

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 31/08/2023.

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 imediatividade, 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

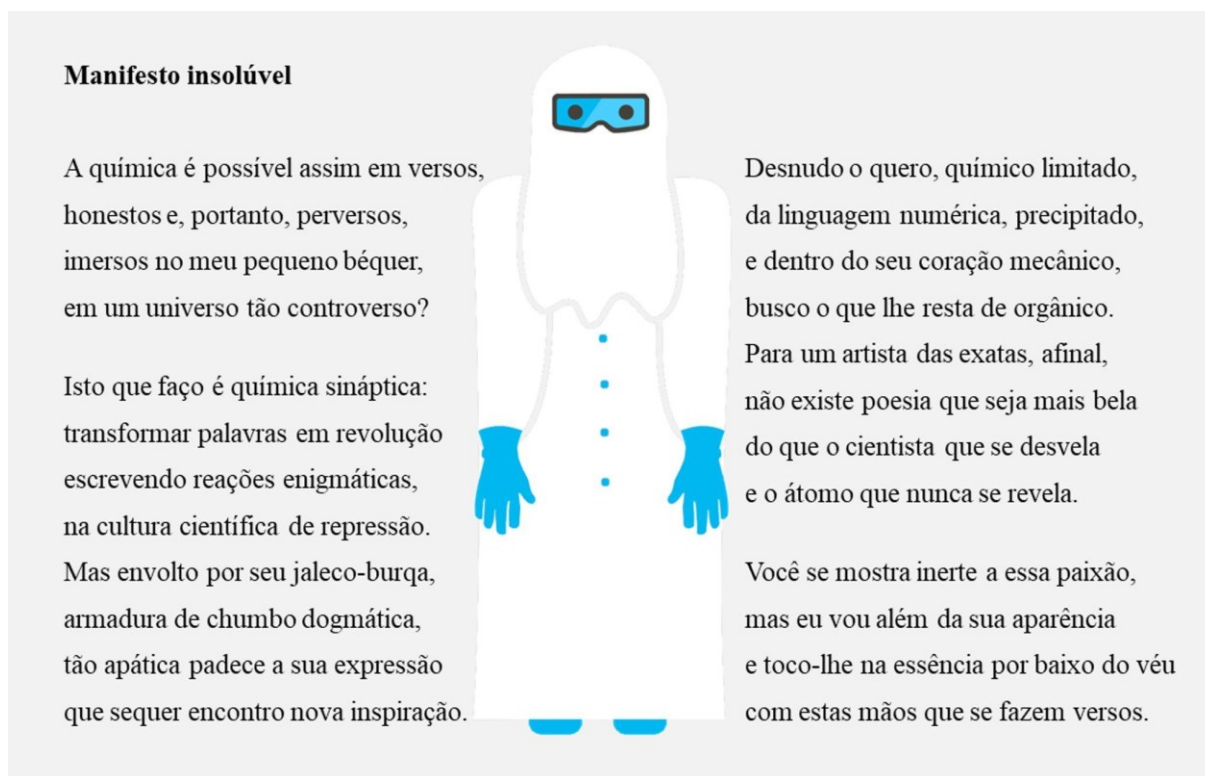
seu trabalho sobre a concepção de mundo, em que aborda a constituição das concepções religiosas e, pautado em György Lukács, a necessidade religiosa mantida nas massas pela burguesia.

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 quimiscritor¹ 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.

¹ 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.



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”², 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 pesquisa³ 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 Tonet⁴ (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.

² 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>.

³ 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.

⁴ 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 ciência⁵ 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,

⁵ 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 epistemologia⁶, ou teoria das ciências, é mais específica e diz respeito ao conhecimento

⁶ 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 positivismo⁷, 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:

⁷ 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>	
Utopia (histórica) (<i>novum</i>)	Anti-Utopia (universal) (pseudo- <i>novum</i>)
<i>Formas literárias</i>	
utopia/eutopia (esperança radical)	anti-utopia (cinismo, desesperança)
distopia (pessimismo militante) (épica, aberta)	pseudo-distopia (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*⁸. 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).

⁸ *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.

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 Nélcio 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: Itáu 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.
- STAVER, 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)

Área: Ciências da natureza geral (45 trabalhos)	
Foco (N. de trabalhos)	Trabalhos
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)

Área: Ciências da natureza geral (45 trabalhos)	
Foco (N. de trabalhos)	Trabalhos
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

Área: Física (31 trabalhos)	
Foco (N. de trabalhos)	Trabalhos
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

Área: Química (19 trabalhos)	
Foco (N. de trabalhos)	Trabalhos
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

Área: Biologia (15 trabalhos)	
Foco (N. de trabalhos)	Trabalhos
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

Área: Educação Ambiental (04 trabalhos)	
Foco (N. de trabalhos)	Trabalhos
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	—