização.

Os contos de *Histórias naturais* e *Vício de forma* têm essa característica de mostrar histórias caricatas, com desfechos inesperados, que partem da crítica de Levi à ciência técnica, à ciência que ele conheceu e vivenciou no campo de concentração, aos rumos que ele percebia que as investigações científicas estavam tomando no pós-guerra. Por esses motivos, há um teor pessimista nesses contos e há frequentemente a abordagem de questões relativas ao trabalho científico alienado, técnico, apartado de uma concepção de mundo e de realidade, e à ética na ciência. Salientamos que, embora os contos sejam considerados distópicos, fica evidente neles uma dialética entre utopia e distopia, em que as condições distópicas são frutos de motivações utópicas e a superação dessas condições retorna a uma utopia. Podemos exemplificar essas motivações com a utopia de uma ciência positivista e neopositivista (neutra e pragmática) e a utopia de construção de uma sociedade de seres “puros”, “angelicais” (eugenia). As utopias são geralmente associadas a uma sociedade melhor, mas elas podem refletir preconceitos, egoísmos

e competitividades se seus valores estiverem alinhados, por exemplo, a uma sociedade capitalista e neoliberal.

Entendemos que “Ótima é a água” e “Borboleta angélica” têm potencial para discussões mais aprofundadas sobre a natureza da ciência tanto em âmbito da educação básica — em disciplinas de ciências naturais — como no ensino superior — em disciplinas de história e filosofia da ciência. Alguns artigos (CEDRAN *et al.*, 2017; LEONARDO JÚNIOR, 2020a; GASPARETTO; CEDRAN; SÁ, 2022) evidenciam que o conto “Ótima é a água” já tem sido trabalhado nesse sentido em âmbito nacional, diferente do “Borboleta angélica”. Entendemos que questões acerca das visões deformadas de ciência e de aspectos científicos específicos, como o erro, são relevantes, porém, ainda permanecem na superfície das discussões sobre a natureza da ciência e/ou são fragmentados. As discussões sobre a natureza da ciência poderiam ser mais amplas, mais profundas, mais integrais (BEJARANO; ADURIZ-BRAVO; BONFIM, 2019). Entendemos que essa concepção mais ampla de ciência requer discussões sobre os seus aspectos ontológicos e epistemológicos. Na revisão bibliográfica sistematizada, não foi retornado trabalho algum que abordasse ontologia e epistemologia no contexto da articulação entre ciência e literatura, ou seja, que abordasse essas discussões na ficção científica. Quando buscamos por alguns trabalhos nacionais sobre ficção científica, com destaque para os artigos de Piassi (2007, 2013), não encontramos sequer a citação do termo “ontologia”.

Sobre a relação entre ciência e literatura e seu potencial didático para aulas de ciências, produzimos (MASSI *et al.*, 2022) um trabalho em que analisamos a obra *A tabela periódica* de Primo Levi, mobilizando as categorias de reflexo, particular, antropomorfização e desantropomorfização que emergem do livro. Apontamos para algumas lacunas que identificamos em trabalhos da área de EC que utilizaram essa obra, como a ausência de um referencial de interpretação estética, a discussão sobre a relação entre ciência e literatura destacando suas similaridades e diferenças e o uso da obra literária como forma de contextualização do conhecimento científico. Entendemos que todas essas abordagens provocam reducionismos da ciência e da arte. É mais rico para o ensino de ciências quando o docente tem consciência das determinações presentes na obra e as utiliza para evidenciar as especificidades dos reflexos científico e estético a partir dos seus tensionamentos dialéticos e a importância da ciência e da arte para o enriquecimento de nossa concepção de mundo.

Estar alinhado à PHC significa estar alinhado à concepção de mundo marxista, à práxis revolucionária, aos objetivos de humanização e de formação omnilateral, ao despertar da autoconsciência, à elevação do particular ao gênero humano, à transformação e superação da

sociedade capitalista. Também é estar alinhado a uma concepção de ciências da natureza, sua importância para o desenvolvimento e história do ser social e para a concepção de mundo, que liberta os seres humanos no sentido de afastá-los das causalidades da natureza, de afastá-los de explicações antropomórficas e alienantes da realidade. Isso significa, portanto, que a concepção de mundo é importante para uma educação pautada nos pressupostos da PHC, diferentemente do construtivismo, que concorda com a separação entre conhecimento (epistemologia) e concepção de mundo (ontologia) (DUARTE, 2015). Por isso a educação científica deve superar uma concepção neopositivista, uma vez que esta renuncia voluntariamente à ontologia, deixando que a religião, por exemplo, fique responsável por dizer o que é o real, o mundo, o ser humano — teoria da dupla verdade (DUARTE, 2012; LUKÁCS, 2018). No entanto, “[...] a ontologia teológico-religiosa é confrontada com uma ontologia extraída filosoficamente da reflexão científica”, isto é, com uma ontologia marxista (LUKÁCS, 2018, p. 119).

[...] defender a socialização do conhecimento objetivo sobre a realidade natural e social não significa ingenuidade em relação à história, mas sim reconhecimento de que há conquistas que devem ser preservadas. Uma dessas conquistas a serem preservadas pela escola é o compromisso com a verdade. A Terra não está no centro do universo. A espécie homo Sapiens surgiu a partir de um longo processo de evolução espontânea da vida. A sociedade é resultado das atividades humanas e não de alguma força ou vontade superior ou transcendente. A luta de classes existe objetivamente, não é uma invenção dos socialistas (DUARTE, 2017, p. 109).

Os contos “Ótima é a água” e “Borboleta angélica” têm potencial para a abordagem de problemáticas da ciência positivista e neopositivista, que é anti-humanista e que serve aos interesses do mercado, e para contribuir para o fortalecimento da concepção de mundo materialista, histórica e dialética. “Trata-se de uma luta que não pode ser ignorada pelos educadores [...]” (DUARTE, 2015, p. 22). É uma luta contra o silêncio causado por idealismos e subjetivismos e necessário para manutenção da ordem hegemônica. É uma luta contra os princípios da racionalidade, do individualismo e do pragmatismo favorecidos pela BNCC, os quais preconizam valores neoliberais como meritocracia e competitividade (MALANCHEN; TRINDADE; JOHANN, 2021). Os contos contribuem para essa luta no contexto escolar por meio de discussões sobre o que é a realidade, os limites do empírico, a relação entre essência e aparência, os limites de um trabalho técnico, que satisfaz as necessidades práticas do capitalismo, o papel dos valores, da moral e da ética na prática científica etc. Isso quer dizer que a defesa do conhecimento científico na sociedade e na escola é imprescindível, pois este, mesmo influenciado pelas ideologias neopositivista e pós-moderna, é a forma mais próxima que temos de superar o aparente cotidiano e conhecer a realidade, isto é, a natureza, a sociedade,

a nós mesmos. Todas essas discussões aparecem condensadas na forma de reflexo estético nos dois contos de Primo Levi analisados, um autor necessário e de múltiplas facetas, que deixou testemunhos e alertas relevantes para o futuro, o nosso presente.

Por fim, ao longo do desenvolvimento da análise dos trabalhos da EC e dos contos, fomos elaborando alguns questionamentos que emergiram direta ou indiretamente das discussões e que podem servir de direcionamento para investigações futuras para serem mais bem explorados. Salientamos que alguns desses questionamentos extrapolam o que foi mobilizado pela pesquisa, porém, não deixam de se articular com nossas conclusões. Elencamos a seguir os questionamentos:

- Como a realidade é estratificada e há domínios do empírico, do factual e do real, como esses domínios se desdobram para a química, a física e a biologia? Existem mais domínios?
- Sendo a natureza dialética e o ensino de ciências pautado na natureza, como a lógica dialética pode ser articulada no processo de ensino e aprendizagem?
- Como se desenvolve, por meio da metodologia científica, o desvelamento dos conteúdos e movimentos dos domínios da realidade?
- Qual papel a química, a física e a biologia exercem na práxis revolucionária? Qual a relação dessas ciências com a concepção de mundo?
- Como as questões relacionadas aos valores, à moral e à ética, orientadas para a filosofia da práxis, se desdobram nas atividades mais específicas da ciência, como na relação entre orientador e orientando, na coleta de dados, no anonimato de entrevistados, nas cobaias etc.?

## REFERÊNCIAS

- ALIGHIERI, D. **A divina comédia: inferno**. Tradução de Xavier Pinheiro. 12. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2017. *E-book*. Paginação irregular.
- ALMEIDA, M. C.; SEPÚLVEDA, C.; EL-HANI, C. N. O perfil conceitual de adaptação como ferramenta para análise de discurso no ensino superior de evolução. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 11., 2017, Florianópolis/SC. **Anais [...]** Florianópolis/SC: ABRAPEC, 2017. p. 1-11.
- AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 3, p. 1-14, 2001a.
- AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 3., 2001, Atibaia/SP. **Anais [...]** Atibaia: ABRAPEC, 2001b. p. 1-13.
- ASSUMPÇÃO, M. C. **Educação escolar e individualidade: fundamentos estéticos da pedagogia histórico-crítica**. 2018. 154f. Tese (Doutorado em Educação Escolar) - Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2018.
- ATWEH, B. Reflections on social justice, race, ethnicity and identity from an ethical perspective. **Cultural Studies of Science Education**, v. 6, n. 1, p. 33-47, 2011.
- AYALA FILHO, Á. L. A construção de um perfil para o conceito de referencial em física e os obstáculos epistemológicos a aprendizagem da teoria da relatividade restrita. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 155-179, 2010.
- BAI, H. Peace with the Earth: animism and contemplative ways. **Cultural Studies of Science Education**, v. 10, n. 1, p. 135-147, 2015.
- BAILY, C.; FINKELSTEIN, N. Development of quantum perspectives in modern physics. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, v. 5, n. 1, p. 1-8, 2009.
- BASEVI, A. A janela indiscreta da testemunha: Primo Levi e o fantástico pós-Auschwitz. **Boletim de Pesquisa NELIC**, Florianópolis, v. 15, n. 23, p. 227-239, 2015.
- BECKER, C. V. **Inscrições distópicas no romance português do século XXI**. 2017. 180 f. Tese (Doutorado em Letras) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.
- BEJARANO, N. R. R.; ADURIZ-BRAVO, A.; BONFIM, C. S. Natureza da Ciência (NOS): para além do consenso. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 4, p. 967-982, 2019.
- BELLOCCHI, A.; DAVIS, J. P.; OLSON, R. E.; APPANNA, S. D. Understanding social bonds during science inquiry using V-Note software. **Cultural Studies of Science Education**, v. 14, n. 3, p. 769-796, 2019.

BENCZE, L.; ELSHOF, L. Science teachers as metascientists: an inductive–deductive dialectic immersion in northern alpine field ecology. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 12, p. 1507-1526, 2004.

BENCZE, L.; POULIOT, C.; PEDRETTI, E.; SIMONNEAUX, L.; SIMONNEAUX, J.; ZEIDLER, D. SAQ, SSI and STSE education: defending and extending “science-in-context”. **Cultural Studies of Science Education**, v. 15, n. 3, p. 825-851, 2020.

BEZZI, A. What is this thing called geoscience? Epistemological dimensions elicited with the repertory grid and their implications for scientific literacy. **Science Education**, v. 83, n. 6, p. 675-700, 1999.

BHASKAR, R. **A realist theory of science**. London: Routledge, 2013.

BRASIL atinge 300 mil mortos por Covid-19 um dia após recorde de mais de 3 mil vidas perdidas em 24 horas. **G1**, São Paulo, 24 mar. 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/bemestar/coronavirus/noticia/2021/03/24/brasil-atinge-300-mil-mortos-por-covid-19-um-dia-apos-recorde-de-mais-de-3-mil-vidas-perdidas-em-24-horas.ghtml>. Acesso em: 29 mar. 2021.

BRAVO, B. M; PESA, M. A.; POZO, J. I. The learning of sciences: a gradual change in the way of learning. The case of vision. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 299-317, 2009.

BRECHT, B. A vida de Galileu. *In*: BRECHT, B. **Teatro completo**. 3. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1991. v. 6. p. 51-170.

BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. O ensino de física moderna na escola média: os modelos e o realismo científico na sala de aula. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5., 2005, Bauru/SP. **Anais [...]** Bauru/SP: ABRAPEC, 2005. p. 1-12.

BUNGE, M. **La investigación científica**. Barcelona: Ariel, 1969.

BUNGE, M. **Filosofia da Física**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 1973.

BUNGE, M. **Teoria e realidade**. São Paulo: Perspectiva, 1974.

BUNGE, M. **Treatise on basic philosophy**: volume 3: ontology I: the furniture of the world. Dordrecht, Boston: D. Reidel, 1977.

CAMPBELL, T.; MELVILLE, W.; GOODWIN, D. Science teacher orientations and PCK across science topics in grade 9 earth science. **International Journal of Science Education**, v. 39, n. 10, p. 1263-1281, 2017.

CAMPOS, L. M. L.; DINIZ, R. E. S. Indicativos da perspectiva crítica entre professores de Ciências. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 10., 2015, Águas de Lindóia/SP. **Anais [...]** Águas de Lindóia/SP: ABRAPEC, 2015. p. 1-8.

CEDRAN, D. P.; LINO, A.; NEVES, M. C. D.; KIOURANIS, N. M. N. A natureza da ciência e o erro: reflexões sobre o conto “Ótima é a água” por alunos de ensino médio. **Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, v. 12, n. 1, p. 43-56, 2017.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS [CGEE]. **Percepção pública da C&T no Brasil 2019**. Disponível em: <https://www.cgee.org.br/web/percepcao>. Acesso em: 10 dez. 2021.

CHASIN, J. **Superação do liberalismo**. Maceió, 1988. Aulas ministradas durante o curso de pós-graduação em Filosofia Política, promovido pelo Dep. de Filosofia e História da Universidade Federal de Alagoas, de 25/01 a 06/02 de 1988. Disponível em: <https://www.marxists.org/portugues/chasin/1988/02/liberalismo.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2022.

CHEPTULIN, A. **A dialética materialista: categorias e leis da dialética**. Tradução de Leda Rita Cintra Ferraz. São Paulo: Alfa-Omega, 1982.

CHI, M. T. H. Conceptual change within and across ontological categories: examples from learning and discovery in science. *In*: GIERE, R. (ed.). **Cognitive models of science: Minnesota studies in the philosophy of science**. Minnesota: University of Minnesota Press, 1992. p. 129-186.

CHI, M. T. H.; SLOTTA, J. D.; LEEUW, N. From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. **Learning and Instruction**, v. 4, p. 27-43, 1994.

COELHO, L. J. **Ensino de Ciências fundamentado na psicologia histórico-cultural e na pedagogia histórico-crítica: indicativos a partir da produção acadêmica**. 2019. 198 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Bauru, Universidade Estadual Paulista, 2019.

COLTURATO; A. R.; MASSI, L. Aportes teóricos e metodológicos para a história da ciência com base no materialismo histórico-dialético. **Germinal: Marxismo e Educação em Debate**, v. 11, n. 3, p. 170-180, 2019.

CORONAVÍRUS: Araraquara confirma 3 primeiros casos de Covid-19, com a 1ª morte pela doença na região. **G1**, São Carlos e Araraquara, 31 mar. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2020/03/31/secretaria-municipal-de-saude-confirma-os-3-primeiros-casos-de-covid-19-em-araraquara.ghtml>. Acesso em: 29 mar. 2021.

COSTA, C. A. S.; LOUREIRO, C. F. B. Interdisciplinaridade e educação ambiental crítica: questões epistemológicas a partir do materialismo histórico-dialético. **Ciência & Educação**, v. 21, n. 3, p. 693-708, 2015.

COUTINHO, F. Â.; EL-HANI, C. N.; MORTIMER, E. F. Construção de um perfil conceitual de vida. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5., 2005, Bauru/SP. **Anais [...]** Bauru/SP: ABRAPEC, 2005. p. 1-10.

- COUTINHO, F. Â.; MARTINS, R. P.; VIEIRA, M. C. Contribuição da filosofia da microbiologia para fundamentar a zona relacional do perfil conceitual de vida. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 14, n. 3, p. 51-64, 2012.
- COUTINHO, F. Â.; MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. Construção de um perfil para o conceito biológico de vida. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 1, p. 115-137, 2007.
- COVIZZI, L. M. Uma ficção insólita num mundo insólito. *In*: COVIZZI, L. M. **O insólito em Guimarães Rosa e Borges**. São Paulo: Ática, 1978. p. 25-47.
- CRAVERO, M. “Acqua per cancellare / Acqua feroce sogno / Acqua impossibile per rifarsi mondo”: Primo Levi e tre casi di intertestualità. **Status Quaestionis**, v. 14, p. 123-164, 2018.
- CRUZ, E. S.; PASSOS, R.; KAWAMURA, M. R. Relações entre as pesquisas educacionais e suas implicações para as práticas – investigando possíveis indicadores. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 10., 2015, Águas de Lindóia/SP. **Anais [...]** Águas de Lindóia/SP: ABRAPEC, 2015. p. 1-10.
- CSICSERY-RONAY JR., I. Science fiction and Empire. **Science Fiction Studies**, v. 30, n. 2, p. 231-245, 2003.
- CUPANI, A.; PIETROCOLA, M. A relevância da epistemologia de Mario Bunge para o ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, p. 100-125, 2002. Número especial.
- DALRI, J.; MATTOS, C. R. Relações entre motivação, valor e perfil conceitual: um exemplo. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 6., 2007, Florianópolis/SC. **Anais [...]** Florianópolis/SC: ABRAPEC, 2007. p. 1-12.
- DEGA, B. G.; KRIEK, J.; MOGESE, T. F. Categorization of alternative conceptions in electricity and magnetism: The case of Ethiopian undergraduate students. **Research in Science Education**, v. 43, n. 5, p. 1891-1915, 2013.
- DELLA FONTE, S. S. Contra o ceticismo epistemológico: a contribuição de Lukács e Bhaskar. *In*: COLÓQUIO MARX E ENGELS, 4., 2005, Campinas/SP. **Anais [...]** Campinas/SP: Unicamp, 2005. p. 1-10.
- DELLA FONTE, S. S. Considerações sobre o ceticismo contemporâneo a partir da ontologia e gnosiologia marxista. **Educação & Sociedade**, v. 28, n. 101, p. 1525-1542, 2007.
- DELLA FONTE, S. S. Fundamentos teóricos da pedagogia histórico-crítica. *In*: MARSIGLIA, A. C. G. (org.). **Pedagogia Histórico-Crítica: 30 anos**. Campinas: Autores Associados, 2011. p. 23-42.

DIMOV, L. F.; PECHLIYE, M. M.; JESUS, R. C. Caracterização ontológica do conceito de fotossíntese e obstáculos epistemológicos e ontológicos relacionados com o ensino deste conceito. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19, n. 1, p. 7-28, 2014.

DINIZ, R. E. S.; CAMPOS, L. M. L. Pedagogia histórico-crítica: princípios para formação de professores de ciências e de biologia. **Debates em educação**, v. 12, n. 26, p. 381-394, 2020.

DRUZIAN, A. C.; RADÉ, T. S.; SANTOS, R. P. Uma proposta de perfil conceitual para os conceitos de luz e visão. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 6., 2007, Florianópolis/SC. **Anais [...]** Florianópolis/SC: ABRAPEC, 2007. p. 1-9.

DUARTE, N. Relações entre ontologia e epistemologia e a reflexão filosófica sobre o trabalho educativo. **Perspectiva**, Florianópolis, v. 16, n. 29, p. 99-116, 1998.

DUARTE, N. A anatomia do homem é a chave da anatomia do macaco: a dialética em Vigotski e em Marx e a questão do saber objetivo na educação escolar. **Educação & Sociedade**, ano XXI, n. 71, p. 79-115, 2000.

DUARTE, N. A filosofia da práxis em Gramsci e Vigotski. *In*: MENDONÇA, S. G. L.; SILVA, V. P.; MILLER, S. (orgs.). **Marx, Gramsci e Vigotski: aproximações**. Araraquara: Junqueira & Marin, 2009. p. 107-138.

DUARTE, N. A rendição pós-moderna à individualidade alienada e a perspectiva marxista da individualidade livre e universal. *In*: DUARTE, N. (org.). **Crítica ao fetichismo da individualidade**. 2. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2012. p. 197-217.

DUARTE, N. **A individualidade para si**: contribuição a uma teoria histórico-crítica da formação do indivíduo. 3. ed. rev. Campinas, SP: Autores Associados, 2013.

DUARTE, N. A importância da concepção de mundo para a educação escolar: porque a pedagogia histórico-crítica não endossa o silêncio de Wittgenstein. **Germinal: Marxismo e Educação em Debate**, Salvador, v. 7, n. 1, p. 8-25, 2015.

DUARTE, N. Educação escolar e formação omnilateral na perspectiva da pedagogia histórico-crítica. *In*: LOMBARDI, J. C. (org.). **Crise capitalista e educação brasileira**. Uberlândia, MG: Navegando Publicações, 2016. p. 101-122.

DUARTE, N.; ASSUMPÇÃO, M. D. C.; DERISSO, J. L.; FERREIRA, N. B. D. P.; SACCOMANI, M. C. D. S. O marxismo e a questão dos conteúdos escolares. *In*: Seminário nacional de Estudos e pesquisas “História, Sociedade e Educação no Brasil”, 9., 2012, João Pessoa/PB. **Anais [...]** João Pessoa/PB: UFPA, 2012. p. 3953-3979.

DUARTE, N.; MASSI, L.; TEIXEIRA, L. A. The committed objectivity of science and the importance of scientific knowledge in ethical and political education. **Science & Education**, v. 30, p. 1-21, 2021.

DUARTE, N.; SANTOS, S. A.; DUARTE, E. C. M. O obscurantismo bolsonarista, o neoliberalismo e o produtivismo acadêmico. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 14, p. 1-18, 2020.

DUCA, G. R. S.; BARLETTE, V. E.; NEDEL, D. L. Obstáculos epistemológicos na compreensão do conceito de temperatura por estudantes de nível médio. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 11., 2017, Florianópolis/SC. **Anais [...]** Florianópolis/SC: ABRAPEC, 2017. p. 1-9.

DUNNE, M.; JOHNSTON, J. An awareness of epistemological assumptions: the case of gender studies. **International Journal of Science Education**, v. 14, n. 5, p. 515-526, 1992.

ENGELS, F. **Dialética da natureza**. Tradução de Nélio Schneider. São Paulo: Boitempo, 2020.

FERREIRA, C. G.; DUARTE, N. O clássico e os valores universais: uma discussão a partir dos fundamentos da pedagogia histórico-crítica. **Acta Scientiarum. Education**, v. 43, n. 1, e48852, p. 1-11, 2021.

FORSTER, E. M. **A máquina parou**. Tradução de Teixeira Coelho. São Paulo: Itá Cultural: Iluminuras, 2018. *E-book*. Paginação irregular.

FREIRE, M. S.; AMARAL, E. M. R. A Natureza da Química: uma investigação sobre compreensões de licenciandos de química. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10., 2015, Águas de Lindóia/SP. **Anais [...]** Águas de Lindóia/SP: ABRAPEC, 2015. p. 1-8.

FREITAS, A.; NALON, T.; MOURA, B. (eds.). Em 819 dias como presidente, Bolsonaro deu 2644 declarações falsas ou distorcidas. **Aos Fatos**, Rio de Janeiro, 30 mar. 2021. Disponível em: <https://www.aosfatos.org/todas-as-declara%C3%A7%C3%B5es-de-bolsonaro/>. Acesso em: 30 mar. 2021.

FREITAS, E.; SINCLAIR, N. The quantum mind: alternative ways of reasoning with uncertainty. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 18, n. 3, p. 271-283, 2018.

FURIÓ, C.; GUIASOLA, J. Difficulties in learning the concept of electric field. **Science Education**, v. 82, n. 4, p. 511-526, 1998.

GALILI, I. Promotion of cultural content knowledge through the use of the history and philosophy of science. **Science & Education**, v. 21, n. 9, p. 1283-1316, 2012.

GALLO-FOX, J. Transferring schema or transforming cultures? **Cultural Studies of Science Education**, v. 4, n. 2, p. 449-460, 2009.

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

GASPARETTO, F. E. A.; CEDRAN, D. P.; SÁ, M. B. Z. O conto “Ótima é a água” de Primo Levi, como mote para o estudo e compreensão do conceito de viscosidade. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 27, n. 1, p. 160-172, 2022.

GERICKE, N. M.; HAGBERG, M.; SANTOS, V. C.; JOAQUIM, L. M.; EL-HANI, C. N. Conceptual variation or incoherence? Textbook discourse on genes in six countries. **Science & Education**, v. 23, n. 2, p. 381-416, 2014.

OLIVEIRA, E.; ORTIZ, B. Ministério da Saúde confirma primeiro caso de coronavírus no Brasil. **G1**, São Paulo e Distrito Federal, 26 fev. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2020/02/26/ministerio-da-saude-fala-sobre-caso-possivel-paciente-com-coronavirus.ghtml>. Acesso em: 29 mar. 2021.

GRAMSCI, A. **Concepção dialética da história**. Tradução de Carlos Nelson Coutinho. 3. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978.

GREENE, B. **O universo elegante**: supercordas, dimensões ocultas e a busca da teoria definitiva. São Paulo: Companhia das Letras, 2001.

GUPTA, A.; ELBY, A.; CONLIN, L. D. How substance-based ontologies for gravity can be productive: a case study. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, v. 10, n. 1, 010113, p. 1-19, 2014.

HART, C. Models in physics, models for physics learning, and why the distinction may matter in the case of electric circuits. **Research in Science Education**, v. 38, n. 5, p. 529-544, 2008.

HASTENREITER, R. S. C.; GURGEL, I. Das palavras aos quanta: analogias em aulas de física quântica. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 10., 2015, Águas de Lindóia/SP. **Anais [...]** Águas de Lindóia/SP: ABRAPEC, 2015. p. 1-8.

HATHCOAT, J. D.; HABASHI, J. Ontological forms of religious meaning and the conflict between science and religion. **Cultural Studies of Science Education**, v. 8, n. 2, p. 367-388, 2013.

HELLER, A. **O cotidiano e a história**. Tradução de Carlos Nelson Coutinho e Leandro Konder. 8. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2008. p. 145-158.

HÉRAUD, J.-L.; LAUTESSE, P.; FERLIN, F.; CHABOT, H. Representing the quantum object through fiction in teaching. **Science & Education**, v. 26, n. 3, p. 299-322, 2017.

HILÁRIO, L. C. Teoria crítica e literatura: a distopia como ferramenta de análise radical da modernidade. **Anuário de Literatura**, Florianópolis, v. 18, n. 2, p. 201-215, 2013.

HOERNIG, A. F.; MASSONI, N. T.; LIMA, N. W. As visões sobre a ciência e sobre a realidade nos enunciados de Richard P. Feynman: Uma análise metalinguística de alguns de

seus textos didáticos e de divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, e20200019, p. 1-14, 2020.

HUXLEY, A. **Admirável mundo novo**. Tradução de Lino Vallandro e Vidal Serrano. 22. ed. São Paulo: Globo, 2014. *E-book*. Paginação irregular.

KALMAN, C. S. Enhancing students' conceptual understanding by engaging science text with reflective writing as a hermeneutical circle. **Science & Education**, v. 20, n. 2, p. 159-172, 2011.

KANG, N.-H. Elementary teachers' epistemological and ontological understanding of teaching for conceptual learning. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 44, n. 9, p. 1292-1317, 2007.

KANG, N.-H.; WALLACE, C. S. Secondary science teachers' use of laboratory activities: linking epistemological beliefs, goals, and practices. **Science education**, v. 89, n. 1, p. 140-165, 2005.

KAYUMOVA, S.; ZHANG, W.; SCANTLEBURY, K. Displacing and disrupting colonizing knowledge-making-practices in science education: power of graphic-textual illustrations. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 18, n. 3, p. 257-270, 2018.

KELLY, G. J. Research traditions in comparative context: a philosophical challenge to radical constructivism. **Science Education**, v. 81, n. 3, p. 355-375, 1997.

KINCHELOE, J. L.; TOBIN, K. The much exaggerated death of positivism. **Cultural Studies of Science Education**, v. 4, n. 3, p. 513-528, 2009.

KIND, P.; OSBORNE, J. Styles of scientific reasoning: a cultural rationale for science education? **Science education**, v. 101, n. 1, p. 8-31, 2017.

KITTLESON, J. M.; SOUTHERLAND, S. A. The role of discourse in group knowledge construction: a case study of engineering students. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, n. 3, p. 267-293, 2004.

KNEUBIL, F. B.; ROBILOTTA, M. R. Physics teaching: mathematics as an epistemological tool. **Science & Education**, v. 24, n. 5, p. 645-660, 2015.

KONDER, L. **O que é dialética**. São Paulo: Brasiliense, 2008.

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

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

- KRESS, T. M.; LAKE, R. The strong poetry of place: a co/auto/ethnographic journey of connoisseurship, criticality and learning. **Cultural studies of science education**, v. 13, n. 4, p. 945-956, 2018.
- LABURÚ, C. E.; CARVALHO, M. Controvérsias construtivistas e pluralismo metodológico no ensino de ciências naturais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 1, p. 1-11, 2001.
- LABURÚ, C. E.; CARVALHO, M.; BATISTA, I. L. Controvérsias construtivistas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 18, n. 2, p. 152-181, 2001.
- LABURÚ, C. E.; SILVA, M. R. Do relativismo no ensino de física ao objetivismo na física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 2, p. 121-154, 2000.
- LAGOA, M. I. A ofensiva neoliberal e o pensamento reacionário-conservador na política educacional brasileira. **HISTEDBR On-line**, v. 19, p. 1-14, 2019.
- LAVOURA, T. N. Uma face contemporânea da barbárie: a BNCC e a ofensiva do capital na devastação da educação pública. **Revista Fluminense de Educação Física**, v. 2, a. 2, p. 1-22, 2021. Edição Comemorativa.
- LEFEBVRE, H. **Lógica formal, lógica dialética**. Tradução de Carlos Nelson Coutinho. 5. ed. Rio de Janeiro, RJ: Civilização Brasileira, 1991.
- LÊNIN, V. I. **Materialismo e empiriocriticismo**. Moscovo: Progresso; Lisboa: Avante, 1982.
- LEONARDO JÚNIOR, C. S. A literatura de Primo Levi na formação de licenciandos em química: uma experiência em uma disciplina de História e Filosofia da Ciência com o conto “Ótima é a água”. *In: Simposio di Studi sulla Letteratura italiana*, 2., 2019, Araraquara/SP. **Anais [...]** Araraquara/SP: FCL-UNESP, 2020a. p. 1-17.
- LEONARDO JÚNIOR, C. S. Manifesto insolúvel. *In: NOGUEIRA, L.; SOUZA, W. (orgs.). Poesia Agora: outono 2020*. São Paulo: Trevo, 2020b. p. 64.
- LEONARDO JÚNIOR, C. S.; MASSI, L. Química e literatura na abordagem da Pedagogia Histórico-Crítica: desvelando processos históricos de exclusão social. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 12. 2019, Natal/RN. **Anais [...]** Natal/RN: ABRAPEC, 2019. p. 1-6.
- LEONARDO JÚNIOR, C. S.; MASSI, L.; SILVA, R. V. Primo Levi para além do jaleco: a imagem pública do químico, escritor e sobrevivente de Auschwitz. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 13., 2021, *on-line*. **Anais [...]** Campina Grande/PB: Realize Editora, 2021. p. 1-8.

LEONARDO JÚNIOR, C. S.; MASSI, L.; SILVA, R. V.; PALMIERI, L. J. A literatura de Primo Levi para a formação omnilateral no estágio de licenciandos em Química. **Educação Química em Ponto de Vista**, v. 5, n. 1, p. 240-252, 2021a.

LEONARDO JÚNIOR, C. S.; MASSI, L.; PALMIERI, L. J.; SILVA, R. V. Primo Levi e a divulgação da Ciência em materiais multimídia de uma exposição museográfica. **Química Nova na Escola**, v. 43, n. 4, p. 336-343, 2021b.

LEOPIZZI, M. G. Pause fantastiche di Primo Levi. **Avanti!**: Inchieste e cronache culturali: anno LXX, n. 158, p. 3, Milano, 6 luglio 1965. Disponível em: <https://avanti.senato.it/controller.php?page=archivio-pubblicazione-anno-edizione-mese&anno=1965&edizione=Edizione%20milanese&mese=7>. Acesso em: 10 dez. 2021.

LESSA, S. Apresentação. *In*: LUKÁCS, G. **Notas para uma ética**: Versuche zu einer ethik: edição bilíngüe. Tradução de Sérgio Lessa. São Paulo: Instituto Lukács, 2015.

LESSA, S.; TONET, I. **Introdução à filosofia de Marx**. 2. ed. São Paulo, SP: Expressão Popular, 2011.

LEVI, P. **Primo Levi**: conversazioni e interviste 1963-1987. Curadoria de Marco Belpoliti. Turim: Giulio Einaudi, 1997. *E-book*. Paginação irregular.

LEVI, P. **71 contos de Primo Levi**. Tradução de Maurício Santana Dias. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

LIMA, T. M.; EL-HANI, C. N.; SEPULVEDA, C. Avaliação semântica do conceito de adaptação evolutiva em livros didáticos de Biologia do ensino médio. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11., 2017, Florianópolis/SC. **Anais [...]** Florianópolis/SC: ABRAPEC, 2017. p. 1-10.

LIN, T.-J.; TSAI, C.-C. Eliciting Taiwanese high school students' scientific ontological and epistemic beliefs. **International Journal of Science Education**, v. 39, n. 17, p. 2321-2341, 2017.

LIU, X. Using concept mapping for assessing and promoting relational conceptual change in science. **Science Education**, v. 88, n. 3, p. 373-396, 2004.

LONG, D. E. The politics of teaching evolution, science education standards, and being a creationist. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 49, n. 1, p. 122-139, 2012.

LO PRETE, R. O Assunto #228: Facebook expõe o gabinete do ódio. **G1**, São Paulo, 10 jul. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/podcast/o-assunto/noticia/2020/07/10/o-assunto-227-facebook-expoe-o-gabinete-do-odio.ghml>. Acesso em: 10 abr. 2021.

LOVING, C. C.; FOSTER, A. The religion-in-the-science-classroom issue: seeking graduate student conceptual change. **Science Education**, v. 84, n. 4, p. 445-468, 2000.

LÖWY, M. Gramsci e Lukács: em direção a um marxismo antipositivista. *In*: LÖWY, M. **Marxismo contra positivismo**. Tradução de Reginaldo Di Piero. São Paulo: Cortez, 2018. p. 139-156.

LUKÁCS, G. **Estética**: la peculiaridad de lo estético. Vol. 1. Grijalbo, 1966.

LUKÁCS, G. **Introdução a uma estética marxista**: sobre a categoria da particularidade. Tradução de Carlos Nelson Coutinho e Leandro Konder. 2. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978.

LUKÁCS, G. **Para uma ontologia do ser social II**. São Paulo: Boitempo, 2013.

LUKÁCS, G. **Notas para uma ética**: Versuche zu einer ethik: edição bilíngüe. Tradução de Sérgio Lessa. São Paulo: Instituto Lukács, 2015.

LUKÁCS, G. **Para uma ontologia do ser social I**. 2. ed. São Paulo: Boitempo, 2018.

MACIERA, A. C. **Primo Levi**: ciência, técnica e literatura. 2014. 270 f. Tese (Doutorado em em Língua, Literatura e Cultura Italianas) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

MACIERA, A. C. Primo Levi: a química entre literatura e ciência. **Caderno de Letras**, n. 34, p. 89-126, 2019.

MACIERA, A. C. Primo Levi: a biobibliografia de um sobrevivente. *In*: MACIERA, A. C.; MASSI, L. (orgs.). **Caleidoscópio Primo Levi**: ensaios sobre um poliédrico quimiscritor. Campinas: Editora da Unicamp, 2021. p. 27-86.

MACIERA, A. C.; MASSI, L.; LEONARDO JÚNIOR, C. S. A ficção científica distópica de Primo Levi e o novo coronavírus: o vício de forma da tecnologia. **Literatura e Autoritarismo**, v. 39, p. 71-86, 2022.

MALANCHEN, J.; TRINDADE, D. C.; JOHANN, R. C. Base Nacional Comum Curricular e reforma do ensino médio em tempos de pandemia: considerações a partir da pedagogia histórico-crítica. **Momento: diálogos em educação**, v. 30, n. 1, p. 21-45, 2021.

MANSOUR, N. Science teachers' interpretations of Islamic culture related to science education versus the Islamic epistemology and ontology of science. **Cultural studies of science education**, v. 5, n. 1, p. 127-140, 2010.

MANSOUR, N. Science teachers' views of science and religion vs. the Islamic perspective: conflicting or compatible? **Science Education**, v. 95, n. 2, p. 281-309, 2011.

MARSIGLIA, A. C. G.; MARTINS, L. M. Contribuições da pedagogia histórico-crítica para a formação de professores. **Germinal: Marxismo e Educação em Debate**, Salvador, v. 5, n. 2, p. 97-105, 2013.

- MARTIN, S. N.; KANG, D. Y. Rethinking approaches to research: the importance of considering contextually mitigating factors in promoting equitable practices in science education research. **Cultural Studies of Science Education**, v. 15, n. 2, p. 569-582, 2020.
- MARTÍNEZ, A. J. G.; PITTS, W. B.; BRKICH, K. M.; ROBLES, S. L. R. How does one recognize contextual mitigating factors (CMFs) as a basis to understand and arrive at better approaches to research designs? **Cultural Studies of Science Education**, v. 15, n. 2, p. 545-567, 2020.
- MARTINS, L. M. O legado do século XX para a formação de professores. *In*: MARTINS, L. M.; DUARTE, N. (orgs.). **Formação de professores: limites contemporâneos e alternativas necessárias**. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010. p. 13-31.
- MARTINS, L. M. Formação de professores: desafios contemporâneos e alternativas necessárias. *In*: GUADALUPE, S.; MENDONÇA, V. P. S. L.; MILLER, S. (orgs.). **Marx, Gramsci e Vigotski: aproximações**. Araraquara: Junqueira & Marin Editores, 2012. p. 449-474.
- MARTINS, L. M.; LAVOURA, T. N. Materialismo histórico-dialético: contributos para a investigação em educação. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 34, n. 71, p. 223-239, 2018.
- MARX, K. **Manuscritos econômico-filosóficos**. Tradução de Jesus Ranieri. São Paulo: Boitempo, 2010.
- MASCARO, A. L. **Crise e pandemia**. São Paulo: Boitempo, 2020. *E-book*. Paginação irregular.
- MASSI, L.; LEONARDO JÚNIOR, C. S. Química, Literatura e grupos socialmente excluídos: negros, mulheres e judeus em uma experiência de estágio interdisciplinar. **Experiências em Ensino de Ciências (UFRGS)**, v. 16, n. 1, p. 702-719, 2021.
- MASSI, L.; SOUZA, B. N.; SGARBOSA, E. C.; COLTURATO, A. R. Incorporação da pedagogia histórico-crítica na educação em ciências: uma análise crítica dialética de uma revisão bibliográfica sistemática. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 2, p. 212-255, 2019.
- MASSI, L.; SILVA, R. V.; PALMIERI, L. J.; LEONARDO JÚNIOR, C. S. Indissociabilidade ensino, pesquisa e extensão por meio de uma exposição museográfica sobre Primo Levi. **Conexão (UEPG)**, v. 17, n. 1, p. 1-12, 2021a.
- MASSI, L.; COLTURATO, A. R.; LEONARDO JÚNIOR, C. S.; SILVA, R. V. Contribuições do materialismo histórico-dialético para a história e filosofia da ciência e a Educação em Ciências. *In*: Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, 11., 2021, Lisboa/PT. **Anais [...]** Lisboa: Revista Enseñanza de las Ciencias, 2021b, p. 1399-1402.

MASSI, L.; COLTURATO, A. R.; SILVA, R. V.; LEONARDO JÚNIOR, C. S. Pedagogia Histórico-Crítica em currículos, recursos e propostas didáticas: um estudo bibliográfico. *In: Congresso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias*, 11., 2021, Lisboa/PT. **Anais [...]** Lisboa/PT: Revista Enseñanza de las Ciencias, 2021c. p. 2203-2206.

MASSI, L.; SILVA, R. V.; LEONARDO JÚNIOR, C. S.; MACIERA, A. C. A tabela periódica de Primo Levi: uma análise a partir das concepções de ciência e arte de Lukács. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 22, e37932, p. 1-26, 2022.

MENEZES, F. A. R. A ciência e o arquivo como metáforas para a dominação: *Histórias naturais* de Primo Levi. **Mosaico**, v. 11, n. 17, p. 11-29, 2019.

MERINO, C. M.; BERNAL, S.; GALLARDO, F.; CÂNDIDO, N.; STRUCHINER, M. O ensino do modelo atômico de Borh em livros texto e uma nova proposta com realidade aumentada para promover a visualização. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 11, n. 2, p. 459-477, 2018.

MESSEDER NETO, H. S.; MORADILLO, E. F. Uma análise do materialismo histórico-dialético para o cenário da pós-verdade: contribuições histórico-críticas para o ensino de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1320-1354, 2020.

MILITÃO, E.; CASTANHO, F. Bolsonaro mente 5 vezes sobre covid e diz que mortes 'interessam a alguns'. **Uol**, São Paulo, 01 mar. 2021. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/saude/ultimas-noticias/redacao/2021/03/01/bolsonaro-covid-mortes-interessam-a-alguns.htm>. Acesso em: 29 mar. 2021.

MOHAN, A. K. Philosophical standpoints of textbooks in quantum mechanics. **Science & Education**, v. 29, p. 549-569, 2020.

MOHER, D., LIBERATI, A., TETZLAFF, J.; ALTMAN, D. G. **The PRISMA Group. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement**. PLoS Med. 21. ed., 2009.

MOLLETT, J.; CAMERON, A. Making a case for epistemological access in biotechnology education in Southern Africa. **African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education**, v. 20, n. 3, p. 234-243, 2016.

MORAES, C. J. C.; OLIVEIRA, C. M.; GOLDSCHMIDT, A. I. Elaboração de estratégias de ensino e uso dos estatutos do conhecimento: os obstáculos na construção do conhecimento de Ciências-Física. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 13, n. 28, p. 23-37, 2017.

MOREIRA, H. Critérios e estratégias para garantir o rigor na pesquisa qualitativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 11, n. 1, p. 405-424, 2018.

MORI, R. Worlds of “un-knowledge”: dystopian patterns in Primo Levi's short stories. **Science fiction studies**, v. 42, n. 2, p. 274-291, 2015.

MORI, R. C.; MASSI, L. Superando falsas dicotomias sobre a ciência e seu ensino por meio de uma síntese materialista, histórica e dialética. **Caderno Amazonense de Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática - CECi**, v. 1, n. 1, p. 1-28, 2021.

MORTIMER, E. F. Conceptual change or conceptual profile change? **Science & Education**, v. 4, n. 3, p. 265-287, 1995.

MORTIMER, E. F. Multivoicedness and univocality in classroom discourse: an example from theory of matter. **International Journal of Science Education**, v. 20, n. 1, p. 67-82, 1998.

MOYLAN, T. Part two: dystopia. *In*: MOYLAN, T. **Scraps of the untainted sky: science fiction, utopia, dystopia**. Boulder, CO: Westview, 2000. p. 111-199.

NASCIMENTO JÚNIOR, A. F.; SOUZA, D. C.; CARNEIRO, M. C. O conhecimento biológico nos documentos curriculares nacionais do ensino médio: uma análise histórico-filosófica a partir dos estatutos da biologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 223-243, 2011.

NICOLLI, A. A.; MORTIMER, E. D. Construção de um perfil para o conceito de morte. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 7., 2009, Florianópolis/SC. **Anais [...]** Florianópolis/SC: ABRAPEC, 2009. p. 1-12.

ORDUÑA PICÓN, R.; SEVIAN, H.; MORTIMER, E. F. Conceptual profile of substance. **Science & Education**, v. 29, n. 5, p. 1317-1360, 2020.

ØSTERGAARD, E. Earth at rest. **Science & Education**, v. 26, n. 5, p. 557-582, 2017.

PAPADOURIS, N.; CONSTANTINO, C. P. Integrating the epistemic and ontological aspects of content knowledge in science teaching and learning. **International Journal of Science Education**, v. 39, n. 6, p. 663-682, 2017.

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

PEDROSA, E. M. P.; LEITE, L. S.; TREVISAN, I. Aspectos epistemológicos dialéticos do ensino de ciências. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8., 2011, Campinas/SP. **Anais [...]** Campinas/SP: ABRAPEC, 2012. p. 1-13.

PENELUC, M. C. Pandemia de Covid-19 e destruição da natureza: uma crítica baseada no marxismo ecológico. **Voluntas: Revista Internacional de Filosofia**, v. 11, e39, p. 1-8, 2020.

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**, v. 24, n. 1, p. 157-173, 2018.

- PEREIRA, A. P. Um panorama da pesquisa internacional sobre mudança conceitual. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 1, p. 215-242, 2017.
- PETRÔNIO, R. Epistemologia da matéria: algumas reflexões sobre sua representação e estatuto ontológico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 4, 4305, p. 1-11, 2014.
- PIETROCOLA, M. Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 3, p. 213-227, 1999.
- PIASSI, L. P. A ficção científica e o estranhamento cognitivo no ensino de ciências: estudos críticos e propostas de sala de aula. **Ciência & Educação**, v. 19, n. 1, p. 151-168, 2013.
- PIASSI, L. P.; PIETROCOLA, M. De olho no futuro: ficção científica para debater questões sociopolíticas de ciência e tecnologia em sala de aula. **Ciência & Ensino**, v. 1, p. 1-12, 2007.
- PIMENTEL, S. G. C.; EL-HANI, C. N.; SEPULVEDA, C. A. S. Construção de um Perfil para o Conceito de Equilíbrio Ecológico. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11., 2017, Florianópolis/SC. **Anais [...]** Florianópolis/SC: ABRAPEC, 2017. p. 1-9.
- PÍNDARO. Olímpica 1. *In*: PÍNDARO. **Epínícios e fragmentos**. Tradução de Roosevelt Rocha. Curitiba: Kotter Editorial, 2018. p. 75-82.
- POBLETE, J. C.; ROJAS, R. O.; MERINO, C.; QUIROZ, W. An ontological and epistemological analysis of the presentation of the first law of thermodynamics in school and university textbooks. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 17, n. 4, p. 1041-1053, 2016.
- POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P. W.; GERTZOG, W. A. Accommodation of a scientific conception: towards a theory of conceptual change. **Science Education**, v. 66, n. 2, p. 211-227, 1982.
- QUALE, A. On the role of mathematics in physics. **Science & Education**, v. 20, n. 3, p. 359-372, 2011a.
- QUALE, A. On the role of mathematics in physics: a constructivist epistemic perspective. **Science & Education**, v. 20, n. 7, p. 609-624, 2011b.
- QUEM somos nós? Uma nova evolução. Direção de William Arntz, Betsy Chasse e Mark Vicente. Produção de William Arntz e Betsy Chasse. São Paulo: PlayArte, 2005. Edição de colecionador. 1 DVD.
- QUIROZ, W.; RUBILAR, C. M. Natural laws and ontological reflections: the textual and didactic implications of the presentation of Boyle's law in general chemistry. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 16, n. 3, p. 447-459, 2015.

- RADÉ, T. S.; SANTOS, R. P. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de força. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 5., 2005, Bauru/SP. **Anais [...]** Bauru/SP: ABRAPEC, 2005. p. 1-10.
- REICH, K. H. Shortcomings of the human brain and remedial action by religion. **Cultural Studies of Science Education**, v. 5, n. 1, p. 157-162, 2010.
- REIS, V. P. G. S.; SEPULVEDA, C. A. S.; EL-HANI, C. N. Um modelo de perfil conceitual de herança biológica. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 11., 2017, Florianópolis/SC. **Anais [...]** Florianópolis/SC: ABRAPEC, 2017. p. 1-9.
- RIBEIRO, A. J. Elaborando um perfil conceitual de equação: desdobramentos para o ensino e a aprendizagem de matemática. **Ciência & Educação**, v. 19, n. 1, p. 55-71, 2013.
- ROSS, C. Primo Levi's science fiction. *In: GORDON, R. C. (ed.). The Cambridge companion to Primo Levi*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2007. p. 105-118.
- ROSS, C. **Primo Levi's narratives of embodiment: containing the human**. New York: Routledge, 2011.
- ROTH, W.-M.; LUCAS, K. B. From "truth" to "invented reality": a discourse analysis of high school physics students' talk about scientific knowledge. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 34, n. 2, p. 145-179, 1997.
- ROZENTALSKI, E. F. A construção e compartilhamento de significados a respeito do conceito de orbital por um professor do Ensino Superior. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10., 2015, Águas de Lindóia/SP. **Anais [...]** Águas de Lindóia/SP: ABRAPEC, 2015. p. 1-8.
- ROZENTALSKI, E. F.; PORTO, P. A. Imagens de orbitais em livros didáticos de química geral no século XX: uma análise semiótica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 1, p. 181-207, 2015.
- SABINO, J. D.; AMARAL, E. M. R. Concepções estudantis sobre alimentação: análise dos critérios utilizados para escolha de alimentos. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 12., 2019, Natal/RN. **Anais [...]** Natal/RN: ABRAPEC, 2019. p. 1-7.
- SAMMEL, A. Turning the focus from 'other' to science education: exploring the invisibility of whiteness. **Cultural Studies of Science Education**, v. 4, n. 3, p. 649-656, 2009.
- SANTOS, C. S. S. Ensino de ciências e pedagogia histórico-crítica. *In: SANTOS, C. S. S. Ensino de ciências: abordagem histórico-crítica*. Campinas: Autores Associados, 2005. p. 40-69.
- SANTOS, J. V. A. Conhecimento em uma abordagem ontológica na pesquisa em ensino de Ciências. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 11., 2017, Florianópolis/SC. **Anais [...]** Florianópolis/SC: ABRAPEC, 2017. p. 1-9.

- SANTOS, J. P. M.; SEPULVEDA, C. A. S. Análise do uso do perfil conceitual de substância para o planejamento de propostas de ensino da química orgânica. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 11., 2017, Florianópolis/SC. **Anais [...]** Florianópolis/SC: ABRAPEC, 2017. p. 1-7.
- SAVIANI, D. Os saberes implicados na formação do educador. *In: BICUDO, M. A. V.; SILVA JUNIOR, C. A. (orgs.). Formação do educador: dever do Estado, tarefa da Universidade*. São Paulo: UNESP, 1996, p. 39-50.
- SAVIANI, D. Formação de Professores no Brasil: dilemas e perspectivas. **Poiesis Pedagógica**, v. 9, n. 1, p. 07-19, 2011a.
- SAVIANI, D. Marxismo e pedagogia. **HISTEDBR On-line**, p. 16-27, 2011b. Número especial.
- SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. 11. ed. rev. Campinas, SP: Autores Associados, 2011c.
- SAVIANI, D. Epistemologias da política educacional: algumas precisões conceituais. **Revista de Estudos Teóricos y Epistemológicos en Política Educativa**, v. 2, p. 1-5, 2017.
- SAVIANI, D.; DUARTE, N. A formação humana na perspectiva histórico-ontológica. **Revista Brasileira de Educação**, v. 15, n. 45, p. 422-433, 2010.
- SCHIZAS, D.; PSILLOS, D.; STAMOU, G. Nature of science or nature of the sciences? **Science Education**, v. 100, n. 4, p. 706-733, 2016.
- SENISE JUNIOR, C. R.; SUART JÚNIOR, J. B. Teleporte: uma análise conceitual e filosófica como contribuição para o Ensino de Ciências. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 9., 2013, Águas de Lindóia/SP. **Anais [...]** Águas de Lindóia/SP: ABRAPEC, 2013. p. 1-8.
- SEPULVEDA, C.; MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. Construção de um perfil conceitual de adaptação: implicações metodológicas para o programa de pesquisa sobre perfis conceituais e o ensino de evolução. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 2, p. 439-479, 2013.
- SEVIAN, H.; COUTURE, S. Epistemic games in substance characterization. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 19, n. 4, p. 1029-1054, 2018.
- SHE, H.-C. Fostering radical conceptual change through dual-situated learning model. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, n. 2, p. 142-164, 2004.
- SILVA, C. C.; FACHÍN-TERÁN, A. O método na construção de uma trajetória investigativa na Educação em Ciências. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 8., 2011, Campinas/SP. **Anais [...]** Campinas/SP: ABRAPEC, 2011. p. 1-12.

- SILVA, D. M. F. Considerações acerca de fundamentos filosóficos para a química e o seu ensino. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 9., 2013, Águas de Lindóia/SP. **Anais [...]** Águas de Lindóia/SP: ABRAPEC, 2013. p. 1-8.
- SILVA, J. R. R. T.; AMARAL, E. M. R. Proposta de um perfil conceitual para substância. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 8., 2011, Campinas/SP. **Anais [...]** Campinas/SP: ABRAPEC, 2011. p. 1-13.
- SILVA, J. R. R. T.; AMARAL, E. M. R. Proposta de um perfil conceitual para substância. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 53-72, 2013.
- SILVA, K. M. A.; SANTOS, W. L. P. Natureza epistêmica das Questões Sociocientíficas: uma análise a partir do pensamento complexo. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10., 2015, Águas de Lindóia/SP. **Anais [...]** Águas de Lindóia/SP: ABRAPEC, 2015. p. 1-8.
- SKORDOULIS, C. D. Science and worldviews in the marxist tradition. **Science & Education**, v. 17, p. 559-571, 2008.
- SODRÉ, F. C. R.; MATTOS, C. R. Complexificando o conhecimento cotidiano: incluindo a física na problematização da alimentação. **ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 2, p. 53-79, 2013.
- SOUZA, J. F. A. Referencial teórico e formação de professores: uma análise necessária. *In: MATOS, N. S. D.; SOUZA, J. F. A.; SILVA, J. C. (orgs.). Pedagogia histórico-crítica: revolução e formação de professores*. Campinas: Armazém do Ipê, 2018. p. 37-51.
- SOUSA, R. S.; GALIAZZI, M. C. Experiências estéticas na pesquisa em Educação Química: emergências investigativas na formação de professores de química em uma comunidade aprendente. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, Unigranrio, v. 9, n. 2, p. 107-126, 2019.
- SPANG, M. Ciência, religião e utopia - a sociedade ideal na Nova Atlântida de Francis Bacon. **Veritas**, Porto Alegre, v. 46, n. 2, p. 275-293, 2001.
- STAPLETON, A. J. Imagery, intuition and imagination in quantum physics education. **Cultural Studies of Science Education**, v. 13, n. 1, p. 227-233, 2018.
- STAVAR, J. R. Constructivism: sound theory for explicating the practice of science and science teaching. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 35, n. 5, p. 501-520, 1998.
- STETSENKO, A. From relational ontology to transformative activist stance on development and learning: expanding Vygotsky's (CHAT) project. **Cultural Studies of Science Education**, v. 3, n. 2, p. 471-491, 2008.
- SUVIN, D. A Tractate on Dystopia 2001. *In: SUVIN, D. Defined by a hollow: essays on utopia, science fiction and political epistemology*. Oxford, UK: Lang, 2010. p. 381-412.

TAN, M. Multicultural chemistry and the nature of science: but what about knowledge? **Cultural Studies of Science Education**, v. 7, n. 3, p. 653-657, 2012.

TAN, M. Context matters in science education. **Cultural Studies of Science Education**, v. 15, n. 3, p. 853-859, 2020.

THOMSON, I. **Primo Levi: a life**. London: Hutchinson, 2002.

TONET, I. **Método científico: uma abordagem ontológica**. São Paulo: Instituto Lukács, 2013.

TONET, I. Atividades educativas emancipadoras. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 9, n. 1, p. 9-23, 2014.

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

TÜMAY, H. Emergence, learning difficulties, and misconceptions in chemistry undergraduate students' conceptualizations of acid strength. **Science & Education**, v. 25, n. 1-2, p. 21-46, 2016a.

TÜMAY, H. Reconsidering learning difficulties and misconceptions in chemistry: emergence in chemistry and its implications for chemical education. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 17, n. 2, p. 229-245, 2016b.

TYSON, L. M., VENVILLE, G. J., HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. A multidimensional framework for interpreting conceptual change events in the classroom. **Science education**, v. 81, n. 4, p. 387-404, 1997.

TYTLER, R. A comparison of year 1 and year 6 students' conceptions of evaporation and condensation: dimensions of conceptual progression. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 5, p. 447-467, 2000.

VÁZQUEZ, A. S. Ética e marxismo. *In*: BORON, A. A.; AMADEO, J.; GONZÁLEZ, S. (orgs.). **A teoria marxista hoje: problemas e perspectivas**. Buenos Aires: CLACSO, 2007. p. 316-327. Disponível em: <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/formacion-virtual/20100715073000/boron.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2022.

VENVILLE, G.; TREAGUST, D. F. Exploring conceptual change in genetics using a multidimensional interpretive framework. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 35, n. 9, p. 1031-1055, 1998.

VENVILLE, G.; GRIBBLE, S. J.; DONOVAN, J. An exploration of young children's understandings of genetics concepts from ontological and epistemological perspectives. **Science Education**, v. 89, n. 4, p. 614-633, 2005.

VIRUES-ORTEGA, J.; HURTADO-PARRADO, C.; MARTIN, T. L.; JULIO, F. Psycho-neural identity as the basis for empirical research and theorization in psychology: an interview with Mario A. Bunge. **Science & Education**, v. 21, n. 10, p. 1527-1534, 2012.

VOSNIADOU, S.; SKOPELITI, I. Conceptual change from the framework theory side of the fence. **Science & Education**, v. 23, n. 7, p. 1427-1445, 2014.

WAGNER, G.; SILVEIRA, E. Realismo crítico e marxismo: contribuições à filosofia da Educação Matemática. **Contexto & Educação**, ano 34, n. 109, p. 234-251, 2019.

WESTPHAL, M.; PINHEIRO, T. C. A epistemologia de Mario Bunge e sua contribuição para o ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 585-596, 2004.

WESTPHAL, M.; PINHEIRO, T. C. Abordagem construtivista no ensino de ciências e o realismo ontológico de Mario Bunge. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 5., 2005, Bauru/SP. **Anais [...]** Bauru/SP: ABRAPEC, 2005. p. 1-8.

YUCEL, R. Scientists' ontological and epistemological views about science from the perspective of critical realism. **Science & Education**, v. 27, n. 5, p. 407-433, 2018.

ZILLI, B. **Discursos sobre ciência de licenciandos em química a partir da obra Anjos e demônios**: articulando elementos linguísticos e de natureza da ciência. 2018. 163f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2018.

ZUIN, J. C. S. Um autorretrato de Primo Levi. As raízes literárias da narrativa de Auschwitz. **Revista de Ciências Sociais, Fortaleza**, v. 44, n. 2, p. 216-242, 2013.

**APÊNDICES**

**APÊNDICE A - Combinação da classificação dos trabalhos por área das ciências naturais e por foco**

(continua)

<b>Área: Ciências da natureza geral (45 trabalhos)</b>	
<b>Foco (N. de trabalhos)</b>	<b>Trabalhos</b>
Concepção de mundo e de ciência (11)	BEZZI, 1999; BENCZE; ELSHOF, 2004; WESTPHAL; PINHEIRO, 2004; SKORDOULIS, 2008; MANSOUR, 2010; MANSOUR, 2011; HATHCOAT; HABASHI, 2013; SCHIZAS; PSILLOS; STAMOU, 2016; KIND; OSBORNE, 2017; LIN; TSAI, 2017; YUCEL, 2018.
Currículo	—
Ensino e aprendizagem de conceitos (10)	TYSON <i>et al.</i> , 1997; MORTIMER, 1998; LOVING; FOSTER, 2000; TYTLER, 2000; KITTLESON; SOUTHERLAND, 2004; SHE, 2004; BRAVO; PESA; POZO, 2009; NICOLLI; MORTIMER, 2009; SODRÉ; MATTOS, 2013; SABINO; AMARAL, 2019.
Fundamentação e prática pedagógicas (13)	KELLY, 1997; STAVER, 1998; LABURÚ; CARVALHO, 2001; KANG; WALLACE, 2005; WESTPHAL; PINHEIRO, 2005; KANG, 2007; STETSENKO, 2008; GALLO-FOX, 2009; SAMMEL, 2009; SILVA; SANTOS, 2015; CAMPBELL; MELVILLE; GOODWIN, 2017; KRESS; LAKE, 2018; TAN, 2020.

**APÊNDICE A - Combinação da classificação dos trabalhos por área das ciências naturais e por foco**

(continuação)

(conclusão)

<b>Área: Ciências da natureza geral (45 trabalhos)</b>	
<b>Foco (N. de trabalhos)</b>	<b>Trabalhos</b>
Modelagem, representação e simbolismo	—
Pesquisa e metodologia (11)	DUNNE; JOHNSTON, 1992; KINCHELOE; TOBIN, 2009; ATWEH, 2011; SILVA; FACHÍN-TERÁN, 2011; SANTOS, 2017; KAYUMOVA; ZHANG; SCANTLEBURY, 2018; MOREIRA, 2018; BELLOCCHI <i>et al.</i> , 2019; BENCZE <i>et al.</i> , 2020; MARTIN; KANG, 2020; MARTÍNEZ <i>et al.</i> , 2020.

**APÊNDICE A - Combinação da classificação dos trabalhos por área das ciências naturais e por foco**

<b>Área: Física (31 trabalhos)</b>	
<b>Foco (N. de trabalhos)</b>	<b>Trabalhos</b>
Concepção de mundo e de ciência (03)	ROTH; LUCAS, 1997; BAILY; FINKELSTEIN, 2009; HOERNIG; MASSONI; LIMA, 2020.
Currículo (01)	GALILI, 2012.
Ensino e aprendizagem de conceitos (12)	FURIÓ; GUIASOLA, 1998; RADÉ; SANTOS, 2005; DALRI; MATTOS, 2007; DRUZIAN; RADÉ; SANTOS, 2007; AYALA FILHO, 2010; KALMAN, 2011; DEGA; KRIEK; MOGESE, 2013; SENISE JUNIOR; SUART JÚNIOR, 2013; GUPTA; ELBY; CONLIN, 2014; VOSNIADOU; SKOPELITI, 2014; DUCA; BARLETTE; NEDEL, 2017; PAPADOURIS; CONSTANTINO, 2017.
Fundamentação e prática pedagógicas (02)	LABURÚ; SILVA, 2000; LABURÚ; CARVALHO; BATISTA, 2001.
Modelagem, representação e simbolismo (12)	PIETROCOLA, 1999; BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2005; HART, 2008; QUALE, 2011a; QUALE, 2011b; PETRÔNIO, 2014; HASTENREITER; GURGEL, 2015; KNEUBIL; ROBILOTTA, 2015; HÉRAUD <i>et al.</i> , 2017; FREITAS; SINCLAIR, 2018; STAPLETON, 2018; MOHAN, 2020.
Pesquisa e metodologia (01)	CRUZ; PASSOS; KAWAMURA, 2015.

**APÊNDICE A - Combinação da classificação dos trabalhos por área das ciências naturais e por foco**

<b>Área: Química (19 trabalhos)</b>	
<b>Foco (N. de trabalhos)</b>	<b>Trabalhos</b>
Concepção de mundo e de ciência (02)	SILVA, 2013; FREIRE; AMARAL, 2015.
Currículo (01)	TAN, 2012.
Ensino e aprendizagem de conceitos (12)	AMARAL; MORTIMER, 2001a; AMARAL; MORTIMER, 2001b; LIU, 2004; SILVA; AMARAL, 2011; SILVA; AMARAL, 2013; ROZENTALSKI, 2015; POBLETE <i>et al.</i> , 2016; TÜMAY, 2016a; TÜMAY, 2016b; SANTOS; SEPULVEDA, 2017; SEVIAN; COUTURE, 2019; ORDUÑA PICÓN; SEVIAN; MORTIMER, 2020.
Fundamentação e prática pedagógicas	—
Modelagem, representação e simbolismo (03)	QUIROZ; RUBILAR, 2015; ROZENTALSKI; PORTO, 2015; MERINO <i>et al.</i> , 2018.
Pesquisa e metodologia (01)	SOUSA; GALIAZZI, 2019.

**APÊNDICE A - Combinação da classificação dos trabalhos por área das ciências naturais e por foco**

<b>Área: Biologia (15 trabalhos)</b>	
<b>Foco (N. de trabalhos)</b>	<b>Trabalhos</b>
Concepção de mundo e de ciência (01)	MOLLETT; CAMERON, 2016.
Currículo (02)	NASCIMENTO JÚNIOR; SOUZA; CARNEIRO, 2011; LONG, 2012.
Ensino e aprendizagem de conceitos (11)	VENVILLE; TREAGUST, 1998; COUTINHO; EL-HANI; MORTIMER, 2005; VENVILLE; GRIBBLE; DONOVAN, 2005; COUTINHO; MORTIMER; EL-HANI, 2007; COUTINHO; MARTINS; VIEIRA, 2012; SEPULVEDA; MORTIMER; EL-HANI, 2013; DIMOV; PECHLIYE; JESUS, 2014; ALMEIDA; SEPÚLVEDA; EL-HANI, 2017; LIMA; EL-HANI; SEPULVEDA, 2017; PIMENTEL; EL-HANI; SEPULVEDA, 2017; REIS; SEPULVEDA; EL-HANI, 2017.
Fundamentação e prática pedagógicas	—
Modelagem, representação e simbolismo (01)	GERICKE <i>et al.</i> , 2014.
Pesquisa e metodologia	—

**APÊNDICE A - Combinação da classificação dos trabalhos por área das ciências naturais e por foco**

<b>Área: Educação Ambiental (04 trabalhos)</b>	
<b>Foco (N. de trabalhos)</b>	<b>Trabalhos</b>
Concepção de mundo e de ciência (01)	BAI, 2015.
Currículo	—
Ensino e aprendizagem de conceitos	—
Fundamentação e prática pedagógicas (03)	COSTA; LOUREIRO, 2015; ØSTERGAARD, 2017; PENELUC; PINHEIRO; MORADILLO, 2018.
Modelagem, representação e simbolismo	—
Pesquisa e metodologia	—