



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

João Otavio Garcia

Por um Ensino de Física Ativista Transformador

Florianópolis

2025

João Otavio Garcia

Por um Ensino de Física Ativista Transformador

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Educação Científica e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Juliano Camillo

Florianópolis

2025

Garcia, João Otavio

Por um Ensino de Física Ativista Transformador / João Otavio Garcia ; orientador, Juliano Camillo, 2025.

362 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2025.

Inclui referências.

1. Educação Científica e Tecnológica. 2. História e Filosofia da Ciência. 3. Natureza da Ciência. 4. Teoria da Atividade Cultural-Histórica. 5. Anticapitalismo. I. Camillo, Juliano. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. III. Título.

João Otavio Garcia da Silva

Por um Ensino de Física Ativista Transformador

O presente trabalho em nível de Doutorado foi avaliado e aprovado, em 15 de agosto de 2025, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Profa. Andreia Guerra de Moraes, Dra.

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ)

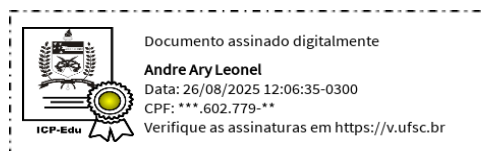
Prof. Cristiano Rodrigues de Mattos, Dr.

Universidade de São Paulo (USP)

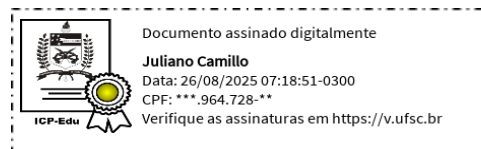
Profa. Ivanilda Higa, Dra.

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Doutor em Educação Científica e Tecnológica.



Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica



Prof. Juliano Camillo, Dr.

Orientador

Florianópolis, 2025.

Dedico este trabalho a ela.

O amor da minha vida, meu eterno “laço de fita”.

Dedico a você, Daiane, principalmente porque ainda continuam faltando inúmeros motivos para dedicar diferente, mas também porque dedicatórias são feitas com amor e amor é tudo que você sempre foi, é, e continuará sendo para mim.

Dedico meu trabalho a você, porque ele é nosso

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, professor Juliano Camillo, por todos os ensinamentos, conselhos, referências, puxões de orelha, pela amizade sincera e substancial, pelo constante trabalho junto, pela confiança em todos os momentos, mas principalmente por dividir comigo aquilo que temos de mais precioso: o tempo. Serei eternamente grato a ti, Camillo, por ter acreditado em mim e por me ensinar que o trabalho honesto e apaixonado, (com uma pitada de insolência e desprezo pela autoridade autoritária), principalmente na academia onde o ego e a soberba imperam, ainda é a mais suprema de todas as virtudes que um professor e pesquisador pode ter.

À minha amada companheira e esposa, Daiane, por ter acreditado que a gente conseguiria, juntos, chegar aonde os nossos corações quisessem desde que os pés pudessem tocar. Te agradeço, amor da minha vida, meu “laço de fita”, por todas as noites em que você esteve ao meu lado enquanto eu estava estudando, por todas as longas manhãs e tardes em que, mesmo sob o mesmo teto, eu precisei estar tão distante de você, porque meu texto precisava de mim. Te amarei para sempre e, se não fosse você, eu não teria começado essa caminhada, quem dera ter chegado até aqui.

À minha família, sobretudo por compreenderem meus momentos de ausência com os compromissos familiares. Ao meu irmão, Lucas, que eu vi nascer e se tornar um homem tão inteligente e um artista incomparável. Ao meu pai, Adenir, que sempre lutou muito para que eu nunca parasse de estudar e que eu pudesse aproveitar as oportunidades que ele não teve. À minha mãe, Bernadete, por me ensinar que estudar é importante porque podem tirar tudo da gente, só não podem nos tirar conhecimento. Mãe e pai: se vocês têm um filho professor e pesquisador, saibam que vocês são parte substancial desta trajetória.

Aos meus amigos do IFSC, sejam eles colegas de graduação, professores que se tornaram nossos amigos ou mesmo, nesse momento histórico, meus estudantes. Não menciono aqui o nome de cada um de vocês explicitamente porque tenho medo de esquecer alguém, já que felizmente, apesar de ser um curso de Física, vocês são muitos. Amo todos vocês e muito me admira sua paciência em me aturar. Sei que (muitas vezes) não é fácil.

Aos professores Cristiano Mattos, Andreia Guerra e Ivanilda Higa pelas valiosas contribuições, tanto no texto de qualificação como no desenvolvimento final da tese. Tenho certeza de que aprendi muito com vocês, seja por meio de seus textos, pelos encontros em

eventos da nossa área, ou mesmo pelas reuniões que, mesmo remotas, sempre transmitiram o cuidado e afeto que também fazem parte de um trabalho acadêmico.

Aos professores Anna Stetsenko e Eduardo Vianna, que me receberam em New York City e me ensinaram tanto, seja sobre o trabalho acadêmico, seja sobre a vida - sobretudo a vida de um imigrante num país que é o berço do capitalismo. Anna, sua força e espírito científico me acompanharão para o resto da vida. Edu, sua dedicação sincera aos estudantes e seu coração enorme são sempre uma luz para que eu tome decisões sobre como é ser um professor que, apesar de tudo, está sempre presente para seus estudantes.

Aos amigos que fiz em New York City, principalmente à Mari e ao Alex, duas pessoas maravilhosas que não só nos receberam, como cederam sua casa para que a gente pudesse morar e estudar, junto com o John Moody, nosso “amigo americano” que passou onze meses tentando pronunciar meu nome - e falhou miseravelmente - mas que tem um coração maior que seu imponente bigode. Tenho certeza que vocês são o tipo de pessoa que a gente precisa encontrar na vida, nem que seja uma vez, para ter certeza que algumas amizades são para sempre.

A todos os profissionais do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica e da Universidade Federal de Santa Catarina, por sua dedicação em construir um programa de excelência nacional. Rogo que nunca percam essa dedicação e que possam continuar lutando pela educação pública, gratuita e de qualidade.

À classe trabalhadora, que tanto luta e que tanto sofre, mas que lutando pode oportunizar que um de seus filhos se torne Doutor! Sem o seu suor, e muitas vezes seu sangue, eu não estaria nem na metade do caminho que aqui trilhei e pretendo continuar trilhando.

À UNIEDU/FUMDES e ao Fundo de Apoio à Manutenção e ao Desenvolvimento da Educação Superior Catarinense pelo financiamento, por meio de bolsa de estudos.

Imagine

John Lennon

Imagine there's no heaven
It's easy if you try
No hell below us
Above us only sky
Imagine all the people
Living for today

Imagine there's no countries
It isn't hard to do
Nothing to kill or die for
And no religion too
Imagine all the people
Living life in peace

You may say I'm a dreamer
But I'm not the only one
I hope someday you'll join us
And the world will be as one

Imagine no possessions
I wonder if you can
No need for greed or hunger
A brotherhood of man
Imagine all the people
Sharing all the world

You may say I'm a dreamer
But I'm not the only one
I hope someday you'll join us
And the world will live as one

RESUMO

O campo de Pesquisa em Ensino de Física se constitui, historicamente, de diferentes perspectivas e propostas de melhoria dos processos de ensino-aprendizagem da Física, desde sua gênese. Envolvido com diferentes temas e campos específicos de atuação, que vão desde a formação de professores, passando pela produção e avaliação de material didático, políticas curriculares e desenvolvendo-se, também, na educação básica, o campo é envolvido também, de muitas tradições. Tradições essas que contam, em seu âmago, com o desenvolvimento de perspectivas sobre o próprio campo, tendo uma boa parcela de seus pesquisadores preocupados em torná-lo, inclusive, em objeto de pesquisa. Uma destas tradições, dedicada principalmente à melhorar a contextualização da Física, tanto na educação básica quanto superior, emerge com as pesquisas sobre História e Filosofia da Ciência (HFC) e Natureza da Ciência (NdC), sintetizadas principalmente na perspectiva do ensino *em e sobre* ciências. Essa perspectiva, assim como todas as outras que compõem a amplitude (e a complexidade) do campo de pesquisa em Ensino de Física, é constituída por diversos *compromissos* com o próprio campo e com a grande área da Educação. Nesta tese, argumentamos que esses compromissos, tradicionalmente considerados pela perspectiva do ensino *em e sobre* ciências apenas em sua dimensão epistemológica, são compromissos *axio-onto-epistemológicos* e que, até o presente momento histórico, o campo de pesquisa em Ensino de Física assumiu compromissos que mais favorecem a manutenção da sociabilidade capitalista do que contribui para possibilidades concretas de sua superação. Esses compromissos, argumentamos, são *cognitivistas* sobre como as pessoas aprendem, *transmissivos* sobre como as pessoas ensinam e *passivos* sobre como as pessoas agem no mundo com o que aprendem-ensinam, o que posiciona, nesse momento histórico, o campo de pesquisa em Ensino de Física, como *Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo* e que precisa ser superado. Para sustentar empiricamente essa denúncia, analisamos os textos publicados em seis principais revistas da área, totalizando um corpus de análise de 748 artigos, no período de 1995 a 2023 e, nos apoiando em relações entre a perspectiva bakhtiniana, freireana e a Teoria da Atividade Cultural-Histórica, argumentamos que ler os textos - entendidos como *enunciados estabilizados* - foi possível *ler o campo* e compreender seus compromissos historicamente assumidos. Defendemos que esses compromissos, expressos nos enunciados, sintetizam neles os motivos e objetivos dos autores, assim como as contradições que ainda precisam ser superadas. Nesse sentido, tais possibilidades de superação só podem, nesse momento histórico, serem envisionedas pelos agentes do campo de pesquisa em Ensino de Física, numa perspectiva ativista transformadora de desenvolvimento humano, onde as contradições se configuram como motores das suas próprias atividades de superação. Em outras palavras: os compromissos axio-onto-epistemológicos assumidos até o presente momento histórico, na figura do *Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo* e que favorecem a manutenção do capitalismo precisam ser superados e essa superação é possível, defendemos, assumindo outros compromissos que não esses, essencialmente anticapitalistas, comprometidos com a luta por um *Ensino de Física Ativista Transformador*.

Palavras-chave: História e Filosofia da Ciência; Natureza da Ciência; Anticapitalismo.

ABSTRACT

The field of Research in Physics Teaching has historically been constituted by diverse perspectives and proposals aimed at improving the teaching-learning processes of Physics since its inception. Engaged with various themes and specific areas of action - ranging from teacher education, the production and evaluation of didactic materials, curricular policies, and its development within basic education - the field is also embedded in multiple traditions. These traditions include, at their core, the development of perspectives on the field itself, with a significant portion of researchers treating it as an object of investigation. One such tradition, primarily focused on enhancing the contextualization of Physics at both the basic and higher education levels, emerges through research on the History and Philosophy of Science (HPS) and the Nature of Science (NoS), largely synthesized in the perspective of teaching *in* and *about* science. This perspective - like all others that compose the breadth and complexity of Physics Teaching Research - is underpinned by various commitments to the field itself and to the broader domain of Education. In this thesis, we argue that these commitments, traditionally framed within the *in* and *about* science perspective primarily through an epistemological lens, are in fact *axio-onto-epistemological*. Furthermore, we contend that, up to the present historical moment, the field of Research of Physics Teaching has largely adopted commitments that tend to reinforce capitalist sociability rather than contribute to concrete possibilities for its overcoming. These commitments, we argue, are *cognitivist* in terms of how people learn, *transmissive* regarding how people teach, and *passive* in relation to how people act in the world with what they learn-teach. As such, at this historical juncture, the field is characterized as *Cognitivist-Transmissive-Passive Physics Teaching*, which, we argue, must be transcended. To empirically substantiate this claim, we analyzed articles published in six major journals in the field, comprising a corpus of 748 articles published between 1995 and 2023. Drawing on the theoretical frameworks of Bakhtinian, Freirean, and Cultural-Historical Activity Theory perspectives, we argue that reading the texts - as *stabilized utterances* - enabled us to *read the field* itself and to understand the historically assumed commitments within it. We maintain that these commitments, expressed through the utterances, encapsulate the authors' motives and objectives, as well as contradictions that still need to be overcome. In this sense, we assert that the possibility of overcoming such contradictions can only, at this historical moment, be envisioned by the agents of the field through an activist transformative perspective of human development, in which contradictions are conceived as engines of their own surpassing. In other words, the axio-onto-epistemological commitments assumed thus far - crystallized in the form of Cognitivist-Transmissive-Passive Physics Teaching and aligned with the maintenance of capitalism - must be surpassed. This surpassing, we argue, is only possible by assuming alternative commitments: explicitly anti-capitalist ones, committed to the struggle for a *Transformative Activist Physics Teaching*.

Keywords: History and Philosophy of Science; Nature of Science; Anticapitalism.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A estrutura da atividade segundo Engeström (2014, p. 63).....	45
Figura 2 - Sistemas de atividade em interação (Engeström, 2001, p. 136).....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Categorização para a análises dos enunciados estabilizados.....	160
---	-----

SUMÁRIO

Apresentação.....	15
Introdução.....	19
1. Capítulo 1 - Pressupostos ideo-metodológicos: educação anticapitalista e perspectiva ativista transformadora de desenvolvimento humano.....	26
1.1 Educação anticapitalista e possibilidades concretas de emancipação humana.....	28
1.2 Atividade Potencial: contribuições das relações entre Teoria da Atividade Cultural-Histórica e Pedagogia Freireana para a Educação em Ciências.....	35
1.3 Perspectiva ativista transformadora: agência e desenvolvimento humano.....	49
1.3.1 Modos de ser-saber-fazer o mundo.....	52
1.3.2 Conhecer/transformar o mundo enquanto nos conhecemos/transformamos.....	55
1.3.3 Organização e engajamento com a transformação do futuro a partir do presente.....	58
1.4 Fundamentos axio-onto-epistemológicos: compromissos.....	62
1.4.1 Axio-onto-epistemologia em-si.....	66
1.5 Organização metodológica: enunciados estabilizados como objeto de análise.....	71
1.5.1 O texto é enunciado.....	72
1.5.2 Enunciados, estabilidade e gêneros do discurso.....	79
1.5.3 Enunciados como objeto de análise e diálogo multinível.....	84
2. Capítulo 2 - Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo.....	89
2.1 Ethos de adaptação e passividade.....	90
2.2 Como esse ethos se manifesta no campo de pesquisa em Ensino de Física?.....	98
2.2.1 Estrutura da atividade objeto “Física Escolar”.....	101
2.2.2 Estrutura da atividade objeto “Licenciatura em Física”.....	108
2.2.3 Estrutura da atividade objeto “Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo”.....	113
2.3 O encapsulamento escolar no Ensino de Física.....	123
3. Capítulo 3 - Análise de enunciados da perspectiva do “ensino em e sobre ciências” do campo de pesquisa em Ensino de Física.....	130
3.1 Breve histórico da perspectiva do ensino em e sobre ciências no campo de pesquisa em Ensino de Física.....	130
3.1.1 A defesa por um ensino em e sobre ciências no contexto do Ensino de Física brasileiro....	135
3.1.2 História e Filosofia da Ciência e seus usos no ensino.....	137
3.1.3 Natureza da Ciência e as concepções sobre ciência.....	142
3.1.4 Críticas da visão consensual sobre Natureza da Ciência.....	149
3.2 Mapeamento e critérios de seleção (e exclusão) dos enunciados para a análise.....	155
3.3 Apresentação e análise dos enunciados.....	162
3.3.1 Enunciados estabilizados: cognitivismo.....	163
3.3.2 Enunciados estabilizados: transmissividade.....	198
3.3.3 Enunciados estabilizados: passividade.....	223
3.4 Breve síntese e possibilidades de superação: o que fazer?.....	239
4. Capítulo 4 - Por um Ensino de Física Ativista Transformador.....	242
4.1 Axio-onto-epistemologia para-si.....	242

4.1.1 Ensinando-aprendendo Física para-si: processo agentivo e autoral de co-constituição da individualidade.....	249
4.1.1.1 Ensino de Física para-si: individualidade e agência.....	256
4.1.1.2 Ensino de Física para-si: possibilidade de autoria.....	261
4.2 Em busca da superação do Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo.....	267
4.2.1 Possibilidades de superação da contradição entre comunidade e divisão do trabalho.....	268
4.2.2 Possibilidades de superação da contradição entre sujeito e objeto.....	275
4.2.3 Possibilidades de superação da narrativa dicotômica “em e sobre ciências”.....	278
Conclusão: o futuro está aberto em disputa!.....	287
Referências.....	292
Apêndices.....	313

Apresentação

*“Consumer or consumed, your life is cheap
Economic salvation in sweatshops returned from the east
Despair the only quality of strife
A reason for existence if you can afford the price,
If your price is right”*

Keep On Rotting In The Free World - Carcass

Normalmente, as apresentações de textos de final de curso, são sempre a parte mais pessoal, às vezes a única, do texto. Acredito que no caso desta tese, isso não será diferente, uma vez que, se lutamos por um Ensino de Física Ativista Transformador, essa luta é, antes de tudo, extremamente pessoal e apaixonada - como todas as lutas que se prestam a ser revolucionárias devem ser. Se queremos um Ensino de Física que seja ativista transformador, precisamos também nos entendermos como ativistas da educação. É partindo desse entendimento que apresento o texto da tese, organizando essa apresentação em torno daquele momento histórico que acredito ter sido o estopim para minha radicalização como ativista da educação: a pandemia de COVID-19.

Ainda antes da pandemia de COVID-19, no início de 2018, ingressei no mestrado no PPGECT, numa turma cheia (éramos quase trinta) e extremamente diversa, sobretudo em termos de formação inicial. Eu cheguei um tanto assustado, pois nunca tinha sido aluno de uma universidade - fiz minha formação inicial num dos meus lugares favoritos do planeta: o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), na minha cidade natal, Jaraguá do Sul. O IFSC me ensinou a ser professor e eu estava disposto a aprender, no PPGECT, a ser também um pesquisador.

Foi nesse ingresso no mestrado que, além da saudosa turma e das amizades que recém se formavam, que conheci aquele que seria, além de meu orientador, um dos meus melhores amigos: o professor Juliano Camillo. Camillo desde a primeira reunião de orientação me provocou a pensar e colocou em prática aquilo que, com segurança posso afirmar, é uma característica de sua pedagogia: desestabilizar nossas concepções mais arraigadas sobre a realidade. Foi me instigando a questionar várias das coisas que eu tomava como dadas ou prontas, me provocando a entender que não existe realidade que não seja humana, que é necessário sempre seguir o conselho de Brecht e “desconfiar do mais trivial” que Camillo e sua pedagogia fizeram emergir o João ativista da educação, que certamente desperta aqui e que continuará se tornando mais ativista da

educação (e portanto “mais João”) até o fim da vida. Foi participando dessa atividade de orientação, e disso tenho certeza como os pés que me firmam no chão mesmo quando a cabeça está nas nuvens, que eu tive, parafraseando Einstein, “o pensamento mais feliz da minha vida”, quando disse ao Camillo: “quero fazer parte do teu programa de pesquisa e a partir dele um dia construir o meu”. Esse programa de pesquisa envolvia participar daquilo que Camillo vinha defendendo desde sua tese: a necessidade de uma *filosofia da educação em ciências*.

Terminando o mestrado, vem o derradeiro mês de março de 2020 e o ano mais longo de todas as nossas vidas começa juntamente com a pandemia de COVID-19. Eu já me encontrava profundamente incomodado com o governo do então presidente Jair Messias Bolsonaro que, até essa presente data já era, ao menos para mim, um pária fascista mas ainda não tinha sido considerado um genocida, algo que hoje podemos afirmar com convicção. No entanto, mesmo já me considerando “de esquerda”, até aquele presente momento eu ainda não havia me radicalizado; o João de março de 2020 certamente teria orgulho (ou medo) se soubesse que o João de 2025 seria membro ativo da *Liga Comunista Brasileira*, uma organização marxista-leninista, de amplitude nacional, que se posiciona como movimento social das massas para construir a revolução brasileira. No entanto, o “João comunista”, minha radicalização, nasce junto com a pandemia e com o genocídio de mais de 700 mil pessoas pelo governo bolsonarista. Junto com essa radicalização também vem o que seria (talvez) o segundo pensamento mais feliz da minha vida: “eu quero que minha tese seja, além da abertura do meu programa de pesquisa para a vida, meu *manifesto*!”. É nesse contexto, sempre em diálogo com os amigos, principalmente com Camillo, que o germe da tese começa a se espalhar e eu me preparo para o doutorado.

É no doutorado que, ainda em 2021 - ápice da pandemia de COVID-19 - começo a entender que tudo o que estava acontecendo não tinha a ver apenas com o (des)governo de Bolsonaro, mas com uma “estrutura maior”, que apesar de conhecer e senti-la na pele e na carne todos os dias, ainda não tinha minha atenção como deveria: a estrutura da sociabilidade capitalista. Entender que aquilo tudo estava acontecendo e sendo agravado justamente *por causa do capitalismo* foi um dos sentimentos mais poderosos (e devastadores) que senti e então a necessidade de lutar por um Ensino de Física *essencialmente anticapitalista* ali emergiu. Com esse sentimento, chegamos ao projeto de doutorado e então no desenvolvimento daquilo que tem sido meu projeto mais pessoal e mais apaixonado até o presente momento histórico: a tese.

No meio do doutorado tive a oportunidade de fazer o intercâmbio, indo para New York City visitar duas pessoas que, além de constituírem, junto de meu orientador, o conjunto de meus principais referenciais, tive oportunidade de conhecer primeiramente no Brasil, ainda no mestrado. Professora Anna Stetsenko e Professor Eduardo Vianna, professores e pesquisadores da City University of New York (CUNY), estiveram em Florianópolis, em 2019 e 2020, respectivamente, e ao nos despedirmos, ambos me disseram: “você é bem vindo em New York”. Levei tão a sério que, quando a oportunidade surgiu, por meio do programa de internacionalização proposto pelo CAPES/PRINT, embarquei, junto de minha esposa, para os Estados Unidos, fazendo parte do meu doutorado na modalidade sanduíche, entre novembro de 2023 e outubro de 2024. Estar em New York City no ano que a cidade era considerada a mais cara do planeta, no auge da crise do capitalismo, foi uma mistura de sentimentos incrivelmente contraditórios, maravilhosos e assustadores, tudo ao mesmo tempo, e que certamente se configuraram como uma das melhores experiências que tive na vida. Sempre serei grato à Anna e ao Edu por me receberem e ao meu orientador por ter não só me incentivado, mas me ajudado em cada instante, desde a inscrição até (literalmente) o momento em que eu e Daiane pusemos os pés na plataforma de embarque para seguir um sonho que, sendo classe trabalhadora, jamais teria sido possível se não fosse pela educação pública, gratuita e de qualidade. Camillo não só me ajudou em todas as etapas como serviu de principal inspiração para que eu, olhando para um caminho que ele tinha aberto, quase uma década antes, tivesse coragem de segui-lo com meus pés.

Certamente o intercâmbio, principalmente a troca de ideias com Anna e Edu, influenciaram diretamente na constituição da tese, principalmente no fortalecimento da perspectiva *ativista transformadora*, que emerge diretamente do trabalho que eles desenvolvem em New York City, há quase três décadas. Participar das aulas e me intrometer em seus grupos de pesquisa conseguiram, não só melhorar (e muito) meu inglês, mas aperfeiçoar uma série de argumentos que, em constante diálogo com meu orientador, ajudaram a compor o momento da qualificação, enquanto eu me encontrava no meio do doutorado sanduíche. A qualificação e as valiosas contribuições do professor Cristiano Mattos e das professoras Andreia Guerra e Ivanilda Higa me ajudaram muito a reafirmar tanto o “núcleo firme” da tese - da denúncia de um Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo ao anúncio da necessidade de lutar por um Ensino de Física Ativista Transformador - quanto seu caráter de manifesto. Esse momento foi, com

certeza, o mais importante desta tese. Estar qualificando minha tese, conectado com as pessoas que amo e me inspiram aqui no Brasil, do outro lado do mundo, no seio do capitalismo global, com uma proposta de pesquisa essencialmente anticapitalista, foi um dos momentos mais impactantes na minha trajetória. Nunca esquecerei o quanto esse momento moldou, além da minha pesquisa e minha militância, minha visão do mundo.

A partir da qualificação e da necessidade de defender a luta por um Ensino de Física Ativista Transformador por meio da tese como abertura do meu programa de pesquisa é que entendo aquilo que chamo de “horizonte utópico”. A ideia de horizonte utópico é reunir tudo aquilo que a maioria das pessoas entende como “utopia” e, entendendo com um pouco mais de esperança e imaginação política que “utopia” não é “apenas utopia” mas sim *projeto de futuro*, colocar no horizonte esse projeto e lutar para alcançá-lo, mesmo sabendo que talvez, até a morte, ainda não teremos conseguido. No entanto, é justamente por colocar aquilo que se chama de utopia no horizonte e, mirando nele, buscá-lo, que coletivamente vamos produzindo transformações que são históricas e que, assim sendo, permanecem.

O texto da tese é, para além do texto da tese, por mim entendido exatamente assim: como meu manifesto, como a abertura do meu programa de pesquisa, como meu horizonte utópico; pode ser que realmente nunca tenhamos efetivamente um Ensino de Física Ativista Transformador, tampouco que possamos superar o capitalismo, acabando com a Terra antes de acabar com ele. No entanto, como Freire nos ensina, esperança não vem do verbo “esperar” mas do verbo “esperançar”. Com a esperança de que esperançar é lutar por um Ensino de Física Ativista Transformador e que essa luta é uma pequena parte da ampla luta pela superação do capitalismo que sigo, até aqui e adiante na vida, na luta, até o fim!

Espero que o texto da tese possa germinar e que as ideias aqui defendidas apaixonadamente possam frutificar e que continuem participando de outras histórias e horizontes utópicos, da constituição de outros compromissos e do desenvolvimento de outras atividades, até o dia em que possamos, todos juntos, viver uma vida plena e livre das amarras do capital.

Introdução

*“Nascer para liberdade e crescer para morrer.
Crucificados pelo sistema.
Morrer sem esquecer o povo que ficou.
Crucificados pelo sistema.”*

Crucificados Pelo Sistema - Ratos de Porão

O campo de pesquisa em Ensino de Física vem se consolidando no Brasil, principalmente a partir da década de 70. Esse campo, desde sua gênese, tem como um de seus muitos objetivos construir propostas para melhor ensinar Física no Brasil, com diversos focos de interesse e grupos, orientados pelos mais diversos referenciais, o que confere uma ampla diversidade ao campo e, ao mesmo tempo, configura a tarefa de mapeá-lo um grande desafio.

Assim, esse desafio é encarado pelos pesquisadores do campo de pesquisa em Ensino de Física desde sua gênese, sendo que o próprio campo se organiza (através de projetos, programas de pós-graduação, eventos e periódicos) tendo como um dos objetos de análise também sua própria constituição (Salem, 2012). No entanto, cabe ressaltar, que o campo de pesquisa em Ensino de Física desenvolve esses diferentes objetos por meio de diferentes objetivos, perspectivas e propostas ao longo dos anos, com uma gama de diferentes problemas a serem pesquisados e uma dinâmica própria de institucionalização, diferente do campo de pesquisa e atuação da própria Física (ibid.), por exemplo. Ou seja, pesquisar sobre o Ensino de Física no Brasil, envolve pesquisar sobre suas *propostas* para melhorar o próprio campo; propostas estas que podem ser entendidas por meio de uma análise dos *compromissos* assumidos pelos agentes desse campo, tanto com o próprio campo de pesquisa específico, quanto com a grande área da Educação, de forma geral.

Nosso trabalho se insere justamente nesse espaço e comprometido com essa grande tarefa: compreender quais são esses compromissos historicamente assumidos pelo campo de pesquisa em Ensino de Física. Como analisar todos esses compromissos seria um trabalho que necessitaria de mais de uma tese, realizaremos parte dessa grande tarefa colocando uma ênfase no que se convencionou chamar de perspectiva do **ensino em e sobre ciências**, mapeando especificamente essa perspectiva no campo de pesquisa em Ensino de Física brasileiro. Como discutiremos ao longo de todo o trabalho, entendemos que essa perspectiva faz parte de diferentes propostas feitas pelo/para esse campo de pesquisa ao longo dos anos, mas que esta emerge principalmente a partir

de relações entre Natureza da Ciência (NdC), História e Filosofia da Ciência (HFC) e ensino. Nesse sentido, um trabalho do tipo **mapeamento** torna-se importante.

Quando se trata de mapeamento, Fontes e Rodrigues (2023) indicam que apesar da pesquisa em Educação em Ciências ser uma atividade relativamente recente quando comparada com outras áreas, existem diversos trabalhos preocupados com a tentativa de estabelecer diferentes conexões entre as áreas de Ensino de Física, Química e Biologia com outras áreas ao longo dos anos. Os autores destacam, ainda, que esse tipo de estabelecimento se dá em âmbito de pesquisas do tipo mapeamento, que “oferecem tanto um diagnóstico quanto um panorama para compreender lacunas, consensos, e tendências de uma área de pesquisa” (ibid, p. 365). Esse resultado está em consonância com o que é discutido por Salem (2012), quando a autora indica que uma das características do campo de pesquisa em Ensino de Física é tomar-se como objeto de estudo. Desta forma, podemos considerar que esse trabalho se desenvolverá, em alguma medida, a partir dos esforços de um trabalho do tipo **mapeamento**, olhando para algumas dessas diferentes perspectivas e propostas do campo de pesquisa em Ensino de Física.

Neste trabalho, faremos esse mapeamento por meio de uma análise de textos, em sua maioria¹ publicados em periódicos do campo de pesquisa em Ensino de Física, tratando sobre a perspectiva do ensino *em e sobre* ciências de 1995 a 2023². Sendo que esse mapeamento pode ser feito de diversas formas, olhando para os mais diversos objetos presentes no campo, faremos esse mapeamento analisando esses textos, tanto nos sistemas de cada um dos periódicos³, quanto na base de pesquisa do *Google Scholar*, por meio da inserção de termos como: "ensino em e sobre ciências"; "ensino em e sobre ciência"; "ensino sobre ciência"; "ensino sobre ciências"; "ensino sobre a ciência" e "ensino sobre as ciências". Mapear esse campo de pesquisa é uma tarefa que pode se desenvolver de diferentes maneiras, mas que certamente não passará impune de uma

¹ Vale destacar que o único texto analisado que não foi publicado como artigo de periódico é o de Martins (2006), que se trata de um capítulo de livro. Abrimos essa exceção dada a importância desse texto em tratar sobre HFC e ensino, principalmente pela forma como este sintetiza várias concepções que se fizeram presentes em outros textos que analisamos, publicados nos periódicos.

² Como discutiremos de maneira aprofundada mais adiante, iniciar o período de análise em 1995 diz respeito à tradução de um texto de Michael R. Matthews, publicado nos Estados Unidos em 1992 e traduzido para o Brasil em 1995, no *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. Esse texto traduzido é um dos primeiros a discutir o termo “ensino em e sobre ciências” e é amplamente citado, atualmente com 1153 citações no *Google Scholar*.

³ Os periódicos consultados foram: *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, *Ciência & Educação*, *Alexandria*, *Investigações em Ensino de Ciências*, *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, *Experiências em Ensino de Ciências* e *Revista Brasileira de Ensino de Física*.

análise textual, ou do que se considera *texto*. Com isso, não estamos advogando que olhar para os textos em si constitui-se como a totalidade do mapeamento de um campo de pesquisa, mas destacamos que o texto, em qualquer tipo de análise de mapeamento⁴, torna-se peça fundamental na composição dessa totalidade. Em outras palavras, uma das hipóteses centrais da tese é que *ler os textos* é, em certa medida, *ler o campo*.

Vale lembrar que a perspectiva do ensino em e sobre ciências aparece em diversos contextos específicos do campo de pesquisa em Ensino de Física, sempre acompanhado do objetivo de buscar um ensino mais “contextualizado” e que se propunha ir além de apenas ensinar o que se entende como “conteúdo de Física”. A perspectiva se manifesta em diferentes propostas, como por exemplo: em artigos que discutem Física Moderna e Contemporânea (FMC); Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA); Alfabetização Científica, Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC’s) e/ou nas relações entre História e Filosofia da Ciência (HFC) e Natureza da Ciência (NdC), dentre muitas outras. No caso específico deste trabalho, nos concentraremos mais na discussão do ensino em e sobre ciências presentes nas propostas de HFC e NdC, como iremos justificar de maneira mais aprofundada ao longo da tese.

Assim, mesmo especificando bastante as diferentes variedades de termos para identificar os textos sobre a perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências, encontramos algumas dificuldades no momento dessa pesquisa. Essa dificuldade, se deu principalmente em encontrar os textos pelo termo específico escrito como “ensino em e sobre ciências”, pois este não aparece sempre assim de maneira explícita, muitas vezes sendo discutido efetivamente nas relações entre NdC, HFC e ensino, defendendo perspectivas similares, mas não colocado explicitamente assim. Por isso, optamos por tomar o termo como uma **ênfase**, sendo que os textos que de alguma forma indicassem a necessidade de um ensino que não fosse apenas *sobre os conteúdos científicos* mas também *sobre os aspectos históricos e filosóficos da atividade científica*, fizeram parte da análise.

Uma vez que estamos analisando textos, nosso trabalho precisa discutir o que estamos considerando como “texto”. Sendo que estamos tomando o texto como **objeto de análise**, é

⁴ Essa compreensão alinha-se também com o que discutem Fontes e Rodrigues (2023). Os autores destacam que as pesquisas do tipo mapeamento “são apropriadas por pequenos grupos de pesquisadores na busca de sínteses, articulações e tendências” (ibid, p. 372). Ou seja, ainda que esse tipo de pesquisa não constitua parcerias maiores do que as relações aparentemente isoladas entre orientadores e orientandos, oferece contribuições que permitem compreender a constituição (e os *compromissos*) da grande área da Educação em Ciências.

necessário que essa discussão busque conceituar o texto como objeto. Desta forma, ao apresentar nossos pressupostos *ideo-metodológicos*, nossa tarefa será dupla: nosso referencial precisa, ao mesmo tempo, discutir o que podemos considerar “objeto” e como o texto pode vir a ser tomado como objeto. Para desempenhar tal tarefa dupla, nos apoiaremos na perspectiva da *Teoria da Atividade Cultural-Histórica* para discutir o que entendemos como objeto, a partir de uma discussão sobre a estrutura da atividade humana, e na Filosofia da Linguagem presente na perspectiva *bakhtiniana* para discutir o que entendemos como texto.

Nesse sentido, é importante destacar que outras pesquisas em Educação em Ciências e no campo de pesquisa em Ensino de Física buscam suporte tanto no referencial da Teoria da Atividade Cultural Histórica, quanto na perspectiva bakhtiniana. Com uma gama de diferentes temas, em trabalhos como no de Camillo (2015), por exemplo, a Teoria da Atividade Cultural-Histórica serve como fundamento para discutir contribuições iniciais para uma *Filosofia da Educação em Ciências*, enquanto trabalhos como o de Lopez et al (2020) tratam de currículo, olhando para o tema sobre ensino de ciências como controle de estado no período da Alemanha nazista, ou ainda em trabalhos como o de Lago et al (2023) que discute a formação de conceitos, dentre outros. Com a perspectiva bakhtiniana, temos trabalhos como o de Catarino et al (2017), por exemplo, que discute a possibilidade de conceituar a aula de física como um *gênero do discurso*, assim como o trabalho de Ortega et al (2017) que revista os projetos de Ensino de Física aportados por Bakhtin, ou ainda como Deconto & Ostermann (2020) que analisam as linhas de investigação que compõem o campo de pesquisa em Ensino de Física. Além disso, trabalhos que utilizam a perspectiva bakhtiniana para discutir análise de livro didático, como o de Lima et al (2017), também se fazem presentes, dentre muitos outros temas.

Como discutiremos mais adiante, apoiados pela perspectiva bakhtiniana, podemos entender “texto” como *enunciado* (Bakhtin, 2016) de modo que estes enunciados podem constituir *tipos relativamente estáveis* (ibid.), formando *consensos* que são compartilhados entre os autores destes enunciados, presentes no campo de pesquisa em Ensino de Física brasileiro. Nossa hipótese central é que, analisando estes enunciados relativamente estáveis da perspectiva do ensino *em e sobre* ciências, poderemos entender os *compromissos* que são assumidos com o campo de pesquisa em Ensino de Física, pois entendê-los está relacionado à identificar quais são os **motivos** e **objetivos** dos autores dos textos do ensino em e sobre ciências, ao longo do anos, uma vez que a “ação física do homem [sic] deve ser interpretada como atitude mas não se pode

interpretar a atitude fora da sua eventual (criada por nós) expressão semiótica (motivos, objetivos, estímulos, graus de assimilação, etc.)” (Bakhtin, 2016, p. 87). A partir dessa identificação, poderemos compreender quais compromissos se estabelecem uma vez que estes motivos e objetivos são explicitados pelos autores, e poderemos então analisar tais compromissos e contrastá-los com a perspectiva que desenvolveremos ao longo de todo o trabalho, da busca por um *Ensino de Física Ativista Transformador*.

Nessa busca, ao longo da tese, discutiremos a perspectiva do ensino em e sobre ciências entendendo que esta se estabelece nas relações entre HFC, NdC e ensino, sendo essa nossa ênfase, de modo que existem diversas outras relações que podem ser aprofundadas, principalmente no que diz respeito à esse grande objetivo dessa perspectiva em construir uma **imagem** de ciência para ser **transmitida** para professores e estudantes. Por exemplo, essas relações com HFC e NdC na busca por uma maior contextualização do ensino de Física aparecem também no campo de pesquisa em Ensino de Física em discussões sobre Física Moderna e Contemporânea (FMC), Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), Alfabetização Científica, Experimentação, dentre outras. Certamente, cada uma delas com suas especificidades, mas em certa medida todas se conectando com a defesa por um ensino *contextualizado*. Como discutiremos, uma das peculiaridades principais das relações entre HFC e NdC é que delas emerge a discussão de que essa contextualização do ensino seria efetivada quando se investisse não apenas no ensino *em* mas também *sobre* ciências, entendendo que esse “sobre” está relacionado às discussões sobre a Natureza da Ciência, de onde seria possível (supostamente), com auxílio da História e Filosofia da Ciência, construir uma *imagem* da atividade científica e *transmiti-la* por meio da prática educativa.

Nessa perspectiva, a fim de melhor elucidar o que aqui defenderemos ao longo de todo o trabalho, colocamos a nossa **tese**: *Desde a emergência da perspectiva do ensino em e sobre ciências no Brasil, os esforços para tornar o ensino de Física cada vez mais contextualizado apresentam ideias sobre a atividade científica e concepções sobre o desenvolvimento humano e os processos de ensino-aprendizagem compromissadas com perspectivas cognitivistas, transmissivas e passivas, portanto ultrapassadas, em todos os âmbitos, pautadas numa defesa de que é necessário criar previamente uma imagem de ciência consensual para ser transmitida aos estudantes. Enquanto a defesa pela construção de uma **imagem de ciência** falha principalmente nas dimensões axiológicas, epistemológicas e ontológicas, a necessidade de uma **transmissão***

dessa imagem, de forma passiva, não se sustenta seja politicamente e eticamente, tampouco do ponto de vista educacional. Argumentamos que a superação desse compromisso **cognitivista, transmissivo e passivo** só é possível, nesse momento histórico, a partir da construção de um Ensino de Física comprometido com uma perspectiva **transformadora** de desenvolvimento humano, onde as dimensões políticas, éticas, ontológicas e epistemológicas não são dicotomizadas, mas envolvidas em uma perspectiva **ativista** de ensino-aprendizagem-desenvolvimento. Assim, defendemos que a superação do problema da contextualização da atividade científica no ensino de Física poderia emergir a partir da conceitualização teórica de um compromisso axio-onto-epistemológico com perspectivas politicamente ativistas transformadoras de desenvolvimento humano. Ou seja, precisamos de um **Ensino de Física Ativista Transformador**.

Para desempenhar essa busca, apresentaremos na sequência nosso **problema de pesquisa**, nosso **objetivo** geral e nossos **objetivos específicos**. Nosso problema de pesquisa, colocado como a pergunta: *A que e a quem serve a perspectiva do ensino em e sobre ciências no campo de pesquisa em Ensino de Física brasileiro?* poderá ser respondido se alcançarmos nosso objetivo geral de *compreender quais os compromissos axio-onto-epistemológicos do ensino em e sobre ciências no campo de pesquisa em Ensino de Física brasileiro*. Esse objetivo geral é constituído dos objetivos específicos que envolvem **identificar e analisar**:

- a. O que é tomado pelo ensino *em e sobre* ciências como conjunto de **problemas** a serem resolvidos
- b. O que é considerado, pelo ensino *em e sobre* ciências como **referencial** (teórico-metodológico) para servir ao campo de pesquisa em Ensino de Física e quais as **estratégias** para solução do que é apontado como conjunto de problemas
- c. Quais (e como) são explicitados, pelo ensino *em e sobre* ciências, os problemas que são considerados como já **resolvidos** (ou superados)
- d. Se e como estes enunciados se conectam entre si constituindo gêneros do discurso do campo de pesquisa em Ensino de Física
- e. Se e como estes enunciados no contexto brasileiro dialogam com pesquisas relacionados ao ensino *em e sobre* ciências no exterior
- f. Quais as perspectivas de futuro emergem a partir do ensino *em e sobre* ciências e, se e como, elas relacionam-se com perspectivas transformadoras de desenvolvimento humano.

Assim, organizamos os capítulos de modo que no primeiro capítulo discutiremos nossos pressupostos *ideo-metodológicos*, que consistem em desenvolver teoricamente a perspectiva *ativista transformadora*, especialmente situando-a em âmbito da necessidade de uma educação que seja, por princípio, anticapitalista. No segundo capítulo, organizando-se na dinâmica da *denúncia* ao *anúncio*, defenderemos que, até o presente momento histórico, o campo de pesquisa em Ensino de Física assumiu compromissos axio-onto-epistemológicos que mais favoreceram a manutenção da hegemonia capitalista do que o desenvolvimento de possibilidades concretas para sua superação, o que estamos chamando de *Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo* e que precisa ser superado. Nessa mesma dinâmica, no terceiro capítulo, sustentaremos a denúncia feita no segundo capítulo por meio de um trabalho empírico de mapeamento do campo de pesquisa em Ensino de Física por meio dos textos sobre a perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências. A leitura desses textos, tomados a partir da perspectiva bakhtiniana como *enunciados estabilizados*, nos permitem compreender e explicitar quais os compromissos axio-onto-epistemológicos assumidos pelos autores dos textos. No quarto capítulo, após termos feito a denúncia e a sustentado empiricamente, desenvolveremos o nosso anúncio, por meio das possibilidades concretas de superação do Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo. Estas possibilidades, enquanto anúncio, serão por nós apresentadas na perspectiva do que estamos entendendo ser a luta por um *Ensino de Física Ativista Transformador*.

Desta forma, nosso principal interesse é defender a necessidade de que o campo de pesquisa em Ensino de Física assuma outros compromissos, diferentes daqueles assumidos até esse presente momento histórico, que são cognitivistas sobre como as pessoas aprendem, transmissivos sobre como as pessoas ensinam e passivos sobre como as pessoas agem no mundo com o que aprendem-ensinam. Em outras palavras: nossa tese, que será aqui apresentada, envolve considerar, a partir de uma perspectiva anticapitalista, a necessidade de assumir compromissos axio-onto-epistemológicos comprometidos com um *Ensino de Física Ativista Transformador*.

1. Capítulo 1 - Pressupostos ideo-metodológicos: educação anticapitalista e perspectiva ativista transformadora de desenvolvimento humano

*“If we don't take the action now
We settle for nothing later
Settle for nothing now
And we'll settle for nothing later”*

Settle For Nothing - Rage Against The Machine

Neste capítulo, iremos apresentar e discutir uma série de pressupostos *ideo-metodológicos* que aqui organizados têm a função de nos ajudar a responder às seguintes perguntas: (i) *de onde falamos?* e (ii) *o que falamos?*. Inspirados por Freire e entendendo que precisamos ir da *denúncia* ao *anúncio*⁵, buscaremos, por meio das respostas a essas perguntas, expôr quais são as principais bases teórico-metodológicas que nos dão suporte. Discutir estas bases nos permitirá tecer nossas críticas, ou seja, construir nossa *denúncia* (capítulos 2 e 3) para que possamos semear o caminho em direção às nossas proposições, ou seja, nosso *anúncio* (capítulo 4).

Entretanto, antes de responder essas perguntas, outra questão precisa ser posta e devidamente respondida. Mesmo considerando que esse capítulo não se pretende ser nada além do que um tradicional capítulo de tese onde se discutem os “pressupostos teórico-metodológicos”, não podemos nos furtar de responder, por meio de uma discussão breve que aqui faremos em tom de apresentação do capítulo, a questão que imaginamos que possa ser colocada: *por que nossos pressupostos são ideo-metodológicos?*. Começaremos por essa questão pois entendemos que a (tentativa de) respondê-la nos ajuda com as duas primeiras, pois os nossos pressupostos não estão de forma alguma desconectados *de onde falamos* tampouco *daquilo que falamos*.

A perspectiva ideo-metodológica é explicitada por Camillo (2019), em um trabalho onde o autor, baseado em sua tese de doutorado (Camillo, 2015), discute as possibilidades de autoria na Educação em Ciências. Possibilidades essas que partem de uma posição que é, ao mesmo tempo, dialeticamente conectada com (pelo menos) uma concepção de *ideologia* acerca das funções historicamente atribuídas à Educação em Ciências e de (pelo menos) uma concepção de *método* acerca de como estas funções podem ou não ser efetivadas nas práticas educativas com

⁵ Camillo (2015, p. 166) também inspirado em Freire muito bem destaca que “[a]mbos, anúncio e denúncia, não são, de modo algum, palavras vazias, mas o contrário, compromisso histórico fundados numa análise da realidade concreta a partir da qual se busca a transformação e a instauração de novas práticas sociais”. Portanto, o movimento de ir da denúncia ao anúncio tem aqui, para nós, dimensão de *compromisso com o futuro que se constrói no presente*.

conteúdo científico. Essa ideologia envolve defender, por exemplo, que os processos de produção/consumo de conhecimento, a própria ciência, não está desconectada das atividades humanas, “tampouco está isenta de ideologias, intencionalidades e valores, inerentes a todas às práticas humanas” (Camillo, 2015, p. 182). Nessa perspectiva, não é como se fatores ideológicos, culturais, históricos, políticos, dentre outros, fossem “externos” e pudessem “influenciar a ciência”; estes são co-constitutivos daquilo que entendemos por ciência e também pelo que entendemos e praticamos como sendo Educação em Ciências⁶.

Na perspectiva da ideo-metodologia, todos pressupostos teórico-metodológicos são, sem exceção, um conjunto de pressupostos ideo-metodológicos, que muitas vezes apresentamos, seja de forma mais implícita ou explicitamente, como “compromissos de atividades em que nos envolvemos continuamente e compreendemos possibilidades de justiça social e transformação da realidade” (Camillo, 2019, p. 96, tradução nossa). Essa perspectiva desafia os cânones positivistas de uma ciência que poderia, por si só, ser o único critério de verdade, como se a verdade pudesse ser compreendida fora das atividades humanas, o que é uma falácia (Garcia *et al.*, 2020) e como se exatamente a mesma ciência que temos hoje pudesse ser reformulada em qualquer lugar do mundo, em qualquer momento histórico e qualquer cultura (Camillo, 2015).

Dito isto, podemos responder as duas primeiras questões aqui de forma muito breve e, ao longo do capítulo, fundamentar essa resposta com diversos autores e perspectivas que nos dão suporte, de modo que a resposta se torne menos breve mas também mais completa. Sendo assim, (i) pode ser respondida como: *falamos de uma perspectiva onde o Ensino de Física pode ser compreendido como ferramenta de emancipação humana se e quando for tomado como processo-projeto pautado numa ideologia anticapitalista*. Assim, (ii) pode ser respondida como: *entendemos que para que o Ensino de Física assim se desenvolva, é necessário uma análise dos compromissos assumidos historicamente por esse campo, até o presente momento⁷, de modo que*

⁶ Cabe destacar que, mesmo que nesse trabalho estejamos concentrando nossa atenção mais especificamente ao campo de pesquisa em Ensino de Física, entendemos que nos encontramos posicionados na grande área da Educação em Ciências. Assim, mesmo que nossas contribuições carreguem a especificidade do Ensino de Física, podem ser compreendidas também como contribuições que, dadas as proporções devidas, podem servir de forma geral à Educação em Ciências.

⁷ É importante destacar que, ao analisar os compromissos assumidos pelo campo de pesquisa em Ensino de Física até o presente momento histórico não estamos inferindo que estes sejam a totalidade de *todos* os compromissos assumidos desde sempre, apenas que, dentro da totalidade que estamos analisando (a perspectiva do ensino *em e sobre* ciências) existem ênfases em determinadas perspectivas, referenciais, objetos e motivos e não em outras, fazendo com que seja possível entender esses compromissos assumidos como sendo parte de um ethos - que como argumentaremos no segundo capítulo, trata-se de um ethos de adaptação e passividade.

nosso método envolve analisar esses compromissos expressos nos enunciados estabilizados neste campo de pesquisa, buscando assim compreender os compromissos assumidos. Essas respostas dialeticamente se conectam, constituindo nossos pressupostos ideo-metodológicos.

Nossas respostas explicitam de forma mais breve o que aprofundaremos ao longo deste capítulo: nossos *compromissos* com o campo de pesquisa em Ensino de Física e também com a educação de forma geral, tanto básica quanto superior, uma vez que nessa perspectiva ideo-metodológica:

a discussão em torno da prática educativa desloca-se de “quem produz conhecimento versus quem apropria conhecimento” para **qual função** e **quem estão servindo** os conhecimentos que estão sendo consumidos e produzidos nas mais diversas esferas da vida humana (Camillo, 2015, p. 200, grifos nossos).

Em outras palavras, nossos compromissos que aqui neste capítulo serão explicitados visam sustentar nossa discussão sobre *a que* e *a quem* serve nosso enfoque de pesquisa (a perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências) do campo de pesquisa em Ensino de Física. Assumindo nossos compromissos, ideo-metodologicamente poderemos analisá-los, sendo estes expressos nos enunciados, de modo que poderemos compreender estes compromissos assumidos até o presente momento histórico pelo campo.

Na próxima seção, discutiremos a perspectiva anticapitalista por meio de seu desenvolvimento no nosso campo de atuação, em âmbito da busca por uma educação anticapitalista⁸.

1.1 Educação anticapitalista e possibilidades concretas de emancipação humana.

Quando enunciamos a necessidade pela busca de uma educação anticapitalista alguns questionamentos podem emergir em relação à essa adjetivação, sugerindo alguma especificidade que precise ser explicada. Além disso, parte-se do pressuposto que essa educação que queremos, dadas essas especificidades, se insere em um movimento amplo contra a hegemonia capitalista que não depende unicamente da educação - mas que também não se concretizará apartado dela.

⁸ Cabe destacar que essa educação anticapitalista que queremos envolve também os posicionamentos (e compromissos) com esta se construir sendo antirracista, anticapacitista, contra toda forma de violência de classe, raça ou gênero, contra toda forma de violência em relação às diferentes orientações sexuais, etc. Em suma, uma educação que se estruture de forma contra-hegemônica e que entende que a derrubada do capitalismo envolve, em certa medida, o desmantelamento de todas as outras estruturas de poder, dominação e exploração.

Nesse sentido, teríamos a tarefa de caracterizar esse movimento anticapitalista para que as especificidades de uma educação inserida nesse movimento fizesse sentido.

Entendemos que o movimento anticapitalista é amplo e envolve diferentes lógicas estratégicas (Wright, 2019) e que tentar caracterizá-lo aqui e analisá-lo profundamente resultaria em outro trabalho. No entanto, uma vez que a perspectiva anticapitalista constitui-se como uma das bases dos nossos pressupostos ideo-metodológicos, nos apoiaremos na resposta de Wright (2019) à pergunta “por que ser anticapitalista?”. Esta resposta nos serve, em certa medida, como uma espécie de “definição” de anticapitalismo:

[P]rimeiro, um outro mundo é, de fato, possível. Segundo, que ele pode melhorar as condições para o desenvolvimento humano da maioria das pessoas. Terceiro, que os elementos desse novo mundo já estão sendo criados no nosso mundo atual. E, finalmente, que há formas de caminharmos até esse novo mundo (Wright, 2019, p. 25).

Ainda que estes argumentos nos sejam, ao menos por ora, suficientes, iremos discutir ao longo desta seção um pouco mais sobre o que entendemos por educação anticapitalista. Como nosso interesse central é no campo de pesquisa em Ensino de Física e como este se conecta com a grande área de Educação em Ciências, esse entendimento nos ajudará a discutir as possibilidades concretas de emancipação humana por meio da Educação em Ciências (Camillo, 2015).

Desta forma, entendemos que enquanto pressuposto ideo-metodológico, a busca por uma educação anticapitalista envolve um *modo de ser no mundo*, uma *postura*, mas não apenas como “postura moral perante os males e as injustiças do mundo em que vivemos, mas como uma **postura prática** em direção à construção de uma alternativa em prol do desenvolvimento da humanidade” (Wright, 2019, p. 25-26, grifos nossos). Essa postura é, portanto, uma perspectiva de futuro⁹ que assumimos - um dos nossos *compromissos* - com a construção de uma Educação em Ciências anticapitalista e revolucionária.

A busca por essa construção de uma educação anticapitalista faz parte desse compromisso que, por ser anticapitalista, está envolvido com a busca por igualdade/justiça, onde “*todas as pessoas teriam amplo igual acesso aos meios materiais e sociais necessários para viver uma vida plena*” (Wright, 2019, p. 33, *itálicos no original*). Vida plena essa que, muitas vezes tratada em

⁹ É nesse sentido precisamente em relação à uma postura ativa sobre o futuro, construído a partir do presente, que a busca por uma educação anticapitalista também envolve as discussões sobre *agência* que faremos ao longo de todo este capítulo.

relação a melhores condições materiais de (re)produção da vida mas que não passa impune de que uma destas condições seja uma educação pública, gratuita e de qualidade. Como bem já destacaram, Marx e Engels (2024) no *Manifesto do Partido Comunista* o movimento contra a hegemonia de poder da classe burguesa é também uma luta por outra educação possível:

E a sua educação?! Não é ela também social e determinada por condições sociais sob as quais você educa, por intervenção, direta ou indireta, da sociedade, nas escolas etc.? Os comunistas não inventaram a intervenção da sociedade na educação. Eles procuram alterar o caráter dessa intervenção e resgatar a educação da influência da classe governante (Marx; Engels, 2024, p. 53).

Nesse sentido, cabe destacar novamente que estamos cientes de que não destruiremos o capitalismo apenas “de dentro da educação” mas que sem ela essa destruição não é possível nem de ser envisionada, muito menos sistematicamente planejada e executada. É nesse sentido que aquilo que chamamos de “educação anticapitalista” se pretende como um amplo movimento de superação da ordem vigente; da superação da hegemonia da burguesia e de seu poder de dominação e exploração da classe trabalhadora. Essa superação, como discutiremos na sequência, uma vez que nosso objetivo aqui é envolvê-la por meio da educação, se conecta com o objetivo de tomar a Educação em Ciências como ferramenta de emancipação humana.

Certamente um dos mais importantes referenciais, que aqui também constitui nossos pressupostos ideo-metodológicos, é Paulo Freire (1921-1997). Tomando como uma de muitas tarefas a caracterização (e superação) do que o autor chamou de “educação bancária”, Freire (2022)¹⁰ faz diversas contribuições a respeito da educação como ferramenta de emancipação humana. Uma de suas contribuições nesta obra é a de caracterizar que as situações de opressão (às vezes tratadas por Freire como “situações-limite”¹¹) não podem ser resolvidas atuando apenas em um dos “pólos” do sistema de opressão - seja apenas na figura do oprimido ou na do opressor. Para Freire (2022), a educação só pode servir como prática de libertação dos oprimidos da

¹⁰ Aqui mencionamos “Pedagogia do Oprimido” sendo essa uma das principais obras de Freire e a que mais influenciou a constituição dos nossos pressupostos ideo-metodológicos, como será trabalhado ao longo de toda a tese. No entanto, vale lembrar, a discussão sobre “educação como ferramenta de emancipação” é feita por Freire em toda sua obra, não apenas nesse livro, mas em outros, como em “Educação como prática da liberdade”, por exemplo.

¹¹ As “situações-limite” seriam aquelas que parecem, ao menos inicialmente, insuperáveis, como se os oprimidos nada pudessem fazer em relação a elas. São aquelas que podem, ainda, suscitar posicionamentos fatalistas em relação à realidade, reconhecidos, por exemplo, em expressões como “mas isso sempre foi assim, não há nada que possa ser feito”. Esse conceito, Freire (2022), empresta de Álvaro Vieira Pinto, e discute a necessidade de se construir *inéditos viáveis* para superar as situações-limite enfrentadas pelos oprimidos.

situação de opressão quando forem libertados estes juntamente aos opressores. Nesse sentido, uma das primeiras tarefas que nos é colocada pela pedagogia freireana é o de reconhecermos as situações-limites do nosso tempo histórico:

Dessa forma, o próprio dos homens [*sic*] é estar, como consciência de si e do mundo, em relação de **enfrentamento** com sua realidade em que, historicamente, se dão as “situações-limite”. E este enfrentamento com a realidade para a superação dos obstáculos só pode ser feito historicamente como historicamente se objetivam as “situações-limite” (Freire, 2022, p. 126, grifos nossos).

É precisamente nesse sentido que aqui entendemos que a principal situação-limite em que nos encontramos nesse momento histórico é a de *ainda* estar vivendo sob a égide do capitalismo, de modo que essa situação se articula com um amplo sistema de dominação e exploração que, repetimos, por mais que não irá se resolver apenas “de dentro” do campo da educação não se resolverá apartado desse campo. Essa é uma percepção crítica e necessária, principalmente quando consideramos que quando essa “se instaura, na ação mesma, se desenvolve um clima de esperança e confiança que leva os homens [*sic*] a se empenharem na superação das ‘situações-limite’” (Freire, 2022, p. 126). Ou seja, considerar que o capitalismo precisa ser superado e que a educação deve constituir-se, retroalimentando (e retroalimentada por) essa superação é o primeiro compromisso que precisamos assumir quando defendemos que a educação possa concretamente vir a ser ferramenta de emancipação humana.

Uma vez que neste trabalho nossos compromissos se relacionam especificamente com o campo de pesquisa em Ensino de Física e, de forma geral, com a grande área da Educação em Ciências, buscamos suporte também em Camillo (2015) para a constituição dos nossos pressupostos ideo-metodológicos. O autor discute sobre as possibilidades concretas de emancipação humana por meio da Educação em Ciências, por meio de uma articulação entre as possíveis relações entre as perspectivas vigotskiana e freireana, discutindo as bases para a constituição de uma *Filosofia da Educação em Ciências* (ibid.). Com essa filosofia, o autor faz contribuições para que a Educação em Ciências possa ser tomada como um projeto consciente de transformação, de modo que os dualismos entre produção e consumo de conhecimento e apropriação e objetivação de conhecimento, dualismos estes que desconectam o ensino-aprendizagem das ciências do processo de construção coletiva das individualidades humanas, possam ser superados (ibid.). Desse modo, a contribuição de Camillo (2015) para a

constituição de uma Filosofia da Educação em Ciências “se dá à medida que compreende o processo de desenvolvimento humano numa perspectiva histórica e concreta” (ibid., p. 211-212), o que permite entendermos os processos pelos quais os seres humanos, por meio do *trabalho* coletivo, tomando “a práxis como fundante do mundo humano, a fim de captar de maneira unitária os processos de tornar-se humano, conhecer a realidade e transformar esta mesma realidade” (ibid.) podem emancipar-se. É nesse sentido que a Educação em Ciências passa a tornar-se um processo/projeto de emancipação humana de forma consciente:

Assim, uma educação em ciências com potencial humanizador só existe na medida que esteja vinculada a um projeto mais amplo de emancipação humana na sua totalidade (nas suas diversas dimensões, econômica, política, cultural etc.), ou seja, na perspectiva de superação do capitalismo e do modo exploratório de reprodução social (Camillo, 2015, p. 208).

Camillo (2015) também problematiza a discussão sobre “ciência como construção humana”, apontando que essa é, historicamente, uma discussão feita por vários grupos que compõem a grande área de Educação em Ciências. Entendemos que dentre esses grupos estão aqueles que trabalham com HFC e NdC, de modo que esse é um dos motivos que nos leva a tomar a perspectiva do ensino *em e sobre* ciências como nosso enfoque de pesquisa, uma vez que nela a discussão sobre ciência como construção humana, muitas vezes, é reduzida apenas à dimensão puramente epistêmica, onde essa discussão é repetida como um consenso, amplamente aceito entre aqueles que trabalham com essa perspectiva (Garcia; Camillo, 2021a). Nesse sentido, aquilo que se entender por “ciência”, “conhecimento” e, em muitos casos, “verdade”, é discutido na perspectiva do ensino *em e sobre* ciências mas, como discutiremos ao longo de toda a tese, não é feita para além de uma *tendência consensualista* (ibid.) presente na área. A partir da perspectiva de tomar a Educação em Ciências como ferramenta de emancipação humana como um de nossos pressupostos ideo-metodológicos, estamos assumindo que é preciso compreender que “o conceito de verdade não pode ser formulado à margem da possibilidade concreta de emancipação do ser humano, da transformação social visando a superação das relações de opressão” (Camillo, 2015, p. 182). Relações de opressão essas que são incentivadas, mantidas e expandidas por meio do modo de produção capitalista, de modo que se faz (urgentemente) necessário questionar *a que e a quem* servem essas relações:

Além disso, ao tomar a práxis como fundante da realidade humana, de maneira que toda atividade está contribuindo para algo que acontece no mundo, a discussão acerca da relação entre o ensino-aprendizado dentro da escola e sua aplicação no mundo fora da escola desloca-se da “existência ou não” desta relação para “a quem ou ao que” esta relação está servindo e contribuindo, ou seja, desloca-se para **o lugar ocupado na totalidade das práticas humanas** (Camillo, 2015, p. 206, grifos nossos).

Essa discussão de olhar para a educação considerando o trabalho humano, a práxis, como fundante da realidade é discutida também por Tonet (2020), em seu livro *Educação contra o capital*. O autor discute que essa consideração é, na verdade, uma exigência ontológica quando se trabalha na perspectiva marxista, uma vez que esse entendimento sobre trabalho, “entendido como o intercâmbio do homem [*sic*] com a natureza através do qual o homem transforma a natureza para adequá-la à satisfação das suas necessidades e, ao mesmo tempo, transforma a si mesmo” (Tonet, 2020, p. 49) é um pressuposto também ontológico. Nesse sentido, esse pressuposto considera, ao mesmo tempo, a transformação da natureza e dos seres humanos como um processo unitário, geneticamente conectado, e cultural-histórico, no sentido que esse processo se desenvolve no interior das práticas humanas colaborativas - nas *atividades* humanas.

Desta forma, as funções sociais atribuídas - e em certa medida, esperadas - com a educação quando essa é tomada nessa perspectiva envolvem muito mais do que a ideia de “armazenar” e “transmitir” conhecimento. A educação tomada como processo/projeto de emancipação humana envolve uma disputa política, classista, pois “a educação, seja ela em sentido amplo ou em sentido restrito, é determinada - em sentido ontológico e não mecânico - pela forma do trabalho” (Tonet, 2020, p. 50). Essa determinação suscita essa disputa, pois se é a classe dominante que, independente de quais sejam as expectativas que a classe dominada têm em relação à educação, é quem dita as regras e as formas com a qual o trabalho educacional é estruturado, precisamos estar alertas para o fato de que “a forma dominante no processo de trabalho também será a forma dominante no processo educativo” (ibid.). É precisamente nesse sentido que Freire (2022) constrói as bases de uma pedagogia do oprimido, no sentido que não serve apenas esperar, de maneira até ingênua, que a classe dominada se empenhe para que a educação sirva como processo/projeto de emancipação; uma vez que a classe oprimida se emancipasse, já não seria mais oprimida.

É nesse sentido que a busca por uma *educação anticapitalista* se conecta com o amplo movimento de luta pela educação como *ferramenta de emancipação humana*, de modo que essa conexão forma a base da argumentação que estamos defendendo nessa seção - e que de certa

forma perpassa toda a tese. Essa conexão não se dá de maneira mecânica, mas é uma exigência axio-onto-epistemológica, na medida em que parte de (pelo menos) um conjunto específico de valores, de (pelo menos) uma ontologia e de (pelo menos) uma epistemologia, sendo que estas não estão apartadas, de forma alguma, de uma ideo-metodologia anticapitalista. É nesse sentido também que a busca por uma educação anticapitalista difere das propostas politicamente domesticadas como “educação para a cidadania”, por exemplo, que muitas vezes tomam a noção de “cidadania” como algo abstrato, desconectado da luta política por uma outra realidade que não seja a que vivemos, da sociabilidade capitalista:

A cidadania não só não se opõe à propriedade privada, origem da desigualdade social, como ela a pressupõe. Formar para cidadania significa, pois, formar para viver na sociedade capitalista, aceitando-a como a melhor forma possível da sociabilidade e da liberdade humanas (Tonet, 2020, p. 69).

Da mesma forma, “emancipação humana” só pode ser tomada de forma concreta se for comprometida com a perspectiva de superação do capitalismo, caso contrário torna-se apenas um jargão, um “enfeite” para a educação que serve mais à manutenção do status quo do que luta pela sua superação:

Emancipação humana, no sentido marxiano do termo, é uma forma de sociabilidade na qual todos os indivíduos serão plenamente livres, isto é, uma forma de sociedade em que os homens [*sic*] serão, efetiva e o mais plenamente possível, senhores da sua história. Vale lembrar que só se é livre em sociedade; que indivíduo isolado, livre, nada mais é do que uma ficção (Tonet, 2020, p. 71).

É nesse sentido, novamente, que Camillo (2015) defende a Educação em Ciências como *ferramenta* de emancipação; não se trata de esperar que a educação assim se constitua, mas sim de lutar politicamente por essa constituição, disputando um futuro diferente daquele engendrado pelo capitalismo.

A perspectiva de tomar o trabalho como fundante da realidade humana é compartilhada, em certa medida, com referenciais marxistas, o que entendemos ser algo comum tanto à perspectiva vigotskiana quanto à freireana. Essa perspectiva se faz presente em diversos trabalhos que a tomam como fundamento ontológico e que são por nós aqui apropriados para a constituição dos nossos pressupostos ideo-metodológicos. Essa apropriação/objetivação é importante no nosso trabalho pois ajudará a compreender como as atividades humanas se estruturam e como a

colaboração entre os sujeitos destas atividades transforma a realidade, o que é essencial para que possamos conceitualizar os *compromissos* e operar com essa conceitualização¹² nas nossas análises da perspectiva do ensino *em e sobre* ciências.

Assim, tanto a perspectiva vigotskiana quanto a freireana são constituintes dos nossos pressupostos ideo-metodológicos, de modo que estas não se desconectam da ampla tarefa de tomar a Educação em Ciências como ferramenta para emancipação humana, sendo que essa emancipação, como argumentamos nesta seção, não se constituirá sem uma orientação ideo-metodológica que seja anticapitalista. Entendemos que ambas as perspectivas são amplas e não podem ser reduzidas apenas a um referencial específico ou linha de pesquisa, mas que em alguns destes referenciais podemos encontrar suporte à constituição dos nossos pressupostos. Entendemos que a perspectiva vigotskiana é por nós apropriada por meio do contato com a perspectiva da Teoria da Atividade Cultural-Histórica, enquanto que a perspectiva freireana é por nós apropriada por meio do contato com a Pedagogia Freireana (principalmente nas discussões contidas em “Pedagogia do Oprimido”). Estas apropriações, nos ajudam a produzir objetivações específicas que constituem nossos pressupostos ideo-metodológicos.

Portanto, para discutir mais sobre essas apropriações/objetivações, diante do exposto até aqui, na próxima seção exploraremos mais as relações entre a Teoria da Atividade Cultural-Histórica e a Pedagogia Freireana, nos apoiando em alguns pressupostos e conceitos de ambos os referenciais, especialmente na formulação do que Camillo (2015) chamou de *Atividade Potencial*. A perspectiva da Atividade Potencial nos ajudará a conceitualizar esses pressupostos na próxima seção e, adiante, na seção 1.4, retomaremos ela para a conceitualização do que estamos entendendo por *axio-onto-epistemologia*.

1.2 Atividade Potencial: contribuições das relações entre Teoria da Atividade Cultural-Histórica e Pedagogia Freireana para a Educação em Ciências.

Camillo (2015) desenvolve a Atividade Potencial a partir da tarefa de formular uma perspectiva que seja fundamentada em uma ontologia histórica para o desenvolvimento humano, o que consequentemente envolve as contribuições desta perspectiva para o campo da educação, nesse caso especificamente para a Educação em Ciências. Essa ontologia histórica se pauta na

¹² Conceitualização essa que, após discutirmos aqui as bases que fundamentam nossos pressupostos, será discutida de forma detalhada na seção 1.4.

necessidade de “superar as concepções idealistas acerca do desenvolvimento humano, segundo as quais a essência humana, supostamente eterna e imutável, residiria fora da história e não estaria sujeita às transformações que ocorrem na esfera fenomênica da realidade” (ibid, p. 140). Essa perspectiva, portanto, comprometida com a formulação de uma ontologia histórica que tratasse o desenvolvimento humano de forma radical - pela raiz, fundada nos processos de conhecer/transformar o mundo (Stetsenko, 2008a) - é desenvolvida tomando o *problema* como categoria fundamental. Ou seja, assumindo que o problema é “motor do desenvolvimento humano e da emergência das atividades que se constituem do tecido da vida humana” (Camillo, 2015, p. 143).

Com a perspectiva da Atividade Potencial, Camillo (2015) apresenta também uma concepção sobre a realidade que é, ao mesmo tempo, suas condições de transformá-la. Nessa discussão, o autor trata a realidade como necessariamente (ou essencialmente) problemática, de modo que “é a própria natureza do problema na sua existência objetiva, que não existe necessariamente na consciência individual” (ibid., p. 142). Ou seja, essa natureza se expressa por meio de problemas em (pelo menos) três dimensões: (1) como **problema-em-si**, que é “a dimensão objetiva do problema, que emerge no mesmo processo de desenvolvimento da humanidade” (ibid., p. 142) e que possui dimensão **genética-estrutural**, dialeticamente conectada. Genética porque envolve os processos por meio dos quais o problema emergiu historicamente e que se apresenta como necessidade de superação. Estrutural porque não se apresenta como essa necessidade em qualquer lugar, tampouco em qualquer momento histórico, nem qualquer sociedade e cultura. Ou seja, emerge como problema “dentro do conjunto de relações com outras partes do sistema/totalidade humana, do gênero humano” (ibid., p. 143). Enquanto o problema-em-si pode existir mesmo que não tenhamos consciência de sua existência, outra dimensão (2) em que o problema torna-se **problema-para-si** é “o processo pelo qual o problema a ser enfrentado passa a existir efetivamente como objeto da consciência individual” (ibid., p. 143) e onde ele é apropriado ao mesmo tempo que é objetivado, sendo possível de ser historicamente superado, pois tanto a conscientização de sua existência quanto sua superação só é possível “no interior das práticas concretas, nas quais a intencionalidade, o caráter teleológico da ação humana, desempenham um papel fundamental” (ibid., p. 142).

A partir do desenvolvimento destas duas categorias, Camillo (2015) formula uma ontologia histórica para o desenvolvimento humano, expressa por meio da categoria **Ontologia**

do ser mais. Essa categoria serve para “expressar, de forma concreta, as possibilidades de desenvolvimento humano em um dado momento histórico” (ibid., p. 143), tomando como tarefa “explicitar a possibilidade de que a história humana seja concebida como projeto consciente e não como fruto de forças alheias à própria humanidade” (ibid.). Ou seja, por meio dessa categoria, o autor desafia a ideia de que o capitalismo represente o ápice do desenvolvimento humano, como se tivéssemos chegado ao “fim da história”¹³, ao mesmo tempo que discute as possibilidades da atividade humana, o que inclui a atividade educacional, ser pensada (e concretamente desenvolvida) como **Atividade Potencial** que é “a atividade consciente de maior potencial humanizador num determinado momento histórico concreto” (ibid., p. 143).

É nesse sentido que a Atividade Potencial traz contribuições para a Educação em Ciências, bebendo nas fontes da Teoria da Atividade Cultural-Histórica e da Pedagogia Freireana. De forma resumida, a Teoria da Atividade Cultural-Histórica ajuda com a perspectiva de tomar o trabalho como fundante da realidade humana, enquanto a Pedagogia Freireana contribui na formulação dessa ontologia histórica a partir da discussão sobre a *vocação histórica do ser mais* (Freire, 2022). Essa vocação, nos diz Freire (2022, p. 40) é “negada, mas também afirmada na própria negação. Vocação negada na injustiça, na exploração, na opressão, na violência dos opressores. Mas afirmada no anseio de liberdade, de justiça, de luta dos oprimidos, pela recuperação de sua humanidade roubada”. Ou seja, o modo de produção da sociabilidade capitalista cria, constantemente, uma série de impedimentos concretos para que essa vocação seja efetivada, de modo que a educação, quando é “bancária”, torna-se um dos instrumentos que favorecem à manutenção e perpetuação dessa sociabilidade, que é o status quo. Ao mesmo tempo, é a partir da conscientização que tenham os oprimidos (e, de certa forma, os opressores) das situações de opressão é que podem, estes, tomarem a educação como possibilidade concreta de superação destas situações de opressão.

Para buscar aprofundar essa discussão sobre a vocação de ser mais, é importante entendermos que a Educação em Ciências pode se constituir como uma ferramenta para o desenvolvimento dessa vocação, combatendo os impedimentos concretos que o capitalismo nos impõe, por meio da conscientização dos sujeitos das atividades educacionais, por exemplo. Para isso, entendemos ser necessário explicitar alguns dos pressupostos da Teoria da Atividade

¹³ Apesar de não dispormos de espaço aqui para aprofundar essa discussão, a noção de “fim da história” é proposta por Francis Fukuyama e amplamente criticada em diversos trabalhos associados com uma ideologia anticapitalista (ver por exemplo Sheehan, 1998 e Stetsenko, 2016).

Cultural-Histórica (relacionados à *estrutura da atividade humana* e como essa nos subsidia com uma concepção *sobre* a realidade) e da Pedagogia Freireana (relacionados a como esses impedimentos concretos possuem uma estrutura pautada na dialética entre *opressores* e *oprimidos*). Buscando desenvolver esses pressupostos, faremos brevemente uma contextualização sobre a Teoria da Atividade Cultural-Histórica, bem como iremos apontar as relações que entendemos serem possíveis entre essa teoria e a Pedagogia Freireana.

A Teoria da Atividade Cultural-Histórica¹⁴ configura-se como um referencial amplo que emerge a partir da psicologia soviética do século XX, de tradição marxista, especialmente dos trabalhos desenvolvidos primeiramente por Vigotski, Luria e Leontiev e colaboradores e posteriormente em diversas outras partes do mundo, com diferentes tradições de pesquisa e pressupostos. Trata-se de um referencial que vem se expandindo nos últimos anos (Camillo; Mattos, 2019), sendo representado em uma série de periódicos, grupos e eventos próprios da área - como é o caso do *International Society of Cultural-historical Activity Research* (ISCAR) que acontece a cada dois anos. Cabe destacar, como bem aponta Camillo (2015), que não foi Vigotski sozinho que formulou o que hoje conhecemos como Teoria da Atividade, de modo que não se pode falar neste referencial sem mencionar que ele faz parte de uma “escola vigotskiana”, sendo constituído com contribuições de diversos pesquisadores, envolvidos com muitas outras escolas de pensamento e diferentes perspectivas.

Dentre os diversos temas pesquisados neste referencial, encontram-se discussões sobre a *mente* humana, *cognição*, *consciência*, *volição* - processos psicológicos de forma geral - e também suas implicações para os processos de ensino-aprendizagem e para uma conceitualização sobre *agência* e *desenvolvimento humano*, centrada em perspectivas relacionados ao campo da *Psicologia Desenvolvidora* e, como bem destaca Sannino e Engeström (2018), aos estudos sobre a *Pesquisa Desenvolvidora no Trabalho*¹⁵. A Teoria da Atividade, ao estudar esses processos psicológicos, discute que não existe uma “localização dentro do crânio” onde a mente humana repousa (Stetsenko, 2016). Muito pelo contrário, esse referencial defende que “a mente está em ações e atividades nas quais os humanos se envolvem com o mundo, **por meio de artefatos culturais**, como signos e ferramentas” (Sannino; Engeström, 2018, p. 44, tradução e grifos nossos). Dessa forma, a Teoria da Atividade “redireciona nosso olhar do que está acontecendo dentro do indivíduo para o que acontece entre os seres humanos, seus objetos e seus

¹⁴ Que pode ser abreviada também como “Teoria da Atividade” ou “Teoria da Atividade Sócio-Cultural-Histórica”.

¹⁵ Do original em inglês *Developmental Work Research* (DWR).

instrumentos quando eles buscam e mudam suas atividades coletivas intencionais” (ibid., tradução nossa).

Além disso, tão importante quanto entender onde “a mente está”, quando nos debruçamos sobre a questão do que a “mente é”, a partir da Teoria da Atividade, entendemos que “a mente é uma dimensão única da realização de atividades intencionais dentro da matriz de práticas sócio-materiais, colaborativas mediadas por ferramentas culturais e em contínua expansão ao longo da história” (Stetsenko, 2016, p. 271, tradução nossa). Em outras palavras, a cognição humana e a complexificação da consciência não podem ser reduzidos à atividade nervosa cerebral como totalidade última, mas desenvolve-se de maneira socialmente distribuída.

Sannino e Engeström (2018), assim como Stetsenko (2020a), destacam as raízes revolucionárias da Teoria da Atividade, que emergem ainda em âmbito de União Soviética num período de intensas revoluções, naquele que pode ser compreendido como um século de grandes revoluções. Sannino e Engeström (2018) explicam que ainda que a Teoria da Atividade comece a ser mais conhecida após a Segunda Guerra Mundial (1939-1945) por pesquisadores fora da Rússia, essas raízes revolucionárias precisam ser consideradas, principalmente porque um de seus fundadores, Vigotski, “estava bem ciente do fato de que ele estava vivendo em um período revolucionário” (p. 45, tradução nossa). Tanto Marx quanto Vigotski, como bem lembra Stetsenko (2020a, p. 16, tradução nossa), estavam comprometidos com uma perspectiva de transformação social, de modo que precisam ser considerados “como atores agentes de práticas comunitárias do mundo e da história de seu tempo, em vez de meramente espectadores simpáticos”, sendo a Teoria da Atividade um referencial forjado nessa perspectiva ativista transformadora, não como se seus fundadores estivessem “de alguma forma perseguindo questões abstratas dentro da torre de marfim da academia” (ibid.) mas ativamente comprometidos com essa transformação.

Analisando essa relação entre os primórdios da Teoria da Atividade com o momento histórico em que a Rússia enfrentava, logo após a grande revolução de outubro de 1917, Dafermos (2018) discute o engajamento dessa escola vigotskiana, principalmente de Vigotski, na construção não apenas de uma “psicologia socialista” mas de uma nova sociedade socialista. O autor destaca que Vigotski participava ativamente das atividades envolvendo o pós-revolução, tanto na constituição dessa nova psicologia quanto analisando os movimentos artísticos da época, como literatura e teatro, por exemplo. Além disso, Vigotski considerava-se um representante da

revolução russa. Dafermos (2018) destaca que, ao visitar Londres para um congresso em 1925, Vigotski entendia que estava compartilhando os conhecimentos produzidos nessa que seria uma grande nação socialista, que vinha se constituindo, com um esforço coletivo também de vários intelectuais, nesse período pós-revolucionário. O autor destaca que essa participação foi fundamental, pois diversos problemas (que envolviam inclusive crianças em situação de rua) eram tomados para serem resolvidos por meio de ações sociais que envolveram também esses intelectuais engajados com a transformação social. Nesse sentido, não se pode falar em Teoria da Atividade, e em nenhum outro referencial, sem que seja considerado o momento histórico - o *espírito da época* - tanto de seus primórdios quanto de seu desenvolvimento ao longo dos anos.

No entanto, não significa que estes primórdios da Teoria da Atividade em âmbito da revolução russa se desenvolveram de forma linear até chegar nos dias atuais, onde a Teoria da Atividade é amplamente conhecida e utilizada. Diferentes apropriações feitas desse referencial fora da Rússia, ao longo dos anos, produziram diferentes objetivações, que colocam a tarefa assumida, por exemplo por Bakhurst (2009), de analisar quais são e como contribuem para o desenvolvimento da teoria, um ponto importante a se considerar ao estudá-la. O autor discute que o desenvolvimento da Teoria da Atividade nas formulações de Engeström e colaboradores, por exemplo, diferem daquelas desenvolvidas nos primórdios da Teoria da Atividade de tradição soviética, principalmente no que diz respeito ao entendimento do conceito de *atividade* como categoria central. Para Bakhurst (2009), enquanto na tradição russa esse conceito possui um papel central no desenvolvimento filosófico de questões relacionadas à mente, na perspectiva de Engeström, tornou-se um método empírico para modelar sistemas de atividades. Não entraremos nas minúcias desse debate, mas cabe destacar que essa comparação pode ser um tanto vertiginosa, principalmente quando compreendemos que as apropriações/objetivações do grupo de Engeström da Teoria da Atividade ocorre em um momento histórico completamente diferente dos primórdios da teoria, bem como em uma tradição completamente diferente, tanto de como se entende o desenvolvimento humano e também da cultura, uma vez que esse grupo se inicia na Finlândia. Esse tipo de compreensão facilita o entendimento que, por exemplo, Sannino e Engeström (2018) fazem, inserindo-se como parte uma *tradição finlandesa*¹⁶ sobre a Teoria da

¹⁶ Cabe notar que isto não é um consenso, tampouco essa terminologia de diferenciar a “tradição finlandesa” de Teoria da Atividade é amplamente encontrada fora dos trabalhos de Engeström e colaboradores. Ela é inclusive, às vezes, questionada, sob o argumento de que a Teoria da Atividade “hoje é uma estrutura diversificada que consiste em várias correntes e tendências - não é fácil dividi-las por localização geográfica ou geração” (Stetsenko, 2021, p.

Atividade, ou mesmo analisando o desenvolvimento dessa teoria em quatro diferentes *gerações* (Engeström; Sannino, 2021).

A perspectiva de compreender a Teoria da Atividade a partir de uma análise dessas quatro gerações nos afasta um pouco da disputa em torno dessas diferentes tradições e nos aproxima mais dos nossos compromissos com esse referencial, de modo que essa análise geracional permite entender as diferentes *unidades de análise* utilizadas neste referencial ao longo dos anos bem como compreender, assim como já destacamos, sua expansão e seu desenvolvimento no campo da Educação em Ciências (Camillo, Rodrigues e Mattos, 2024). Ambos os pontos nos interessam, na medida em que compreender sua expansão nos ajuda a entender que o referencial continua sendo apropriado/objetivado em diferentes tradições e países - o que inclui o Brasil - enquanto entender suas diferentes *unidades de análise* nos ajuda a compreender como podemos fazer contribuições para a Educação em Ciências, a partir dos problemas concretos que esse campo de atividade humana possui.

Engajados na discussão sobre qual seria a unidade de análise da Teoria da Atividade, Camillo e Mattos (2014) argumentam que, neste referencial, a unidade de análise é a *atividade*. Isso significa dizer que nessa perspectiva não se pode analisar, por exemplo, um objeto em si, isolado, ou mesmo um sujeito em si, isolado, de modo que tanto sujeito quanto objeto são dimensões constitutivas de uma *totalidade complexa*, que possui uma estrutura que envolve muito mais do que apenas sujeito *versus* objeto. Ou seja, na Teoria da Atividade, não se pode analisar um objeto isolado ou um sujeito isolado principalmente porque estes não *existem* de maneira isolada. Um objeto é sempre uma *síntese de relações*¹⁷ - relações essas que se estabelecem nas atividades humanas. Nesse sentido, essa totalidade complexa é a atividade, pois “[m]ais do que um conceito abstrato, a atividade constitui-se da unidade básica da existência humana” (Camillo; Mattos, 2014, p. 215). Ao tomar a *atividade* como unidade de análise os reducionismos tradicionais presentes na *lógica formal* (sujeito *versus* objeto; mente *versus* corpo; apropriação *versus* objetivação, etc.) são desafiados e superados. A Teoria da Atividade se baseia

39, tradução nossa), até porque “mesmo dentro da Finlândia há mais de uma direção de pesquisa relacionada à CHAT [Teoria da Atividade Cultural-Histórica] e inspirada em Vygotsky” (ibid.).

¹⁷ Essa ideia será aprofundada sobretudo na seção 1.5, onde discutiremos os enunciados como objeto de análise. No entanto, cabe agora destacar, que tomar os enunciados como objeto de análise não vai contra essa perspectiva que estamos discutindo aqui. Muito pelo contrário: o texto, enquanto enunciado bakhtiniano, pode ser tomado como objeto de análise porque um objeto, na perspectiva da Teoria da Atividade, nunca é uma coisa isolada, mas é um processo que sintetiza nele - e explicita - as relações de apropriação/objetivação dos agentes das atividades onde estes enunciados foram produzidos. Ou seja, o objeto é uma *síntese de relações*.

numa *lógica dialética*, sendo que ao “adotar-se a atividade humana como unidade de análise, busca-se levar em conta toda a complexa estrutura cultural e histórica que sustenta, ao mesmo tempo, a formação do indivíduo singular e a formação do gênero humano” (ibid.). Essa estrutura dinâmica permite compreender que “não se pode conceber uma atividade que seja puramente individual (sem relação com o outro), pois mesmo quando um indivíduo realiza isoladamente sua ação, ele a faz mediado pela história humana objetivada e por ele apropriada” (ibid.). Ou seja, para além de apenas uma concepção “puramente analítica”, a Teoria da Atividade fornece subsídios para a constituição de *visões de mundo* que operam dialeticamente com a noção de *totalidade complexa*, de modo que permite que as análises sejam feitas a partir de *sistemas de atividades em interação* (Engeström, 2001; 2014) ou em *complexos de complexos de atividades* (Garcia, 2020). É nesse sentido que a Teoria da Atividade, na “sua fundamentação no método dialético de investigação mutuamente complementar e na perspectiva dialética da realidade no nível da visão de mundo” (Stetsenko, 2010, p. 70, tradução nossa) - o que fortalece nossa perspectiva dela como parte dos nossos pressupostos ideo-metodológicos - opera com o “movimento infinito e interpenetração de todo e qualquer aspecto da realidade, incluindo atividades de conhecer e teorizar” (ibid.). Em outras palavras: trabalhando com Teoria da Atividade podemos compreender (e agir sobre/com) a realidade como *processo* complexamente interconectados e não como *coisas* isoladas, de modo que esta é uma *concepção de realidade*.

Considerando portanto que essa análise geracional não se desconecta de como essas unidades de análise vão sendo transformadas ao longo dos anos, Engeström e Sannino (2021) discutem as quatro gerações da Teoria da Atividade baseadas justamente nessa transformação, de modo que esse entendimento é também uma concepção dialética de realidade como processo, que desafia as concepções reificadas (e retificadores) sobre a realidade (Camillo, 2015). Para discutir essa concepção analiticamente, Engeström e Sannino (2021) explicam que, naquilo que seria considerada a *primeira geração* da Teoria da Atividade, ainda em âmbito dos primórdios da teoria, com o trabalho de Vigotski e colaboradores, a unidade de análise era a *ação culturalmente mediada*, ou seja, a relação estabelecida entre *sujeito* e *objeto* mediada por instrumentos e com vistas ao que seria o *resultado* da atividade, que emergiria a partir dessa relação. Os autores explicam que mesmo que Vigotski tenha mencionado em alguns trabalhos a discussão sobre *sistemas de atividade* “ele não propôs ou conceitualizou a atividade como unidade básica de

análise” (Engeström; Sannino, 2021, p. 5, tradução nossa). Segundo os autores, foi Leontiev o responsável por essa conceitualização.

A partir do trabalho de Leontiev, já no que seria considerado por Engeström e Sannino (2021) como a *segunda geração*, a atividade é entendida como um “sistema relativamente durável no qual a divisão do trabalho separa diferentes ações orientadas para objetivos e as combina para servir a um objeto coletivo” (Engeström; Sannino, 2021, p. 5, tradução nossa). Ou seja, ainda em âmbito da segunda geração, entende-se que a atividade possui uma estrutura que envolve uma dinâmica entre ações e operações. Ainda que essa dinâmica continuará sendo de extrema importância para entender o que virá a ser considerada a *terceira geração*, cabe destacar, assim como faz Camillo (2011), a estrutura da atividade segundo Leontiev:

Ainda segundo Leontiev, a atividade é constituída de ações e operações que em diferentes níveis coordenam-se para gerar um nível superior na hierarquia, ou seja, as operações (relacionadas a condições instrumentais) quando coordenadas geram ações (com fins específicos), e estas quando coordenadas compõe a atividade (com seu motivo) (Camillo, 2011, p. 45).

Nesse sentido, cabe destacar também, que essa estrutura é dinâmica e não fragmentada, mesmo ainda em âmbito da *segunda geração*, principalmente porque a lógica dialética que fundamenta a Teoria da Atividade já se fazia como perspectiva constituinte da teoria nessa época. É nesse sentido que uma operação, por exemplo, pode ser compreendida como “atividades já internalizadas (realizadas de maneira mais automática, sem necessidade de deter-se atentamente a elas) e que dão suporte e modelam as ações que se situam no nível hierárquico superior” (ibid.). Ou seja, ao nosso ver, o mais importante das contribuições de Leontiev, envolve o esforço de teorizar sobre a *estrutura* da atividade humana.

Esse esforço ainda conta com mais uma contribuição importantíssima: entender a dinâmica com a qual as atividades se estabelecem em uma profunda relação entre o *motivo* e o *objeto* das atividades. Para Leontiev (2005), diferentemente da atividade animal, na atividade humana existe uma separação entre motivo e objeto:

Com o surgimento do trabalho, vemos a separação de unidades especiais dentro da atividade - **ação, direcionada para a realização de um objetivo**. Tal separação é possível especificamente porque a transição para um processo de trabalho significa ao mesmo tempo o movimento de um homem [*sic*] em direção à atividade conjunta, à atividade coletiva. A isso deve ser acrescentado (...) que ao longo do desenvolvimento e crescimento na complexidade do processo, **a coisa que estimula** o homem [*sic*] a agir,

que **não é a mesma coisa que o objeto para o qual a ação específica é dirigida**, não é absolutamente a coisa que satisfaz suas necessidades vitais naturais, como, por exemplo, a necessidade de comida. Esse tipo de conexão com a natureza, esse modo social de viver a vida, a vida social do homem [*sic*], em seu desenvolvimento leva ao seguinte fenômeno notável: acontece que o que pode emergir inicialmente e inicialmente historicamente, ao que parece, emerge como **o objetivo da ação, aquilo para o qual a ação é direcionada**, mas não é capaz de estimular a atividade em si mesma, é transformado em um novo, tipo humano de motivo (Leontiev, 2005, p. 64, tradução e grifos nossos).

De maneira geral, o mais importante aqui é compreender que a estrutura da atividade não pode ser compreendida fora da relação entre motivo e objeto, especialmente porque essa relação é uma das que caracteriza algo como atividade. Para sumarizar essa relação de maneira bem explicativa, Camillo e Mattos (2014) discutem que o motivo é o que *leva a fazer*, enquanto o objeto é *para que a atividade se dirige*. Desta forma, temos que:

O objeto é capaz de sintetizar o motivo da atividade. Os indivíduos, ao compartilharem a mesma atividade, estão vislumbrando conjuntamente a possibilidade de, no futuro, saciar suas necessidades - superar as contradições instauradas. Tal movimento gerará novas necessidades e contradições, o que proporciona a dinâmica da atividade humana (Camillo; Mattos, 2014, p. 216).

Leontiev (2005), ainda sobre essa separação entre motivo e objeto como estrutura dinâmica das atividades, explica que:

Você realiza algo porque é movido por algum motivo estranho que está fora da ação dada, mas você percebe essa ação, e pode acontecer e acontece que, no curso da própria ação, você percebe que está começando a agir não porque o motivo externo o estimule a fazê-lo, mas porque agora o próprio objeto, para o qual a ação é direcionada, acaba sendo interessante ou atraente para você. Você começou a ler um livro porque era necessário. Você continua a ler porque é interessante. Essa é a maneira mais simples de descrever essa mudança (Leontiev, 2005, p. 64, tradução nossa).

Engeström (2001; 2014), ao se apropriar das contribuições das gerações passadas, objetiva o que seria considerado um *modelo* para representar a estrutura da atividade. Com ele, Engeström (2014) nos oferece tanto uma complexificação da estrutura discutida nas gerações passadas que serve, ao mesmo tempo, como ferramenta para modelar atividades. Esse modelo, é representado por meio do triângulo da figura a seguir e apresenta uma nova estrutura para a atividade, ampliando as relações entre sujeito, objeto, ações e operações:

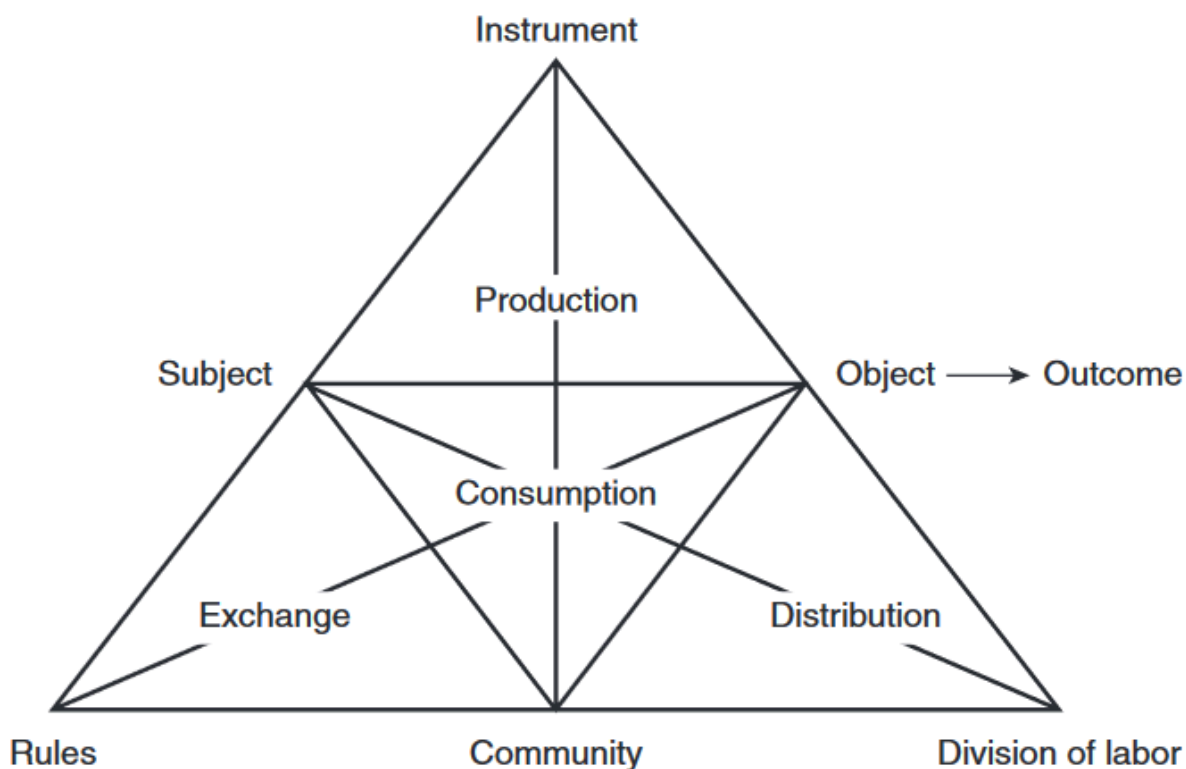


Figura 1 - A estrutura da atividade segundo Engeström (2014, p. 63).

Com esse modelo, Engeström (2014) consegue explorar essa estrutura, indo além de reduzir as interações humanas apenas a um esquema de estímulo-resposta. Não significa que esse esquema é abandonado pela Teoria da Atividade Cultural-Histórica, apenas que a atividade humana não se reduz a ele. Para compreender a estrutura da atividade humana precisamos, no mínimo, entender que ela possui essas múltiplas relações entre **sujeitos** e **objetos**, mediados por **instrumentos**, participantes de uma **comunidade** onde existem **regras** e onde a (re)produção de suas vidas, fundada a partir do trabalho, se organiza por meio da **divisão** deste. Nessa estrutura, as interações representadas por produção, consumo, troca e distribuição se interconectam, de modo que a atividade possui resultados que podem ser sintetizados nos objetos.

Assim, a defesa pela atividade como menor unidade de análise, dada sua estrutura e dinâmica, considera (dialeticamente), ao mesmo tempo, a formação do indivíduo (numa dinâmica onde apropriação e objetivação se conectam), sua participação no gênero humano e as formas pelas quais ele, colaborativamente com outros, transforma a realidade (Stetsenko, 2008a; Camillo, 2015). Essa discussão, com o que seriam as contribuições da *terceira geração*, introduz

também a ideia de que as atividades se relacionam e podem formar *sistemas de atividade em interação*, que poderiam também ser tomados como unidade de análise¹⁸ (Engeström, 2001; 2014):

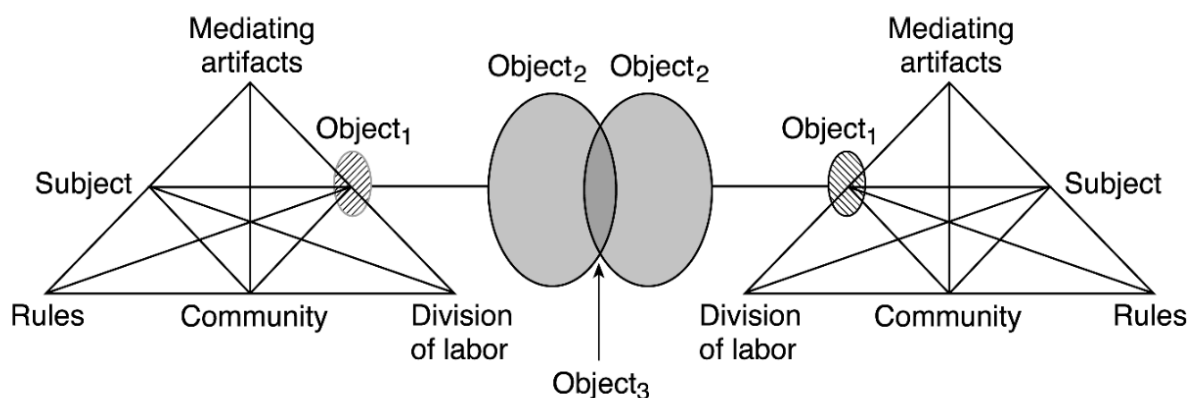


Figura 2 - Sistemas de atividade em interação (Engeström, 2001, p. 136).

Na terceira geração, um sistema de atividade em interação pode ser considerado como a *menor unidade de análise*, de modo que o “objeto se move de um estado inicial de ‘matéria-prima’ não afetada, dada situacionalmente” (Engeström, 2001, p. 136, tradução nossa) para “um objeto coletivamente significativo construído pelo sistema de atividades” (ibid.) em direção a “um objeto potencialmente compartilhado ou construído em conjunto” (ibid.). Ou seja, a complexificação da estrutura da atividade, sendo esta unidade de análise, opera também uma complexificação no objeto, que passa a ser considerado como um “alvo móvel, não redutível a objetivos conscientes de curto prazo” (ibid.). Em outras palavras, um objeto é, como já destacamos, uma síntese de relações, de modo que esse entendimento é amplamente explorado, mais especificamente a partir da terceira geração.

Engeström e Sannino (2021) ainda destacam o que seria considerada a *quarta geração* da Teoria da Atividade, sendo que a principal contribuição desta geração seria buscar uma maior *estabilidade* das atividades de transformação social, que ainda que se conectem com amplos movimentos de transformação, no limite, são realizadas em um dado contexto e momento histórico específico, muitas vezes reduzidos às proporções de um pequeno coletivo de pessoas. A

¹⁸ Essa ideia será utilizada por nós de maneira mais aprofundada no segundo capítulo, onde analisaremos as atividades que constituem o que estamos chamando de *Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo*.

quarta geração deveria, portanto, ser capaz de organizar atividades que buscassem a superação de contradições historicamente insaturadas, mas de proporções mais amplas do que em um contexto mais local, por exemplo:

Na fase atual da globalização capitalista, objetos interconectados como pobreza, mudança climática e pandemias não podem mais ser tratados como questões isoladas a serem controladas por meios técnicos; eles influenciam e permeiam os objetos de inúmeras atividades e exigem uma revisão radical das formas como nossas sociedades e vidas são organizadas (Engeström; Sannino, 2021, p. 14, tradução nossa).

É importante destacar que isso não significa, por exemplo, que trabalhos atuais envolvendo Teoria da Atividade tenham que, necessariamente, se pautar no que seria considerada a quarta geração, principalmente porque a terceira geração, especialmente em relação às considerações de que a *menor unidade de análise* seriam os *sistemas de atividade em interação* é muito útil, tanto para o tratamento analítico da realidade quanto nas orientações metodológicas de modelização das intervenções que podem ser realizadas tendo a Teoria da Atividade como suporte.

Além disso, os condicionantes para considerar efetivamente a emergência de uma quarta geração da Teoria da Atividade - tanto de sua necessidade quanto viabilidade de desenvolvimento - não são um consenso entre os pesquisadores desta perspectiva, encontrando-se ainda em debate¹⁹. O mais importante para nós, no movimento específico de constituição desta tese, é compreender que a Teoria da Atividade continua se desenvolvendo como perspectiva que envolve diversas tradições de pesquisa, objetivos, filiações ideo-metodológicas e desdobramentos. Em outras palavras: vem se desenvolvendo e continuará se desenvolvendo co-constituída de (e co-constituída por) diferentes *compromissos*.

Ainda que situado em um contexto histórico completamente diferente deste que fez emergir a Teoria da Atividade Cultural-Histórica mas comprometido discussões similares, percebemos em Freire (2022) algumas contribuições que podem conectar-se com os pressupostos da Teoria da Atividade que estamos aqui discutindo. Essa conexão serve não apenas como esforço analítico de conectar Teoria da Atividade e Freire, mas é útil para entendermos, por exemplo, que no modo de (re)produção da sociabilidade capitalista, a opressão possui uma estrutura. Enquanto a Teoria da Atividade desenvolve, através de suas gerações, a

¹⁹ Um excelente exemplo desse debate pode ser conferido em Stetsenko (2021) onde a autora faz um artigo de comentário ao artigo de Engeström e Sannino (2021), apontando dentre diversos aspectos, uma maior necessidade de radicalização dos pesquisadores de Teoria da Atividade em relação a situação de crise extrema que o capitalismo nos coloca nesse momento histórico.

conceitualização da estrutura da atividade humana, Freire (2022), analisando a estrutura com a qual a opressão se estabelece nessa sociabilidade, explicita que essa estrutura se baseia em uma dialética entre opressores e oprimidos. Freire (2022) nos ajuda a compreender que o modo de produção capitalista produz uma série de desumanizações, que afetam também a educação, formando sistemas de opressão que só poderão ser superados com a libertação dos oprimidos - por meio de uma educação que não seja “bancária” mas que se constitua como prática da liberdade. Ou seja, pela constituição de uma *Pedagogia do Oprimido*.

Essa estrutura de opressão, que se organiza em sistemas de opressão que se valem de diversas ferramentas para se manterem, não se dissolve a partir da *espera* de que os opressores simplesmente parem de oprimir. Por outro lado, também não se desfaz apenas porque os oprimidos clamam por ajuda para superar sua situação de opressão, até porque nem sempre os oprimidos se reconhecem como oprimidos, de modo que “[s]omente quando os oprimidos descobrem, nitidamente, o opressor, e se engajam na luta organizada por sua libertação, começam a crer em si mesmos, superando, assim, sua ‘convivência’ com o regime opressor” (Freire, 2022, p. 72). É precisamente nesse ponto que encontra-se a dialética entre opressores e oprimidos, de modo que “o convencimento dos oprimidos de que devem lutar por sua libertação não é doação que lhes faça a liderança revolucionária, mas resultado de sua conscientização” (ibid., 2022, p. 74).

É nesse sentido que a Atividade Potencial, no esforço pela formulação de uma ontologia histórica, se posiciona como perspectiva para lutar pela efetivação dessa conscientização; não como doação que seja criada a partir da mera transmissão de conteúdos em sala de aula, mas por meio do reconhecimento - e práxis engajada nesse reconhecimento - da vocação ontológica do ser mais. Esse engajamento, também não acontece por acaso, mas é fruto de uma luta coletiva para que os problemas-em-si possam ser transformados em problemas-para-si. Ou seja, por meio do comprometimento com o objetivo de “que a história humana seja tomada como projeto consciente” (Camillo, 2015, p. 164). Assim, a luta por uma ontologia do ser mais, ao reconhecer “a herança do passado e as possibilidades instauradas pela prática humana atual, busca expressar o desenvolvimento humano não como simples estado atual de coisas, mas como processo de vir-a-ser histórico” (ibid.). Portanto, a educação não pode ser bancária, mas precisa ser *ativista transformadora*, no sentido que seus agentes se reconhecem como agentes da transformação

social e, com esse reconhecimento, de forma intencional, assumem compromissos de coletivamente agir para superar suas situações de opressão.

O grande questionamento que daí emerge, não porque Camillo (2015) ou mesmo Freire (2022) não tenham fornecido subsídios suficientes para responder tal questionamento, apenas porque tal questionamento emerge, dialeticamente, a partir dos compromissos que se estabelecem pelo desenvolvimento dessa conscientização, é: *se e como é possível desenvolver possibilidades concretas de conscientizar os oprimidos sobre a situação de opressão em que se encontram?*. Além disso, possivelmente outro questionamento tão importante quanto este, até porque está a este conectado, é: *se e como é possível que a Educação em Ciências constitua-se como ferramenta para essa conscientização?*. Entendemos que esses e outros possíveis questionamentos, dado o exposto até aqui, envolvem uma discussão mais aprofundada sobre *agência* humana. Esse entendimento buscaremos justificar e expandir na próxima seção.

Para buscar apontar algumas possibilidades de responder tais questionamentos, ao mesmo tempo entendendo que a busca por essa resposta configura-se como um compromisso com o desenvolvimento de estratégias de superação do sistema de opressão, é importante discutir de maneira mais aprofundada uma premissa que fundamenta esse entendimento: de que os seres humanos são agentes de transformação da realidade. Apesar dessa premissa estar presente nesta seção, é necessário aprofundá-la, principalmente por meio da discussão sobre o conceito de *agência*. Como esse conceito é desenvolvido de maneira bastante aprofundada por meio da perspectiva *ativista transformadora*, baseada principalmente nos trabalhos de Anna Stetsenko, na próxima seção discutiremos sobre *agência* nessa perspectiva, buscando, sempre que possível, tecer contribuições desta para a Educação em Ciências.

1.3 Perspectiva ativista transformadora: agência e desenvolvimento humano.

Apesar da discussão que trouxemos na seção anterior, a partir de Engeström e Sannino (2021) sobre as gerações da Teoria da Atividade, ser muito importante para compreender o desenvolvimento da teoria, como apontamos também nessa seção, essa concepção geracional não é consenso com aqueles que trabalham com a teoria. Entendemos que essa compreensão tem uma importância, especialmente porque a perspectiva de Engeström da Teoria da Atividade nos servirá ao longo deste trabalho especialmente como ferramenta para modelar (a partir do triângulo da estrutura da atividade) e analisar as atividades que interagem para constituir o que

estamos chamando de *Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo*. Além disso, o entendimento que Sannino e Engeström (2021) explicitam sobre como as gerações da teoria estão relacionadas às unidades de análise, nos é útil para essa constituição.

No entanto, antes de avançarmos para a discussão específica sobre *agência*, é necessário apontarmos que o entendimento geracional da teoria não só não se constitui como consenso, como também a proposta de que esse entendimento permita a compreensão de uma “tradição finlandesa” de Teoria da Atividade, como defendem Sannino e Engeström (2021), é questionado, por exemplo, por Stetsenko (2021). A autora questiona a necessidade dessa compreensão geracional, especialmente dessa diferenciação de uma tradição finlandesa, especialmente porque entende que “que mesmo dentro da Finlândia há mais de uma direção de pesquisa relacionada à CHAT [Teoria da Atividade Cultural-Histórica], inspirada em Vigotski” (Stetsenko, 2021, p. 39, tradução nossa). Nesse sentido, nem mesmo a discussão sobre as unidades de análise, apesar de sua importância, devem ser tratadas como a principal contribuição dessa análise geracional, uma vez que “a unidade de análise é apenas a ponta de um iceberg de uma questão muito mais ampla do que é uma abordagem dialética para analisar o desenvolvimento humano” (Stetsenko, 2010, p. 7, tradução nossa). Ou seja, o ponto principal que aqui iremos nos ater com a teoria é uma compreensão dialética sobre o desenvolvimento humano - compreensão essa que envolve uma discussão sobre agência e transformação social.

É justamente nesse sentido que é construída a crítica que Stetsenko (2021) faz do trabalho de Engeström e Sannino (2021), chamando a atenção para a necessidade de uma radicalização, no sentido de fazer explícita as contradições que historicamente se fazem presentes e como podemos, enquanto pesquisadores de Teoria da Atividade de diferentes perspectivas (e países) nos unirmos na busca pela superação destas contradições, de modo que a teoria “precisa ser abordada com foco em sua natureza aberta, contestada e contestável, sem um senso de prescrição e normatividade que um modelo geracional sugere” (Stetsenko, 2021, p. 39, tradução nossa).

Para exemplificar essa chamada à radicalização, Stetsenko (2021) indica que se realmente tivermos a necessidade de discutir uma “quarta geração” da Teoria da Atividade e especificar esta como um geração de “tradição finlandesa” questões contraditórias do capitalismo global (o que inclui a Finlândia) precisam ser consideradas como co-constituintes dessa análise geracional:

Pode-se esperar que o combate à falta de moradia seja bem-sucedido dentro do atual regime de poder na Finlândia, emaranhado como está com a dinâmica capitalista em

escala global? Em particular, a dinâmica global da imigração, inclusive devido a expansões e guerras capitalistas predatórias, bem como desigualdades econômicas e raciais, está em jogo na produção da falta de moradia na Finlândia e além? Como a própria Finlândia (como qualquer outro país desenvolvido, sem exceções) está envolvida na produção de desigualdades globais, racismo, catástrofe climática e crise de imigração, que possivelmente estão exacerbando os fenômenos locais de falta de moradia? (Stetsenko, 2021, p. 35, tradução nossa).

Nesse sentido é que entendemos que essa radicalização que Stetsenko (2021) está chamando a atenção está envolvida em uma discussão sobre a conscientização que mencionamos na seção passada, de modo que essa discussão perpassa discutir agência e desenvolvimento humano numa perspectiva ativista transformadora, que é uma perspectiva *radical*. Radical por tomar a realidade pela *raiz*, que são os atividades, nas/pelas quais os seres humanos vem-a-ser, agentivamente, sem dicotomias entre conhecer o mundo e transformá-lo:

A agência radical-transformadora ocorre como *um confronto com o status quo* em suas principais contradições, injustiças e deficiências atualmente dominantes (e sempre historicamente particulares) que definem esse status quo em um determinado tempo e lugar históricos. Essas contradições, injustiças e deficiências precisam ser destiladas, identificadas, nomeadas e enfrentadas de frente por professores e estudantes, como parte de sua luta por um mundo melhor coincidente com seu próprio devir - tornando-se agentes da história e do mundo em construção (Stetsenko, 2019, p. 8, tradução nossa e itálicos no original).

Ou seja, para que estejamos cientes dessas desigualdades (re)produzidas pelo capitalismo, para além de identificá-las e experienciá-las todos os dias, é preciso se *conscientizar* acerca delas e a partir dessa conscientização se *comprometer* coletivamente com as possibilidades de superação do capitalismo.

Para nos aprofundarmos nesta discussão, buscaremos nesta seção tecer nossas contribuições sobre agência e desenvolvimento humano, inspirados na perspectiva *ativista transformadora* (Stetsenko, 2008a; 2010; 2016) por meio da tentativa de responder a seguinte questão: *o que a discussão sobre conscientização tem a ver com o conceito de agência?* Entendemos que ela tem a ver porque se relaciona com uma série de questões (e possibilidades de respostas) dialeticamente conectadas entre si acerca do desenvolvimento humano e educação. Questões essas que envolvem (pelo menos) discutir: (i) como entendemos nosso lugar no mundo; (ii) como entendemos as possibilidades de transformar o mundo; (iii) como entendemos que a conscientização, a organização e a atuação sobre/com essas possibilidades opera também, dialeticamente, transformações em nós; (iv) como entendemos que encarar (conscientemente e

coletivamente) essas possibilidades de transformar o mundo é assumir um compromisso com nos organizarmos para a efetivação dessas possibilidades; e (v) como entendemos que essas transformações, nossas e no mundo, ao mesmo tempo e dialeticamente conectadas, co-constituem a transformação do futuro que é intencionalmente e colaborativamente realizado a partir do presente.

Para explorar todas essas especificidades que são, ao mesmo tempo, as possibilidades de responder a pergunta que colocamos e sabendo que estas respostas estão dialeticamente conectadas, pois estas especificidades dialogam entre si, discutiremos cada um desses itens nas próximas subseções. Mesmo que estas estejam conectadas, as subseções discutirão cada um dos itens (i; ii; iii; iv e v) apontados acima. A partir destas subseções, entendemos que teremos explicitado minimamente o necessário para que na próxima seção (1.4) possamos conceitualizar o que entendemos por *compromissos* e por último, mas não menos importante, possamos explicitar nossa organização metodológica para realizar a análise desses compromissos (seção 1.5).

1.3.1 Modos de ser-saber-fazer o mundo.

O primeiro ponto que precisamos discutir é *(i) como entendemos nosso lugar no mundo*. Numa perspectiva ativista transformadora, essa discussão está intimamente conectada com a superação de uma concepção puramente relacional, onde existe “nós” e o “mundo”, de forma justaposta, assim como existe, portanto, “nosso lugar no mundo” - concepção essa que está arraigada à uma ontologia puramente relacional de agência e desenvolvimento humano (Stetsenko, 2008a). Para superar essa ontologia relacional, a perspectiva ativista transformadora se pauta em uma ontologia transformadora, onde onde ser e se relacionar no mundo é transformar esse mundo enquanto (dialeticamente) é por ele transformado agentivamente pelos/nos processos de *ser-saber-fazer* o mundo. (Stetsenko, 2016). Assim, superar essa ontologia puramente relacional é superar o entendimento dos “humanos como receptores de estímulos externos e meramente produtos da cultura e da sociedade, que apenas se adaptam ao mundo em seu status quo” (Stetsenko, 2023a, p. 57, tradução nossa). Nesse sentido, entendemos que ser humano é ser, ao mesmo tempo, *síntese de transformações e processo transformador*.

Nestes processos de ser-saber-fazer o mundo, dialeticamente conectados, portanto, estão: *ser o mundo*, no sentido que a realidade não é uma coisa apartada do que nós somos, de modo que “o mundo” que nos constitui é também por nós constituído; *saber o mundo*, no sentido que os

processos de conhecer a realidade não podem ser desconectados do conhecimento de nós mesmos, daquilo que entendemos que é ser/tornar-se humanos nesse mundo e *fazer o mundo*, no sentido que a realidade não é feita *para nós* vivermos mas *por nós/com nós*, agentivamente, vivendo coletivamente e coletivamente lutando para que essa vida possa um dia ser plena e deixe de ser sobrevida, como é no status quo da sociabilidade capitalista.

Nesse sentido, *ser o mundo* envolve a compreensão de que a clássica dicotomia entre sujeito e objeto é um fetiche (Stetsenko, 2008a; 2016; Duarte, 2012; Camillo, 2015), uma vez que a unidade da vida real é a atividade (Camillo e Mattos, 2014), e não mais um sujeito isolado que quer “conhecer o mundo”, tampouco o mundo é um objeto isolado que precisa “ser conhecido”. Ao sermos o mundo, as atividades de conhecê-lo, portanto, são atividades de, ao mesmo tempo, nos conhecermos. Nesse sentido, *saber o mundo* envolve a compreensão de que apenas um conjunto de “pressupostos epistemológicos” não é suficiente, de modo que nossas compreensões sobre a realidade, são sempre dialeticamente interdependentes de (pelo menos): um conjunto de valores (uma *axiologia*); um conjunto de concepções ontológicas sobre o que é ser humano e seu lugar no mundo (uma *ontologia*) e um conjunto de pressupostos epistemológicos (uma *epistemologia*), o que faz da tarefa de saber o mundo um compromisso axio-onto-epistemológico²⁰. Além disso, *fazer o mundo* envolve assumir esse compromisso, de forma agentiva, uma vez que o mundo é (re)feito por nós, constantemente, mesmo em atos que pareçam “pequenos” onde as contribuições são consideradas “mera participação”, principalmente porque nenhum ato é um ato isolado, mas se constitui nos sistemas de atividades interagentes e também porque as participações nunca são meras e nunca são individuais (Stetsenko, 2010; 2016; 2023a; 2023b). Desta forma, na perspectiva ativista transformadora, para compreendermos nosso *lugar no mundo* é necessário compreender, de forma dialeticamente conectada, *o mundo no nosso lugar* (de ser-saber-fazer esse mundo), na dinâmica de (re)produção de nossas vidas, ou seja, na dinâmica das *atividades*.

Para compreender o nosso lugar no mundo e o mundo no nosso lugar, dialeticamente conectados, é importante que a Educação em Ciências supere a tendência consensualista, especialmente pela redução que esta faz da realidade apenas em sua dimensão puramente

²⁰ Como essa (assim como nenhuma) afirmação é trivial, dedicaremos a seção 1.4 inteira para desenvolvê-la. Entendemos que justamente por ela ser emergente da perspectiva ativista transformadora que estamos discutindo aqui, apenas para efeitos de uma melhor organização e apresentação textual, ela será discutida nessa seção 1.4 de maneira específica.

epistêmica (Garcia; Camillo, 2021a), como se ao nos apropriamos das diferentes “perspectivas epistemológicas” estaríamos compreendendo a totalidade da realidade e, portanto, prontos para transformá-la. Na perspectiva ativista transformadora, essas duas concepções são questionadas e superadas: tanto a ideia de que a dimensão epistemológica é a totalidade da realidade quanto a ideia de que precisamos primeiro *saber* o mundo para então somente depois, se tivermos alguma oportunidade poderemos então, individualmente, *transformar* o mundo. Na perspectiva ativista transformadora *saber* o mundo é apenas *uma das* dimensões que constituem essa totalidade, dimensão esta nunca desconectada de *ser* e *fazer* o mundo; mundo esse onde os processos de conhecê-lo e transformá-lo não se dicotomizam.

Defendemos que a Educação em Ciências, o que inclui o campo de pesquisa em Ensino de Física, organizados coletivamente a partir dessa perspectiva, pode tornar-se ferramenta de emancipação humana, principalmente porque ao nos apropriamos dela de posse dessa perspectiva poderemos objetivar outros futuros possíveis que não aqueles engendrados pelo capitalismo²¹.

É nesse sentido que a Teoria da Atividade, nesta perspectiva ativista transformadora, nos permite compreender - e atuar com/sobre essa compreensão - das diferentes formas de ser-saber-fazer o mundo. Conscientizar-se acerca do que o mundo é, portanto, envolve entender como o mundo *vem-a-ser*, compreendendo que o capitalismo não “caiu do céu” e foi se instalando como “a realidade”, penetrando cada vez mais, constituindo relações e sendo constituído por elas, até se tornar o status quo, mas que este é um modo de ser-saber-fazer o mundo que não só pode como precisa urgentemente ser superado antes da destruição disso que o mundo é. Ou seja, o capitalismo não representa o “fim da história” e a história não é uma “fase” que começa, avança e algum momento termina, mas é o próprio *movimento* de construir o futuro, a partir do presente, com um passado aberto e constantemente ressignificado (Stetsenko, 2008a; 2023a; Freire, 2022; Camillo, 2015), por meio de outras formas de ser-saber-fazer o mundo que não a forma capitalista. Portanto, cabe reforçar mais uma vez que essa emancipação que defendemos com a Educação em Ciências é uma superação do status quo capitalista em que (ainda) vivemos.

²¹ As especificidades de *como* entendemos que o Ensino de Física pode *vir-a-ser* ativista transformador será por nós discutida de maneira detalhada no quarto capítulo da tese, de modo que neste momento estamos apenas afirmando que esse compromisso está intimamente conectado com a perspectiva ativista transformadora como um de nossos pressupostos ideo-metodológicos.

Para que possamos coletivamente construir outras formas de ser-saber-fazer o mundo que não a forma capitalista, a discussão sobre conhecer o mundo e transformar o mundo como um processo unitário, dialeticamente conectado, precisa ser aprofundada pelas lentes da agência ativista transformadora:

A turbulência político-econômica global dos últimos anos - especialmente desde o início das pandemias e dos protestos por justiça racial – exigiu não apenas um engajamento político renovado da academia, tanto na pesquisa quanto na teorização, mas também uma **"urgência da agência"** - ou seja, uma demanda urgente para priorizar a agência das pessoas para assumir o controle dos eventos no terreno e de seu destino, para enfrentar as condições históricas e materiais que produzem opressão (Stetsenko, 2024, p. 378-379, tradução e grifos nossos).

É a partir disso que Stetsenko (2008a; 2008b; 2016) desenvolve o que a autora chamou de *posição ativista transformadora*, onde conhecer e transformar o mundo é um processo unitário, intencional e agentivo, sendo que essa agência é tratada como *transformação colaborativa proposital*. Colaborativa porque parte de uma concepção de mundo onde os seres humanos *real-izam* o mundo (tornam o mundo *real*) a partir dos processos de ser-saber-fazer o mundo, sempre coletivamente, e proposital porque esses processos são realizados a partir dos compromissos de cada um destes seres humanos, entendidos como *agentes* ativos e não meros *espectadores* passivos da realidade.

Para explorar de forma mais pormenorizada a perspectiva da posição ativista transformadora, uma vez que já situamos aqui os modos de ser-saber-fazer o mundo como dialeticamente conectados, na próxima subseção vamos discutir essa perspectiva focalizando essa discussão na interdependência entre conhecer e transformar o mundo.

1.3.2 Conhecer/transformar o mundo enquanto nos conhecemos/transformamos.

Os pontos que precisamos discutir nesta seção são: (ii) *como entendemos as possibilidades de transformar o mundo* e (iii) *como entendemos que a conscientização, a organização e a atuação sobre/com essas possibilidades opera também, dialeticamente, transformações em nós*. Essa discussão considera, a partir da posição ativista transformadora, que não há dicotomias entre conhecer e transformar o mundo e que esse conhecimento/transformação também nos transforma. Ou seja, os seres humanos *vem-a-ser* humanos ao conhecer/transformar a si mesmos e o mundo, de forma colaborativa e proposital (Stetsenko, 2008a).

Essa compreensão desafia os reducionismos clássicos entre mente *versus* corpo, pensar *versus* agir, teoria *versus* prática, dentre outros, onde o ser humano é compreendido de forma passiva, apenas experimentando as transformações que ocorrem no mundo, tentando adaptar-se a elas da melhor forma possível, podendo no máximo estabelecer mais ou menos relações com essa adaptação, mas nunca efetivamente mudar a estrutura do status quo. Com a posição ativista transformadora, os seres humanos não são meros espectadores da realidade mas agentes co-constituintes dela e co-constituídos por ela, onde seu comprometimento consciente com a transformação da realidade passa a ser tomado como “a base e a realidade central do desenvolvimento e da aprendizagem, da mente e do conhecimento” (Stetsenko, 2008a, p. 479, tradução nossa) e a perspectiva de se “relacionar” com o mundo é radicalmente transformada por uma “postura mais agentiva de agir ou se envolver no mundo” (ibid.).

Nesse sentido, as possibilidades de transformar o mundo são dialeticamente conectadas com as possibilidades culturais e históricas de vir-a-ser humano, em determinado momento histórico, o que faz emergir uma série de impedimentos concretos para esse devir humano ao mesmo tempo que faz emergir uma série de possibilidades de coletivamente superar esses impedimentos de forma agentiva, tornando-se cada vez mais humanos (*se humanizando*) nesse processo de tornar o mundo cada vez mais humano. Um excelente exemplo que nos ajuda a ilustrar essas possibilidades de transformação é o “exemplo do marceneiro”, discutido por Camillo (2015, p. 149), onde o autor aprofunda a concepção da transformação da realidade como “fundamento ontológico e coração do desenvolvimento humano”. O trabalho do marceneiro consiste, segundo o autor, em *transformar* a madeira para a produção de um determinado objeto. No entanto, essa transformação não acontece no vazio, isolado de outras atividades humanas, tampouco ocorre de maneira passiva. Ela é uma transformação intencional e que envolve, por exemplo, uma demanda, normalmente feita a pedido do cliente, o que não significa que o marceneiro não seja agentivo nessa transformação, tampouco que exista um único caminho para que a “madeira bruta” seja transformada em um objeto específico. No entanto, para fazer essa transformação, o marceneiro utiliza uma série de instrumentos, que não foram necessariamente criados por ele, pois “se formaram/estabilizaram ao longo da história da marcenaria e dos trabalhos artesanais, ou seja, no interior de práticas sociais nas quais desempenham uma função” (ibid., p. 149) mas que são utilizados por ele, naquele momento histórico, de maneira única - maneira essa que se conecta, ao mesmo tempo, com a sua individualidade e com sua colaboração

cultural-histórica no *gênero* humano, de forma mais geral, e na *classe* dos marceneiros, de forma mais específica. Essa individualidade, que é co-constituída e co-constituente dessa colaboração, dialeticamente conectada com as especificidades de cada demanda, uma vez que uma encomenda feita por um cliente, nunca é igual, faz com que a transformação da madeira em um objeto específico seja uma contribuição única e irreproduzível - portanto, *singular* - *ao mesmo tempo* cultural e historicamente estabilizada nas práticas de marcenaria - portanto, *geral*:

Em face desta singularidade sempre presente e não suprimível da prática concreta (e podemos extrapolar esta característica para todas as práticas humanas), toma lugar um processo (unitário) por meio do qual, primeiramente (não em ordem cronológica, ou numa sequência causal), objetiva-se os meios de ação do marceneiro: o marceneiro, apropriando-se dos instrumentos disponíveis, inicia a transformação da madeira e, portanto, testa os limites de tais instrumentos no que diz respeito a sua capacidade de responder às necessidades de transformação deste objeto singular. Na medida em que cumprem seu papel ou que precisam sofrer ajustes – por exemplo, um formão com formato específico necessitaria ser construído - a classe dos instrumentos de marcenaria/artesanato passa a cristalizar-se, ao mesmo tempo que evolui historicamente (justamente pelo fato que toda situação é ao mesmo tempo singular e genérica), ganhando existência autônoma em relação a este ato singular de transformação (Camillo, 2015, p. 150).

É precisamente nesse sentido, dessa natureza dialeticamente conectada entre a contribuição individual do marceneiro e as transformações que essa contribuição opera, não somente nele mas, ao mesmo tempo, no *gênero* humano, que a dicotomia entre conhecer e transformar o mundo não faz sentido numa perspectiva ativista transformadora.

Além disso, a partir do exemplo do marceneiro, conseguimos compreender também como a transformação do mundo é, ao mesmo tempo, uma transformação em nós mesmos e como essas transformações são sempre coletivas:

Portanto, essa concepção supera a estreiteza de ambas (a) as visões individualistas das tradições positivistas e humanistas que postulam a primazia de um indivíduo como uma entidade suprema existente antes das práticas sociais e (b) o reducionismo social "ascendente" de relatos coletivistas unidirecionais que tendem a excluir os processos individuais e a subjetividade humana (Stetsenko, 2008a, p. 474, tradução nossa).

Como destaca Camillo (2015), numa perspectiva marxista compreende-se que o marceneiro vai se *exteriorizando*, no sentido que quanto mais executa o trabalho de marceneiro, mais marceneiro ele se torna, de modo que “sua sensibilidade como marceneiro vai complexificando-se, ele vai conhecendo melhor os diferentes tipos de madeiras, o modo de

utilizar cada uma delas nas situações mais apropriadas: o conhecimento sobre a realidade vai tornando-se mais complexo” (ibid., p. 151) e as transformações operadas pelo marceneiro na madeira para que esta se torne um objeto, ficam sintetizadas nesse objeto, pois o “objeto construído pelo marceneiro ganha uma existência que não é dada somente pela consciência dele, mas passa a existir na malha concreta de relações sociais” (ibid., p. 150), ou seja, essas transformações não são apenas na madeira em si, mas no conjunto de atividades humanas que se conecta com essas transformações operadas pelo/no marceneiro.

É nesse sentido, ainda, que a perspectiva ativista transformadora desafia as concepções cognitivistas sobre como as pessoas aprendem, transmissivas sobre como as pessoas ensinam-aprendem e passivas sobre como as pessoas agem no mundo com aquilo que ensinam-aprendem e aprendem-ensinam. Esse desafio se constitui principalmente porque essa perspectiva não se trata apenas de uma “abordagem” para “tratar a realidade” mas de uma concepção sobre a realidade:

Ou seja, se a realidade é concebida como sendo **realizada e co-criada** por pessoas, agindo juntas em comunidades, então não há necessidade de postular um reino mental especializado e separado que retrate (ou reflita) a realidade e forneça representações através das quais o mundo pode ser acessado (Stetsenko, 2016, p. 269, tradução e grifos nossos).

Isso significa, dentre muitas coisas, que a transformação da realidade é sempre intencional, o que demanda que essa transformação não acontece ao acaso, de maneira fortuita, mas é fruto do engajamento coletivo dos seres humanos comprometidos com um futuro específico, envisioned por eles, nas práticas colaborativas de transformação da realidade. No entanto, essa transformação do futuro não é feita, necessariamente, *no futuro*, mas é realizada *no presente*.

Para discutir de maneira mais aprofundada como entendemos a organização e o engajamento coletivo dos seres humanos na transformação do futuro a partir do presente, discutiremos na próxima subseção como essa construção é forjada agentivamente na luta pelo futuro que queremos e não passivamente na espera que esse futuro chegue.

1.3.3 Organização e engajamento com a transformação do futuro a partir do presente.

É bastante famosa a frase de Freire de que precisamos ter esperança mas não do verbo *esperar* e sim do verbo *esperançar*. Esperançar, nesse sentido, está conectado com os dois últimos pontos que iremos discutir aqui, de (iv) *encarar (conscientemente e coletivamente) as*

possibilidades de transformar o mundo, de modo que essa conscientização demanda uma organização em direção a esse futuro que esperamos e (v) *entender que a organização do futuro que queremos é intencionalmente e colaborativamente realizado a partir do presente*, não esperando que o futuro chegue mas o construindo, agentivamente, na luta por ele, com a consciência e esperança de que este futuro não é o futuro esperado pelo capitalismo. Esse é precisamente o sentido que aqui atribuímos ao compromisso com a construção do futuro a partir do presente, numa perspectiva ativista transformadora.

Nessa perspectiva, o futuro precisa ser *inventado* a partir das lutas dos agentes de transformação da realidade no presente, ao invés de apenas esperar sua chegada ou apenas anunciá-la sem agentivamente assumir o compromisso de lutar por outro futuro (Stetsenko, 2019). Ou seja, juntamente à conscientização que estamos discutindo até aqui é preciso aliar o comprometimento com a transformação da realidade que estamos nos conscientizando. Não basta apenas que saibamos, por exemplo, que se não superarmos o modo de produção capitalista não teremos mais um planeta para morar, mas é necessário também que, a partir dessa constatação, busquemos coletivamente nos organizar para que esse futuro seja *disputado* por outro que defendemos ser possível:

Imaginar um mundo diferente e a nós mesmos, comprometer-se a realizá-los e lutar para alcançá-los equivale a criar o futuro no presente - afirmar o futuro por vir e, assim, realizá-lo no aqui e agora. Trata-se do processo de *inventar o futuro*, em vez de apenas esperar ou antecipar sua chegada "automática" (Stetsenko, 2019, p. 10, tradução nossa e itálicos no original).

A partir desse compromisso com o futuro que buscamos, torna-se muito importante entender que essa luta, além de organizada, precisa ser compreendida como colaborativa, seja ela em atividades específicas no campo da educação, ou mesmo na organização de movimentos sociais. Ou seja, não se trata de uma organização onde apenas os intelectuais comprometidos com a luta por outro futuro a realizem, sem que todos os outros agentes de transformação social participem dessa organização. Esse é um ponto muito importante, já discutido por Freire (2022), que analisa esse processo de organização de modo a destacar que esse não possa ser feito como *doação* aos oprimidos. É nesse sentido que a *pedagogia do oprimido* é “aquela que tem de ser forjada *com* ele e não *para* ele, enquanto homens [*sic*] ou povos, na luta incessante de recuperação de sua humanidade” (Freire, 2022, p. 43, itálicos no original). Da mesma forma que

essa pedagogia não pode ser construída pelos opressores, só se constitui como esse processo unitário de conscientização e luta a partir dessa conscientização quando se faz de posse de uma visão de futuro, onde “é um dos instrumentos para esta descoberta crítica - a dos oprimidos por si mesmos e a dos opressores pelos oprimidos, como manifestação da desumanização” (ibid.).

Isso não significa, no entanto, esperar pela conscientização dos opressores, como se em algum momento, estes fossem se dar conta das desumanizações que colaboram para perpetuar. Ainda que Freire (2022) nos lembre que a libertação dos oprimidos se dá também em face da libertação dos opressores - pois o foco é superar as situações de opressão em que ambos se encontram e se fazem opressores e oprimidos - os intelectuais engajados com a superação dessas situações de opressão devem solidarizar-se com os oprimidos, muitas vezes entendendo-se também como oprimidos:

Descobrir-se na posição de opressor, mesmo que sofra por este fato, não é ainda solidarizar-se com os oprimidos. Solidarizar-se com estes é algo mais que prestar assistência a trinta ou a cem, mantendo-os atados, contudo, à mesma posição de dependência. Solidarizar-se não é ter a consciência de que explora e “racionalizar” sua culpa paternalistamente. A solidariedade, exigindo de quem se solidariza que “assuma” a situação de com quem se solidarizou, é uma atitude radical (Freire, 2022, p. 49).

Nesse sentido, na prática educativa comprometida com essa disputa por outro futuro que não aquele engendrado pelo capitalismo, os professores engajados com essa disputa não precisam, necessariamente, se entenderem como opressores. Obviamente, dada a organização hierárquica com que a escola se organiza, o professor assume uma posição de autoridade mas que não precisa ser autoridade autoritária. O entendimento de que tanto professores e estudantes encontram-se juntos, de forma *colaborativa*, nessa luta é a própria *dinâmica* de construir o futuro a partir do presente, onde a perspectiva freireana e a ativista transformadora se encontram para somar esforços:

Sugiro que precisamos considerar que, para ensinar e aprender de maneira significativa e duradoura, precisamos estabelecer conexões com a busca de objetivos, agendas e projetos significativos e ativistas, baseados em visões e imaginações de um futuro procurado que, no caso de uma agência transformativa radical, pressupõe desafiar e mudar o status quo (Stetsenko, 2019, p. 9, tradução nossa).

Ou seja, não estamos aqui dizendo que a escola, enquanto instituição, não (re)produza uma série de desigualdades sociais e violências tampouco que o professor, enquanto autoridade, nunca

assuma essa posição de forma autoritária. Estamos apenas chamando a atenção para o fato de que o caminho a ser construído, a partir do presente, é muito mais urgente na direção de colaborarmos para superação do modo de produção capitalista, que é o sistema que produz tanto opressores quanto oprimidos, do que culpabilizar os agentes de transformação da realidade pela manutenção das situações de opressão. Ao fazer essa culpabilização, gastamos tempo e energia atacando aqueles que, na estrutura dessas situações de opressão, encontram-se, nesse momento histórico, muito mais na posição de oprimidos do que de opressores.

Especificamente olhando para a nossa ênfase de pesquisa (a perspectiva do ensino *em e sobre* ciências), como discutiremos de forma mais aprofundada adiante, essa culpabilização é muito frequente, principalmente partindo de uma perspectiva onde os professores seriam os culpados por propagar visões inadequadas sobre a atividade científica, ao mesmo tempo que essa culpabilização vem acompanhada de uma responsabilização desses professores em superar, em sua prática docente, os efeitos produzidos por essa propagação. Essa perspectiva ignora que as situações de opressão possuem uma estrutura que posiciona esses professores, muitas vezes, na condição de oprimidos e que para que possam superar essa condição precisam organizar-se e lutar constantemente pela garantia de direitos básicos, que vão desde sua liberdade de cátedra - constantemente ameaçada - até condições materiais de (re)produção de suas vidas.

A partir disso, juntamente com a conscientização do futuro que queremos e o sentimento de que esse futuro é forjado na luta e não na espera passiva, emerge a necessidade de organização para a concretização desse futuro desde já, no presente, entendendo que esse futuro “nunca simplesmente nos espera, mas é criado no presente por meio de ações aparentemente mundanas de pessoas comuns em suas vidas comuns” (Vianna; Stetsenko, 2014, p. 582, tradução nossa) mas sabendo - e agindo a partir desse saber - que “na verdade, *nenhuma* pessoa é comum e *nenhuma* vida é comum” (ibid., *itálicos no original*). Em outras palavras, é preciso compreender que “todos importam” (Stetsenko, 2016).

Nessa consideração de que todos importam e que somos agentes da transformação do futuro a partir do presente, o conhecimento científico e a Educação em Ciências assumem um papel fundamental, não apenas reprodutor do passado mas de criador do futuro. Esse papel, assim entendido, é o que estamos discutindo ao longo desse capítulo, das possibilidades concretas de que a Educação em Ciências se constitua como ferramenta de emancipação humana (Camillo, 2015), onde o “papel do conhecimento teórico é, portanto, radicalmente reformulado de ser

informação inerte para um instrumento de ativismo e mudança transformadora (Vianna; Stetsenko, 2014, p. 585, tradução nossa). Nesse sentido, o futuro encontra-se forjado na luta constante por libertação, em fazer valer a nossa vocação histórica de ser mais.

Para que essa luta seja organizada em todos os sistemas de atividades interagentes - o que não exclui a educação, tampouco a pesquisa em educação/ensino - precisamos conceitualizar a necessidade dessa luta se fazer explícita na nossa atuação enquanto professores/pesquisadores. Fazer explícita a luta significa não apenas enunciar que somos anticapitalistas (ou que buscamos “justiça social”) mas ideo-metodologicamente construir propostas de investigação/transformação da realidade da pesquisa em educação/ensino que opere com categorias que permitam, ao mesmo tempo, que possamos analisar quais os *compromissos* assumidos pelos agentes do nosso campo de pesquisa enquanto assumimos nessa análise nossos compromissos.

Para contribuir com essa análise, ao mesmo tempo que estamos aqui construindo nossos pressupostos ideo-metodológicos, dedicaremos a próxima seção a conceitualizar de maneira mais aprofundada o que estamos discutindo até aqui (por vezes implicitamente) como sendo a categoria que estamos chamando de *compromissos* e porque entendemos estes compromissos como sendo *axio-onto-epistemológicos*.

1.4 Fundamentos axio-onto-epistemológicos: compromissos.

Para analisar os compromissos de determinado campo de atividade humana é necessário que entendamos mais sobre a estrutura da atividade humana. Assim como discutimos anteriormente, por meio da representação que Engeström (2001; 2014) faz dessa estrutura (por meio do modelo do triângulo), discutiremos alguns princípios da Teoria da Atividade Cultural-Histórica sintetizados pelo autor para melhor compreender essa estrutura. Todos os princípios são importantes, em totalidade, especialmente para operar com a categoria de *compromissos* como sendo relacionado, ao mesmo tempo, aos motivos e objetivos das atividades, e com a dinâmica de futuro das atividades.

O *primeiro princípio* apresenta que as atividades humanas são sempre orientadas aos objetos e que se organizam formando sistemas de atividades que interagem, de modo que para compreender a realidade é necessário considerar (ontologicamente) a atividade como *unidade mínima de análise*. Isto significa que um objeto que se faz presente nessa atividade, nunca é algo isolado e ali posto mecanicamente, mas sim dialeticamente constituinte dessa atividade e dos

sistemas de atividades interagentes. Ou seja, o objeto é sempre uma *síntese de relações*. O **segundo princípio** é da *multi-vocalidade* dos sistemas de atividade, de modo que um “sistema de atividade é sempre uma comunidade de múltiplos pontos de vista, tradições e interesses” (Engeström, 2001, p. 136, tradução nossa). Esse princípio mostra que, dialeticamente, considerar o objeto como síntese de relações é considerar que ele é constituído por diferentes vozes; vozes essas que ecoam através da história, ao mesmo tempo, de forma geral e particular, conectando diferentes tradições e interesses e também servindo como “fonte de problema e fonte de inovação, demandando ações de tradução e negociação” (ibid.). Ou seja, o objeto é sempre *multivocal*. O **terceiro princípio** é da *historicidade* da atividade, onde se defende que os objetos possuem constituição histórica, e devem ser apropriados considerando que essa história tem, ao mesmo tempo, dimensão local e global; *local* pela sua própria constituição na atividade que se desenvolve e *global* como “história de suas ideias teóricas e ferramentas que moldaram a atividade” (Engeström, 2001, p. 136-137, tradução nossa). Ou seja, o objeto é sempre *histórico* e *historicizável*²². O **quarto princípio**, é de que o objeto carrega contradições, de modo que estas são a “fonte de mudança e desenvolvimento” (Engeström, 2001, p. 137, tradução nossa) e movem as atividades, sendo “tensões acumuladas historicamente com e por meio dos sistemas de atividade” (ibid)²³. Ou seja, o objeto *carrega* contradições historicamente instauradas. O **quinto princípio** é o da *expansão* da atividade, que explicita a “possibilidade de transformações expansivas nos sistemas de atividade” (Engeström, 2001, p. 137, tradução nossa). Assim, ao passo que a atividade se desenvolve e sistemas de atividade vão se conectando, as contradições vão sendo experienciadas e os sujeitos da atividade vão engajando-se na superação destas, produzindo transformações que não se restringem localmente à atividade que se desenvolve, mas também conectam-se, ao mesmo tempo, com a possibilidade de transformações globais:

“Uma transformação expansiva é realizada quando o objeto e o motivo da atividade são reconceituados para abranger um horizonte radicalmente mais amplo de possibilidades do que na modalidade anterior da atividade” (Engeström, 2001, p. 137, tradução nossa).

²² No sentido que sua história pode ser reconstruída na análise, de forma (dialeticamente) lógica, desde sua gênese e ao longo de seu desenvolvimento apontando para seu futuro.

²³ Engeström (2001) discute que a *contradição primária* é a do próprio sistema capitalista, entre *valor de uso* e *valor de troca*, sendo que esta permeia todos os outros sistemas de atividade que se desenvolvem.

Ou seja, o objeto é *expansivo*, de modo que essa expansão representa a **perspectiva de futuro** da atividade; expressa os compromissos dos agentes em superar contradições e transformar a realidade.

Nesse sentido, os compromissos são a expressão de uma coordenação coletiva de uma série de motivos e objetivos que os agentes das atividades intencionam desenvolver, de natureza sempre problemática, organizando-se para superar contradições. Nesse sentido, essa superação representa as transformações que os agentes realizam, de modo que estas transformações são sempre direcionais, significativas e propositais (Stetsenko, 2008a), ou seja, definidas “por objetivos e exigindo uma posição autêntica do sujeito” (ibid., p. 485, tradução nossa). Os compromissos são, na perspectiva ativista transformadora, a dinâmica de *direcionalidade* das atividades (ibid.), sendo que conhecê-los e analisá-los permite que possamos compreender como os agentes das atividades se organizam tanto na identificação do que consideram *problemas a serem resolvidos* quanto na consideração que estes agentes fazem acerca das *possibilidades de superação* destes problemas.

Nesse sentido, os compromissos são as formas pelas quais esses agentes, na coordenação coletiva dos motivos e objetivos da atividade, assumem a busca pela superação desses problemas devidamente identificados e considerados possíveis de resolver. A partir dos compromissos, que dão a direcionalidade dessa busca, estes são, ao mesmo tempo, as formas pelas quais os agentes envisionam o mundo que pode vir-a-ser (Stetsenko, 2008a):

Essa noção potencialmente supera tanto a estreiteza da ontologia relacional (na qual os seres humanos são essencialmente passivos) quanto a ação não comprometida (com sua mera instrumentalidade de reagir às demandas ambientais). Por serem transformadores, mesmo os processos psicológicos humanos mais mundanos (como a percepção) são impossíveis sem um objetivo, uma visão para o futuro que colore as práticas de hoje e as imbui de direcionalidade e valores (Stetsenko, 2008a, p. 485, tradução nossa).

É nesse sentido, por exemplo, que compromissos dão a dinâmica de *futuro* das atividades, pois explicitam, em dado momento histórico, como os agentes das atividades estão se organizando a fim de disputar o futuro envisioned por esses agentes naquele momento histórico. Futuro esse que é sempre disputado em relação a outros futuros que se engendram, por meio das forças produtivas, mas que não são destinos irrevogáveis, mesmo que assim se apresentem aos agentes das atividades, dadas as estratégias utilizadas pelo *status quo* para se perpetuar. Assim, os compromissos, co-constitutivos entre si e coordenados, dizem respeito ao nível da *organização*

das atividades - pois representam as possibilidades concretas de superar problemas em dado momento histórico.

Uma vez que as possibilidades de se organizar coletivamente envolvem uma visão sobre o futuro, defendemos que os agentes assumam historicamente e coletivamente, *compromissos* com determinados futuros possíveis mas que não sejam aqueles engendrados pelo modo de produção da sociabilidade capitalista. É nesse sentido que os compromissos não podem depender, por exemplo, apenas de questões puramente epistêmicas, pois são constituídos na totalidade das atividades humanas, onde a epistemologia é apenas mais uma dentre várias dimensões constitutivas dessas atividades, que envolvem também questões ideológicas, éticas, políticas, dentre outras.

Quando na introdução mencionamos alguns problemas relacionados à *tendência consensualista* de NdC, um destes problemas, como discutido por Garcia e Camillo (2021a), relaciona-se à redução à dimensão puramente epistêmica que NdC, entendida nessa perspectiva consensualista, faz da atividade científica:

Elementos de uma lista de aspectos sobre Natureza da Ciência, construídos a partir de consensos, não teriam o potencial de explicitar, na perspectiva da Teoria da Atividade Cultural-Histórica, a unidade contraditória do conhecimento científico e funcionaria muito mais como *rótulos* do que como *categorias analíticas*. Acabam por não serem construídos a partir de uma generalização concreta que poderia, no plano teórico-educacional, traçar uma compreensão mais efetiva sobre a gênese e o desenvolvimento da atividade científica, a partir de sua complexidade, abarcando as contradições inerentes a ela (nos planos teóricos, políticos, ideológicos, epistemológicos, etc.) (Garcia; Camillo, 2021a, p. 238, *itálicos no original*).

Ou seja, ao reduzir a atividade científica apenas à “epistemologia da ciência”, buscando naquela que é (por alguns) considerada a “moderna filosofia da ciência” uma representação fiel da “verdade imagem da atividade científica”, como se as questões epistemológicas dessem conta de representar a totalidade complexa que é a atividade científica, a NdC, nessa perspectiva consensualista, acaba por (re)produzir as concepções caricaturescas sobre a atividade científica que tanto diz combater. Na perspectiva ativista transformadora, como discutiremos ao longo de toda a tese mas especialmente no quarto capítulo, a dimensão puramente epistêmica não é suficiente para representar essa totalidade, de modo que defendemos que os compromissos que o campo de pesquisa em Ensino de Física precisa assumir são *axio-onto-epistemológicos*

Defendemos que esses compromissos são *axio-onto-epistemológicos*, pois esses compromissos não estão isolados em si mesmos, mas dependem de uma série de fatores que envolvem, dialeticamente, um conjunto específico de valores (uma *axiologia*), uma compreensão sobre o que a realidade é (uma *ontologia*), e um entendimento sobre como sabemos o que a realidade é (uma *epistemologia*). Desta forma, a necessidade de compreender quais são os compromissos assumidos pelos autores de determinado campo de atividade conecta-se com a necessidade de entender a dinâmica com que estas atividades se constituem de modo que estes agentes assumam, em dado momento histórico, estes compromissos com o futuro, que se constrói no presente. É nesse sentido que, como argumentaremos a seguir, na perspectiva ativista transformadora, axiologia, ontologia e epistemologia não estão desconectadas entre si, mas formam uma totalidade genética e estruturalmente interdependentes.

Para aprofundar nossa defesa da interdependência genética-estrutural da axio-onto-epistemologia, iremos nos apoiar novamente na perspectiva da Atividade Potencial (Camillo, 2015), discutindo as bases para constituir uma axio-onto-epistemologia *em-si*.

1.4.1 Axio-onto-epistemologia *em-si*.

Axio-onto-epistemologia *em-si*, numa perspectiva genética-estrutural, diz respeito ao conjunto de problemas emergentes que são considerados capazes de solução, em dado momento histórico, e que não podem ser compreendidos de maneira “destotalizada”, compartimentada e justaposta como se fosse possível, por exemplo, fazer uma análise puramente axiológica, ontológica ou epistemológica. Entendemos que, enquanto diferentes campos de estudos, cada um destes trata de problemas específicos o que em certa medida, numa perspectiva da *lógica formal*, faria sentido separá-los. No entanto, numa perspectiva ativista transformadora, pautada numa *lógica dialética*, essa separação não faz sentido, uma vez que na dinâmica das atividades humanas, axiologia, ontologia e epistemologia são sempre, necessariamente, co-constituídas (e co-constituintes) dos processos de explicação/transformação agentiva da realidade.

Mesmo se quiséssemos analisar unicamente a axiologia, enquanto campo de conhecimento, esta se desenvolve por meio de uma série de problemas relacionados, por exemplo, ao que se consideram valores em determinado momento histórico. No caso específico da Educação em Ciências, uma perspectiva axiológica, por exemplo, deveria discutir esses valores, bem como quais valores foram determinantes em momentos específicos, tanto da história

da ciência como da história do campo de pesquisa da Educação em Ciências. No entanto, esse conjunto de valores não estaria, numa lógica dialética, desconectado de (pelo menos) uma ontologia e uma epistemologia. Ontologicamente, não se poderia discutir esses valores sem que se considerasse, por exemplo, que “[d]urante quase toda a história da Filosofia, dos gregos até Hegel, a existência do mundo é explicada por meio de concepções dualistas” (Camillo, 2015, p. 135). Ou seja, no limite, essas explicações expressam também um conjunto mínimo de valores (uma axiologia) acerca do entendimento que a humanidade tinha, naquele momento histórico, sobre a realidade. Epistemologicamente não se poderia, portanto, discutir como aprendemos, naquele momento histórico, isso que consideramos serem os valores suficientes para organizar o que entendemos que a realidade é. Nesse sentido, mesmo que quisermos separá-las, em termos de especificidades de um trabalho acadêmico, axiologia, ontologia e epistemologia são genética-estruturalmente interdependentes.

Ou seja, a **axio-onto-epistemologia** *em-si* diz respeito aos problemas que, historicamente, emergiram nas práticas humanas colaborativas - nas atividades humanas - e que puderam ser solucionados, ou ao menos que as possibilidades históricas de sua solução tenham sido envisionedas pelos agentes dessas atividades, partindo também de um conjunto específico de valores.

No mesmo sentido, **axio-onto-epistemologia** *em-si*, se desenvolve por meio de uma série de problemas relacionados, por exemplo, ao que se considera a essência dos problemas (ou fenômenos) analisados. Aquilo que se toma como possível resposta para problemas que as questões envolvem “o que é?” - ou “o que vem a ser?” - determinado fenômeno, em determinado momento histórico, por exemplo, constituem-se de temas concernentes ao campo da ontologia, mas que não se desconectam do conjunto de valores, tampouco as diferentes formas de conhecer/transformar aquilo que é ou vem a ser. Em certa medida, portanto, o campo da ontologia, quando analisado sob as lentes da perspectiva ativista transformadora, discute a essência dos objetos, sujeitos e de suas relações de interdependência co-constitutiva mas sem desconsiderar a totalidade axio-onto-epistemológica dessa discussão:

No que diz respeito ao seu caráter conservador, o dualismo entre conhecimento efêmero e a natureza eterna não está desvinculado da tentativa de restringir o número de pessoas que tem “permissão” para produzir conhecimento verdadeiro e neutro sobre a realidade, colocando na posição dominante aqueles que têm acesso a realidade por meio da atividade científica, fazendo da ciência um projeto elitista. Não significa, no entanto, afirmar que as ontologias dualistas não foram (e não são – visto que ainda não estão

superadas) capazes de produzir conhecimento verdadeiro. Mesmo as mais fictícias visões de mundo expressam níveis de verdade, as quais se pretendem explicar esse mundo e produzidas na prática social onde tem sua função. Neste sentido, a ciência é capaz de produzir conhecimento verdadeiro e humanizador, mas tem limites impostos pelo modo de reprodução da sociedade no qual emerge (Camillo, 2015, p. 138).

Assim, no caso específico da Educação em Ciências, uma perspectiva ontológica, por exemplo, deveria discutir essas concepções do que consideramos como sendo o objeto da Educação em Ciências, bem como o que consideramos como sendo o sujeito da Educação em Ciências e, ainda, sem necessariamente dicotimizá-los, discutir o que entendemos pelas relações que se estabelecem entre esses sujeitos e esses objetos²⁴.

Nesse sentido, assim como na questão da axiologia, a axio-**onto**-epistemologia *em-si* deveria estar comprometida com a discussão sobre quais concepções de objeto, sujeito e das relações entre eles foram determinantes em momentos específicos, tanto da história da ciência como da história do campo de pesquisa da Educação em Ciências. Ou seja, a ontologia como *problema-em-si* diz respeito aos problemas que, historicamente, emergiram nas práticas humanas colaborativas - nas atividades humanas - e que puderam ser solucionados, ou ao menos que as possibilidades históricas de sua solução tenham sido envisionedas pelos agentes dessas atividades, partindo de um conjunto específico de concepções acerca de (pelo menos): objeto, sujeito e as relações entre eles.

Nesse sentido, ainda, axio-**onto**-**epistemologia** *em-si*, se desenvolve por meio de uma série de problemas relacionados, por exemplo, ao que se considera as possibilidades de conhecer, sejam esses valores, sejam as concepções de objeto e sujeito e suas relações, sejam as concepções do que consideramos como sendo “o conhecimento” e as especificidades entre diferentes “tipos” de conhecimento, em determinado momento histórico. Esses, dentre muitos outros que não poderíamos aqui esgotar, são temas concernentes ao campo da epistemologia, de modo que, em certa medida, quando outro campo de conhecimento - como a Educação em Ciências, por exemplo - se apropria das discussões do campo da epistemologia, essa apropriação não se dá de forma mecânica, por meio de transmissão do conhecimento de um campo para o outro, sem assumir compromissos específicos e não outros, tampouco reduzido apenas à dimensão puramente epistêmica. Assim, no caso específico da Educação em Ciências, uma perspectiva

²⁴ Vale lembrar que com a Teoria da Atividade não basta que olhemos para a relação entre sujeito e objeto apenas, como se estes fossem a totalidade da estrutura das atividades humanas. Como bem nos lembra Engeström (2001; 2014) e como já discutimos aqui, a atividade humana possui uma estrutura que envolve *também* mas não *somente* sujeito e objeto.

epistemológica, por exemplo, deveria discutir essas concepções do que consideramos como sendo “conhecimento” e “possibilidades de conhecer” dentro da Educação em Ciências, e não restrito apenas ao campo da epistemologia da ciência, por exemplo, que tem seus próprios problemas e que, mesmo que estes possam desenvolver interfaces com os problemas do campo da Educação em Ciências, não são os mesmos.

Apenas citando um exemplo para ilustrar, é impossível, numa perspectiva ativista transformadora considerar, por exemplo, que quando um professor organiza uma atividade experimental que tenha como um de seus objetivos discutir “elementos de HFC e NdC”, como tipicamente o campo de pesquisa da Educação em Ciências (e do Ensino de Física) faz, e ele se disponha a realizar com os alunos um “experimento histórico” que foi importante na história da ciência, aquele experimento tenha os mesmos objetivos e busque responder aos mesmos problemas do experimento histórico realizado no passado. Mesmo considerando o passado de forma aberta, assim como o futuro, o entendimento de que a (re)produção de um “experimento histórico” é o “mesmo experimento” e que essa (re)produção permite a discussão epistemológica acerca dos “mesmos problemas” enfrentados pelos cientistas do passado é, ao mesmo tempo, uma análise que reduz a atividade científica à sua dimensão puramente epistêmica como se essa fosse sua totalidade, e uma tentativa forçada de mimetizar a atividade científica - atividade essa, que mesmo que similar às práticas educativas no que diz respeito à produção de conhecimento, não é a mesma, nem se debruça sobre os mesmos problemas²⁵. Nesse sentido, a **axio-onto-epistemologia em-si**, deve estar comprometida com a discussão sobre quais concepções de conhecimento e possibilidades de conhecer foram determinantes em momentos específicos, tanto da história da ciência como da história do campo de pesquisa da Educação em Ciências. Ou seja, a epistemologia como *problema-em-si* diz respeito aos problemas que, historicamente, emergiram nas práticas humanas colaborativas - nas atividades humanas - e que puderam ser solucionados, ou ao menos que as possibilidades históricas de sua solução tenham sido envisionadas pelos agentes dessas atividades, partindo de um conjunto específico de concepções sobre o conhecimento e as possibilidades de conhecer em dado momento histórico;

²⁵ Para que essa não soe como uma crítica infundada, mas entendendo que não dispomos de espaço neste capítulo para aprofundá-la, retornaremos à ela mais especificamente no momento das análises, no terceiro capítulo. Tanto a discussão sobre a redução à dimensão puramente epistêmica (“epistemologização”) quanto a questão sobre mimese da atividade científica serão por nós discutidas a partir da análise de enunciados estabilizados emergentes na perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências.

possibilidades essas, jamais desconectadas de (pelo menos) um conjunto de valores e uma concepção ontológica.

Desta forma, aquilo que se toma como possíveis respostas para essas questões, que se delineiam também como problemas a serem resolvidos pelos campos da axiologia, ontologia e epistemologia, constituem historicamente esses campos. No entanto, eles não estão desconectados entre si, de modo que mesmo sendo cada um, um campo relativamente independente, são também dialeticamente **co-dependentes** - por serem **co-constituídos e co-constituintes** uns dos outros. Essa concepção nos leva a defender que exista uma *interdependência genética-estrutural* entre os campos da axiologia, ontologia e epistemologia, tomados como campos que se propõe a solucionar problemas específicos, constituindo-se como problemas-em-si - o que estamos chamando de *axio-onto-epistemologia em-si*. Essa concepção é de onde emerge a necessidade de que tanto axiologia, quanto ontologia e epistemologia sejam transformadas, numa perspectiva ativista transformadora, de problemas-em-si para problemas-para-si. Ou seja, no caso específico desta tese, que intencionalmente, a partir dos compromissos que assumimos com o campo de pesquisa em Ensino de Física, possamos desenvolver uma *axio-onto-epistemologia para-si*²⁶, que desenvolvida numa perspectiva ativista transformadora, pode contribuir para fazermos valer nossa vocação histórica de *ser mais* por meio de um Ensino de Física comprometido com a luta por outro futuro possível que não seja aquele engendrado pelo capitalismo. É por isso que nossos compromissos com o campo de pesquisa em Ensino de Física e a prática educativa relacionada a esse campo constituem, neste momento histórico, *compromissos axio-onto-epistemológicos*.

A partir disso, com o intuito de discutir nossa organização metodológica para desenvolver estes compromissos no âmbito específico do nosso enfoque de pesquisa (a perspectiva do ensino *em e sobre* ciências) discutiremos na próxima (e última) seção deste capítulo os fundamentos da nossa organização metodológica - que não deixa de ser parte de nossos pressupostos

²⁶ Como entendemos que uma *axio-onto-epistemologia para-si* se desenvolve a partir dos nossos pressupostos ideo-metodológicos com a *axio-onto-epistemologia em-si* como um **resultado** daquilo que estamos chamando de Ensino de Física Ativista Transformador, iremos discutir a constituição da *axio-onto-epistemologia para-si* no quarto capítulo. Estamos organizando textualmente desta forma por entender que, na transformação do problema-em-si para problema-para-si, essa transformação se desenvolve co-generativamente aos nossos compromissos. Considerando que esses compromissos são, nesse momento histórico dessa tese, *para* o campo de pesquisa em Ensino de Física, é mais coerente tratarmos a *axio-onto-epistemologia para-si* como resultado da nossa busca por um Ensino de Física Ativista Transformador.

ideo-metodológicos - para que possamos, no terceiro capítulo, analisar os enunciados estabilizados emergentes da perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências.

1.5 Organização metodológica: enunciados estabilizados como objeto de análise.

Como nosso objetivo principal é compreender os compromissos de uma perspectiva (ensino em e sobre ciências) parte de uma totalidade (campo de pesquisa em Ensino de Física) por meio da análise de determinados objetos (textos), essas particularidades do texto enquanto objeto só podem ser aprofundadas com o suporte de um referencial que discuta “texto”. Ou seja, de um referencial que trate de maneira aprofundada a *natureza* desse objeto que é o texto.

Ao longo dessa seção, nossa tarefa envolve, portanto, discutir o conceito bakhtiniano de “enunciado” - que permitirá compreender melhor a *natureza do texto* enquanto nosso objeto²⁷ - bem como abordar de que maneiras esses enunciados (relativamente) se estabilizam. Como discutiremos, essa estabilização dos enunciados formam os compromissos assumidos, em dado momento histórico, no campo de pesquisa em Ensino de Física. A análise desses enunciados estabilizados, como ficará mais explícito nas nossas análises no terceiro capítulo, constituem nossa base de identificação e entendimento destes compromissos.

O texto, assim como seus autores e leitores, são produtores de significados; significados estes, como já apontamos, que são sustentados em atividades constituídas por uma dinâmica que envolve uma complexa malha de relações²⁸ interligadas, que no texto como objeto são sintetizadas e que dão sentidos a esses significados. Assim emerge, nas atividades onde se faz presente o texto, a capacidade de sintetizar os compromissos tanto do autor que o escreve quanto dos autores de textos passados, bem como a possibilidade de leituras e respostas de outros

²⁷ Analisar o texto tomando ele como objeto é, portanto, realizar a tarefa de compreender a gênese e desenvolvimento dos sistemas de atividades que produziram o texto como esse objeto que sintetiza as relações e expressa compromissos.

²⁸ Lembrando que, cada um dos elementos que ligam essas relações em uma malha são, quando compreendidos também numa constituição complexa, formadores de outros grupos e outras relações, que se articulam como *sistemas de atividades*. Um bom exemplo que discute profundamente essa perspectiva pode ser conferido em Camillo (2015, p. 146-148) quando o autor analisa o poema “O Açúcar” de Ferreira Gullar.

sujeitos²⁹ que ainda irão conectar-se com estes (e outros) compromissos sintetizados no texto, como discutiremos nas próximas seções.

1.5.1 O texto é *enunciado*.

Nossa primeira tarefa nesta seção é discutir, apoiados principalmente por uma perspectiva da filosofia da linguagem marxista, com autores como Bakhtin (2016) e Volóchinov (2021), o que significa dizer que o texto é *enunciado*, de modo que, tão importante quanto compreender o que é enunciado é entender qual a principal contribuição de tratar o texto como enunciado.

Para isso, é importante destacar que nessa perspectiva, como destaca Bakhtin (2016), os enunciados expressam as intenções dos autores dada sua própria *natureza responsiva*, uma vez que estes enunciados “concretos e únicos, proferidos pelos integrantes desse ou daquele campo da atividade humana” (Bakhtin, 2016, p. 11) demandam resposta. Ou seja, estes podem sim servir para análises do campo de estudos da linguística, mas não precisam pertencer estritamente a esse campo (do estudo da história e emprego da língua de uma nação, por exemplo) mas também de questões a respeito de que é “através de enunciados concretos que a **vida entra na língua**” (ibid., p. 16-17, grifos nossos). Em outras palavras: é possível, por meio do estudo dos enunciados escritos (textos) compreender o desenvolvimento das atividades humanas onde esses textos foram produzidos. Assim, de forma sumarizada, o texto é *enunciado* dada sua natureza responsiva, pois é *objeto de enunciação*; por meio dele (e na direção de sua produção) que as atividades de comunicação se efetivam como ato de enunciação, ou seja, que a vida entra na língua.

Nesse sentido, o texto, enquanto enunciado, pode ser configurado como objeto de análise de uma investigação científica tal qual a que aqui propomos, pois “[i]ndependentemente de quais sejam os objetivos de uma pesquisa, só o texto pode ser o ponto de partida” (Bakhtin, 2016, p. 72), sendo o texto também objeto das atividades de produção de conhecimento, uma vez que “[o]nde não há texto não há objeto de pesquisa e pensamento” (ibid., p. 71). Assim, tomando o texto como objeto e o entendendo como enunciado na perspectiva bakhtiniana, podemos compreender *como* esse objeto que sintetiza (e expressa) relações permite que o investiguemos

²⁹ Como destaca Bakhtin (2016, p. 53, itálicos no original) “o emprego das palavras na comunicação discursiva viva sempre é de índole individual-contextual. Por isso pode-se dizer que qualquer palavra existe para o falante em três aspectos: como palavra da língua neutra e não pertencente a ninguém; como palavra *alheia* dos outros, cheia de ecos de outros enunciados; e, por último, como a *minha* palavra, porque, uma vez que eu opero com ela em uma situação determinada, com uma intenção discursiva determinada, ela já está compenetrada da minha expressão”.

enquanto ele sintetiza (e expressa) os compromissos dos autores dos textos como sendo essas relações. Conceituar, portanto, o texto como enunciado, nos permite compreender sua natureza, uma vez que Bakhtin (2016, p. 73, grifos nossos) nos indica que são “[d]ois elementos que determinam o texto como enunciado: a sua ideia (**intenção**) e a **realização** dessa intenção”. Em outras palavras, o texto pode ser compreendido como enunciado e pode ser tomado como objeto para compreender os compromissos neles sintetizados, uma vez que essa ideia sobre *intenção* e *realização* se alinham com o que discutimos na seção passada como sendo nossa compreensão acerca dos compromissos axio-onto-epistemológicos.

A ideia de que a vida entra na língua (também) por meio do texto é, ao mesmo tempo, a ideia de que textos e palavras não existem em si mesmos e por si só, como se fossem objetos isolados:

o enunciado não é determinado por sua relação apenas com o objeto e com o sujeito-autor falante (e por sua relação com a linguagem enquanto sistema de possibilidades potenciais, enquanto dado), mas - e isso é o que mais importa para nós - de forma imediata com outros enunciados no âmbito de um dado campo da comunicação. Fora dessa relação ele não existe *em termos reais* (apenas como *texto*). Só o enunciado pode ser verdadeiro (ou não verdadeiro), correto (ou falso), belo, justo, etc. (Bakhtin, 2016, p. 98-99, *itálicos no original*).

Essa é uma grande contribuição - se não a maior - da perspectiva bakhtiniana da defesa do texto como enunciado. Não se trata apenas de usar uma categoria diferente (alcunhar o texto de enunciado) mas posicionar, analiticamente, essa natureza responsiva que o texto por ser enunciado possui. Olhar para os enunciados, sejam eles escritos ou falados, com essa natureza responsiva, permite compreender o desenvolvimento humano de maneira agentiva e ativa e não passiva, pois o texto, enquanto um fruto do trabalho humano (de sua atividade orientada a objetos), ou como coloca Bakhtin (2016), enquanto *obra*, “determina as posições responsivas dos outros nas complexas condições de comunicação discursiva de um dado campo da cultura” (ibid., p. 34). Essa compreensão de desenvolvimento humano, como discutimos a partir da Teoria da Atividade Cultural-Histórica, aliada à perspectiva bakhtiniana, nos permite compreender inclusive “a alternância dos sujeitos do discurso, que emoldura o enunciado e cria para ele massa firme, rigorosamente delimitada dos outros enunciados a ele vinculados” (ibid., p. 35), de modo que este enunciado se configura como “unidade da língua” (ibid.) e pode ser entendido, por exemplo nas atividades que se propõem a analisar texto como enunciado, “como uma **totalidade de sentidos**” (ibid., p. 99, grifos nossos).

Desta forma, nas atividades humanas, cadeias de diferentes enunciados se formam³⁰ e, sendo o texto objeto, podem ser sintetizadas nele, como diferentes relações, expressando diferentes significados e sentidos. O texto, enquanto objeto nessas atividades, ao ser interpretado na perspectiva bakhtiniana como enunciado, reforça sua natureza objetal por expressar um princípio teleológico; além do que já discutimos como as atividades humanas sendo orientadas aos objetos, o enunciado tem como princípio teleológico a possibilidade de ser respondido:

O primeiro e mais importante critério de conclusibilidade do enunciado é a *possibilidade de responder a ele*, em termos mais precisos e amplos, de ocupar em relação a ele uma posição responsiva (por exemplo, cumprir uma ordem). A esse critério corresponde também a pergunta do cotidiano, por exemplo, ‘Que horas são?’ (a ela pode-se responder), e o pedido cotidiano que pode ser cumprido ou descumprido, o discurso científico com o qual podemos concordar ou não concordar (inteiramente ou em parte), e o romance ficcional, que pode ser avaliado em seu conjunto. Alguma conclusibilidade é necessária para que se possa responder ao enunciado. Para isso não basta que o enunciado seja compreendido no sentido *linguístico* (Bakhtin, 2016, p. 35, *itálicos no original*).

Assim, de forma dialética, os enunciados por terem natureza responsiva *enquanto* posicionam em cada necessidade de resposta possibilidades de superação dos problemas que apontam, *ao mesmo tempo*, nas atividades onde são produzidos, criam novos problemas a serem resolvidos, o que configura também a dinâmica das atividades de produção de enunciados. É nesse sentido que, ideo-metodologicamente, todos os enunciados sintetizam compromissos e esses compromissos são sempre axio-onto-epistemológicos:

Qualquer produto ideológico é não apenas uma parte da realidade natural e social - seja ele um corpo físico, um instrumento de produção ou um produto de consumo - mas também, ao contrário desses fenômenos, reflete e refrata outra realidade que se encontra fora dos seus limites. Tudo o que é ideológico possui uma *significação*: ele representa e substitui algo encontrado fora dele, ou seja, ele é um *signo* (Volóchinov, 2021, p. 91, *itálicos no original*).

É nesse sentido que as palavras não existem no mundo em si mesmas, mas são produzidas pela atividade humana, de modo que os sujeitos dessa produção, agentes da complexa malha de diferentes sistemas de atividade em interação, por meio delas expressam seus compromissos. Esses compromissos estão sempre presentes nos enunciados, pois “[t]odo enunciado tem sempre um destinatário (de índole variada, graus variados de proximidade, de concretude, de

³⁰ Assim, "embora a comunicação seja um negócio em que nos envolvemos conscientemente, isso não significa que esteja sempre claro para nós que tipo de elos em que tipos de cadeia nossos atos comunicativos estão criando ou contribuindo" (Jones, 2007, p. 347, tradução nossa).

compreensibilidade, etc.), cuja compreensão responsiva o autor da obra discursiva procura e antecipa” (Bakhtin, 2016, p. 104). É precisamente nesse sentido que Bakhtin (2016) defende que a vida entra na língua, pois o enunciado, ao mesmo tempo que coletivo é também individual, no sentido que “pode refletir a individualidade do falante (ou de quem escreve)³¹, isto é, pode ter estilo individual” (Bakhtin, 2016, p. 17). Esse destaque, também feito por Volóchinov (2021)³², nos lembra que entender quem é o sujeito do discurso é compreender não só *de onde* ele fala mas também *a que e a quem* está falando:

Para observar o processo de combustão, é necessário colocar o corpo no ambiente atmosférico. Para observar o fenômeno da língua, é necessário colocar os sujeitos falante e ouvinte, bem como o próprio som, no ambiente social. É preciso que tanto o falante quanto o ouvinte pertençam a uma mesma coletividade linguística, a uma sociedade organizada de modo específico. É fundamental ainda que os nossos dois indivíduos sejam abarcados pela unidade da situação social mais próxima, isto é, que o encontro entre essas duas pessoas ocorra em um terreno determinado (Volóchinov, 2021, p. 145).

Nesse sentido, “[s]ó o enunciado tem relação *imediata* com a realidade e com a pessoa viva falante (o sujeito)” (Bakhtin, 2016, p. 98, *itálicos no original*), de modo que para compreender os enunciados escritos é preciso identificá-los como parte de algum “ambiente social” específico, para compreender de que formas eles respondem a problemas concretamente postos nesse ambiente, como estamos propondo fazer com o campo de pesquisa em Ensino de Física.

Na perspectiva bakhtiniana, a ideia de que os enunciados sejam responsivos se conecta com o que na seção 1.4 discutimos como sendo um dos princípios da Teoria da Atividade Cultural-Histórica, sobre os objetos serem multivocais. Assim como muitas vozes são sintetizadas no objeto, o leitor, assim como o ouvinte, “ao perceber e compreender o significado (linguístico) do discurso, ocupa simultaneamente em relação a ele uma **ativa posição responsiva**: concorda ou discorda dele (total ou parcialmente), completa-o, aplica-o, prepara-se para usá-lo, etc.” (Bakhtin, 2016, p. 25, *grifos nossos*). Essa ativa posição responsiva constitui o movimento

³¹ É importante destacar que Bakhtin (2016) considera “enunciados” como sendo tanto escritos quanto falados. Como bem destaca Paulo Bezerra, organizador e tradutor da obra de bakhtiniana, Bakhtin “emprega o termo *viskázivanie*, derivado do infinitivo *viskázivat*, que significa ato de enunciar, de exprimir, transmitir pensamentos, sentimentos, etc. em palavras” (ibid., p. 11). Assim, Bakhtin não faz distinções entre enunciados orais e escritos, mas desenvolve sua perspectiva com ênfase “quer para o ato de produção do discurso oral, quer para o discurso escrito” (ibid., p. 11).

³² Valentin Volóchinov (1895-1936) foi integrante do coletivo conhecido como *Círculo de Bakhtin*, que foi um grupo de estudiosos russos formados em Petrogrado, por volta de 1920, composto por ele, Mikhail Bakhtin, Maria Yúdina, Lev Pumpianski, Pável Medvédev e Constantino Váguinov.

de análise dos enunciados, de modo que os sujeitos, em direção às relações que os enunciados enquanto objeto sintetizam, podem operar suas análises estabelecendo críticas ou não, concordando ou discordando, apontando conformidade com o *status quo* expresso nessas relações ou assumindo compromissos de buscar estratégias para sua superação.

Um exemplo simples dessa ideia é a própria atividade acadêmica; uma pesquisa não começa sem ter algum tipo de relação com texto e não termina (do ponto de vista das tradições e metodologias acadêmicas) sem que se produza um texto. Os periódicos científicos vivem ao passo que neles habitam os textos, assim como os cientistas relacionam-se junto aos textos e entre si para poder formar grupos de pesquisa, laboratórios, linhas de investigação, dentre outros, para produzir (também) diferentes textos. O próprio texto acadêmico, em suas diversas formas, é constituído a partir das citações de texto de outros autores e é colocado pelo seus autores com certa esperança científica de que se tornará, muito em breve, também um conjunto de citações realizadas por seus pares. O texto, portanto, como enunciado, “é o dado (realidade) primário e o ponto de partida de qualquer disciplina nas ciências humanas” (Bakhtin, 2016, p. 87)³³. A análise bakhtiniana do texto como enunciado é muito útil para compreender que o texto demanda *responsividade*; o texto como objeto suscita a organização coletiva intencional (**atividade**) para responder às questões e problemas que também o texto fez emergir.

Tomar o texto como objeto de análise partindo da concepção bakhtiniana dele como enunciado envolve essa ideia de responsividade, uma vez que “toda compreensão é prenhe de resposta, e nessa ou naquela forma a gera obrigatoriamente: **o ouvinte se torna falante**” (Bakhtin, 2016, p. 25, grifos nossos). Nesse sentido, o ouvinte se torna falante e o leitor se torna autor:

Em cada enunciado - da réplica monovocal do cotidiano às grandes e complexas obras de ciência ou de literatura - abrangemos, interpretamos, sentimos a *intenção discursiva* ou a *vontade de produzir sentido* por parte do falante, que determina a totalidade do enunciado, o seu volume e as suas fronteiras (Bakhtin, 2016, p. 37, itálicos no original).

Ou seja, o texto nas atividades humanas produz autores e nestas mesmas atividades empodera esses autores para expressar as diferentes vozes sintetizadas em textos passados; essas e outras

³³ É importante lembrar que Bakhtin (2016) frisa aqui “ciências humanas” mas, na perspectiva que aqui estamos construindo, isso vale para todas as ciências - de forma geral, para toda *atividade humana*. A Física, colocada como ciência da natureza, por exemplo, não poderia ser tal se não fosse também por causa dos textos que a constitui e que são por ela constituídos.

que se desenvolvem no texto atual; e estas ou ainda outras que podem se projetar em textos futuros.

Essa responsividade dos enunciados caracteriza o movimento das atividades onde o texto é tomado como objeto. Como discutimos, o texto que carrega contradições e expressa problemas que demandam superação, o faz sendo enunciado, de modo que todo texto, ao mesmo tempo que pode criar novos problemas, expressa a resposta a problemas anteriores. Sendo o texto objeto de análise e podendo ser compreendido como enunciado que demanda resposta, é importante destacar que “[t]odo enunciado deve ser visto antes de tudo como uma *resposta* aos enunciados precedentes de um determinado campo” (Bakhtin, 2016, p. 57, *itálicos no original*), não sendo possível isolar o texto como algo “teórico” em suposta oposição a algo “prático”, uma vez que “todo enunciado é repleto de variadas atitudes responsivas a outros enunciados de um dado campo da comunicação discursiva” (ibid.). Assim, é possível tomar o texto como objeto de análise entendendo que ele é, ao mesmo tempo - e dialeticamente falando - um *objeto* (histórico) e um *enunciado* (concreto):

É possível uma identidade absoluta entre duas e mais orações (sobrepostas uma à outra, como duas figuras geométricas, elas irão coincidir), além disso, devemos admitir que qualquer oração, mesmo a mais complexa, no fluxo ilimitado da fala pode repetir-se um número ilimitado de vezes em forma absolutamente idêntica, mas como enunciado (ou parte do enunciado) nenhuma oração, mesmo a de uma só palavra, jamais pode se repetir: é sempre um novo enunciado (ainda que seja uma citação) (Bakhtin, 2016, p. 79).

O que não impede que esses enunciados se estabilizem e possam ser identificados justamente por causa dessa estabilização.

Essa natureza responsiva dos enunciados, ao mesmo tempo que configura sua dinâmica de produção, representa-os como objetos que podem ser apropriados/objetivados e que têm *historicidade*. Esses enunciados, se conectam formando cadeias de enunciados que podem se estabilizar, sendo que “[c]ada enunciado é um elo na corrente complexamente organizada de outros enunciados” (Bakhtin, 2016, p. 26) e que são passíveis de interpretação, ao longo da história. Certamente é necessário que nessas interpretações se evite cometer anacronismos, ao mesmo tempo que muitos enunciados ditos no presente nos transportam para o passado, seja porque associam-se à expressões sociais emergentes (e/ou mais estabilizadas) em um outro momento histórico, ou por elementos composicionais, como tema e estilo, por exemplo. Nessa mesma dinâmica é possível, por meio da análise desses enunciados, compreender (ao mesmo

tempo) o tempo histórico em que se vive no presente, como chegamos até esse tempo histórico vindo do passado e também para quais os futuros possíveis nos direcionamos com todas as heranças desse tempo histórico. Muitas vezes nos deparamos com discursos que são por nós identificados como “ultrapassados” e costumamos dizer que os sujeitos daquele discurso parecem viver em outro tempo histórico: expressões machistas e misóginas, racistas, homofóbicas, elitistas, capacitistas, cognitivistas e mentalistas, mecanicistas, etc., nos deixam com esse sentimento de estar vivendo no passado. No entanto, cabe lembrar que “[a]s palavras não se produzem nem se interpretam; as pessoas, engajadas sobre algum assunto, são responsáveis por isso e, em certas circunstâncias, respondem também” (Jones, 2007, p. 341, tradução nossa), sendo que, nesse mesmo sentido, “o ideológico em si não pode ser explicado a partir de raízes animais, sejam elas pré ou supra-humanas. Seu verdadeiro lugar na existência está em um *material signico* específico, que é social, isto é, criado pelo homem [*sic*]” (Volóchinov, 2021, p. 96, itálicos no original). É nesse sentido que falas que remetem ao passado, trazem, em certa medida, esse passado à tona de forma concreta, e não apenas em um “plano discursivo assujeitado”³⁴, como se a esfera da comunicação fosse apartada da concretude das práticas sociais, das atividades humanas. Essas falas do passado não só o encenam no presente³⁵ como se engendram e se articulam entre diferentes sujeitos, que se comprometem com estas falas e, por meio delas, constituem atividades (no presente) que o comprometem e mudam o futuro.

Assim, os sujeitos que falam e que escrevem e também que ouvem e leem, nas atividades de escrita e leitura, são responsáveis pela interpretação dos enunciados e por comporem essa ampla cadeia de enunciados que a perspectiva bakhtiniana discute. Nesse sentido, é por meio da atividade humana que estes enunciados produzem diferentes significados e também que estes significados se estabilizam. Essa estabilidade, faz com que o enunciado estabeleça uma totalidade

³⁴ Fazemos esse destaque, apesar de não dispôr aqui de espaço para aprofundá-lo, pois isso levaria à escrita de outra tese, mas para coadunar com a crítica feita por Jones (2007) aos referenciais do que se considerou chamar de “Análise do Discurso” ou “Análise Textual Discursiva”. De forma direta, Jones (2007) argumenta que tal tipo de análise, especialmente dado seu caráter de defesa de que não existem sujeitos do discurso, não existe. Essa crítica do autor, como não existência de análise do discurso sem sujeito, se alinha com a perspectiva bakhtiniana, uma vez que “todo falante é por si mesmo um respondente em maior ou menor grau: porque ele não é o primeiro falante, o primeiro a ter violado o eterno silêncio do universo, e pressupõe não só a existência do sistema da língua que usa mas também de alguns enunciados antecedentes” (Bakhtin, 2016, p. 26).

³⁵ Como estamos notando atualmente, o crescimento de movimentos neonazistas, retomando antigos signos como as saudações nazistas, a suástica e tantos outros aspectos que parecem ter ficado no passado mas que vivem no presente e impactam o futuro.

de significados e sentidos, que podem ser apropriados numa atividade de análise, por exemplo, uma vez que “[a] relação com os enunciados dos outros não pode ser separada da relação com o objeto (porque sobre eles discutem, sobre eles concordam, nele as pessoas se tocam) nem da relação com o próprio falante” (Bakhtin, 2016, p. 99). Essa totalidade de significados e sentidos que pode ser apropriada representa o próprio “espírito da época”; seu momento histórico. Assim, para discutir como se dá a apropriação/objetivação desse espírito, como totalidade concreta³⁶, discutiremos na próxima seção como se dá essa estabilização dos enunciados.

1.5.2 Enunciados, estabilidade e gêneros do discurso.

Essa estabilização dos enunciados é a estabilização das relações que estes, enquanto objetos, sintetizam. Essas diferentes relações se estabilizam com uma dinâmica própria que envolve certamente a passagem do tempo, desde sua enunciação, mas que não se garante *apenas* porque o tempo passou e determinado enunciado tornou-se “comum” ou “mais generalizável”. Certamente, essa estabilização constitui-se como movimento de generalização - no sentido de *tornar-se parte de um gênero* - mas o que estamos chamando a atenção aqui é que essa estabilização se explicita como um processo de formação de *compromissos*. Com o passar do tempo, aquilo que se assume como compromisso torna-se mais estabilizado, no sentido que, em certa medida, essa estabilização envolve considerar que os enunciados que se estabilizam o fazem constituindo como consenso³⁷ aquilo que neles encontram-se sintetizados, uma vez que “[u]ma consciência só passa a existir como tal na medida em que é preenchida pelo conteúdo ideológico, isto é, pelos signos, portanto apenas no processo de interação social” (Volóchinov, 2021, p. 95). Nesse sentido, a estabilização dos enunciados é também um processo ideo-metodológico, no sentido que os compromissos assumidos pelos agentes do campo onde estes enunciados se estabilizam, em dado momento histórico, configuram-se compromissos específicos de manutenção (ou não) do *status quo*. Trata-se de um processo intencional, axio-onto-epistemológico, de comprometimento com um futuro específico que não outro.

³⁶ “O espírito (o meu e o do outro) não pode ser dado como coisa (objeto imediato das ciências naturais) mas apenas na expressão semiótica, na realização em textos tanto para mim quanto para o outro” (Bakhtin, 2016, p. 75).

³⁷ “A concordância é uma das formas mais importantes de relações dialógicas. A concordância é muito rica em variedades e matizes” (Bakhtin, 2016, p. 102-103).

Bakhtin (2016) discute que essa dinâmica de estabilização dos enunciados é fundamental para compreendê-los, especialmente para entender o contexto em que eles são produzidos (de qual campo advém, quais conteúdos expressam e *com quem e para quem* se direcionam), de modo que “cada enunciado particular é individual, mas cada campo de utilização da língua elabora seus *tipos relativamente estáveis* de enunciados, os quais denominamos *gêneros do discurso*” (Bakhtin, 2016, p. 12, *itálicos no original*). Ou seja, compreender essa estabilização é importante para entender qual *gênero do discurso* produziu determinado enunciado (ou um conjunto de enunciados), de modo que nossa análise dos enunciados sobre a perspectiva do ensino em e sobre ciências produzidos pelo campo de pesquisa em Ensino de Física perpassa a necessidade de assumir que esse campo é composto por diferentes gêneros do discurso. Ainda que o principal objetivo aqui não seja identificar e analisar estes gêneros, tomando-os como objeto, é importante destacar que estes existem e, por meio deles, diferentes enunciados se conectam e diferentes compromissos que são expressos podem ser analisados.

É nesse sentido que torna-se muito importante não perder de vista na citação de Bakhtin (2016) acima o adjetivo “relativamente” para se tratar da natureza da estabilidade desses enunciados. Quando falamos nessa estabilidade, é sobretudo para destacar que essa estabilidade é relativa:

Dois enunciados distantes um do outro, tanto no tempo quanto no espaço, que nada sabem um sobre o outro, no confronto dos sentidos revelam relações dialógicas, se entre eles há ao menos alguma convergência de sentidos (ainda que seja uma identidade particular do tema, do ponto de vista, etc.) (Bakhtin, 2016, p. 102).

Ou seja, o que a perspectiva bakhtiniana nos permite compreender e avançar no estudo de enunciados, envolve, ao mesmo tempo, a ideia de que enunciados não existiram sempre, mas foram produzidos e também que estes não necessariamente existirão (com seu *conteúdo temático, estilo e composição*³⁸) para sempre, mas mesmo assim se estabilizam. Essa estabilidade pode se constituir também quando os enunciados possuem o mesmo tema, considerando que “o tema deve apoiar-se em alguma **significação estável**, caso contrário ele perderá sua conexão com aquilo que veio antes e que veio depois, ou seja, perderá totalmente o seu sentido” (Volóchinov, 2021, p. 229, grifos nossos). Assim, considerando que é o tema que explicita o “sentido da

³⁸ Destacamos essas pois são as categorias bakhtinianas que formam o conjunto de enunciados que são produzidos e podem formar “tipos relativamente estáveis”.

totalidade do enunciado” (ibid., p. 201) e expressa “a situação histórica concreta que gerou o enunciado” (ibid., p. 228), podemos colocar em outras palavras da seguinte forma: aquilo que foi consensuado em determinado campo da atividade humana em dado momento histórico se estabiliza, de maneira cristalizada (assim como um diamante, que é duro mas não é tenaz) mas pode ser transformado, uma vez que os compromissos que sustentam essa cristalização forem confrontados e modificados, quando esse campo da atividade humana produtora desses enunciados que se estabilizaram interage com outros sistemas de atividade, por exemplo.

Não apenas o tema (conteúdo) do enunciado ou o estilo (escolha da linguagem e palavras específicas) nos permite entender o gênero do discurso que ele representa, mas é necessário considerar o que Bakhtin (2016, p. 12) chama de “construção composicional”. Essa construção composicional reforça, mais uma vez, essa estabilidade relativa dos enunciados, pois destaca que:

A riqueza e a diversidade dos gêneros do discurso são infinitas porque são inesgotáveis as possibilidades da multifacetada atividade humana e porque em cada campo dessa atividade vem sendo elaborado todo um repertório de gêneros do discurso, que cresce e se diferencia à medida que tal campo se desenvolve e ganha complexidade (Bakhtin, 2016, p. 12).

Essa infinitude destacada por Bakhtin (2016) é o que configura a dinâmica das atividades humanas de produzirem enunciados, uma vez que a cada nova problematização, no questionamento do consenso expressado por um enunciado estabilizado, novos significados podem ser sustentados por essas atividades (e novos sentidos podem ser produzidos) expressando novos compromissos e apontando na direção de outros problemas que ainda não foram superados. Nesse movimento, muitas vezes, os sujeitos dessas atividades expressam aquilo que entendem como problemas a serem resolvidos *ao mesmo tempo* que sinalizam o que são por eles considerados como problemas já solucionados. No entanto, é justamente por possuir construção composicional além de tema e estilo que os enunciados podem ser analisados e confrontados em relação a aquilo que é considerado como “problemas resolvidos” *versus* problemas que ainda não foram superados, sendo que “[c]oncomitantemente, porém, cada texto (como enunciado) é algo individual, único e singular, e nisso reside todo o seu sentido (a sua intenção em prol da qual ele foi criado)” (Bakhtin, 2016, p. 74). Em outras palavras: a resolução de um problema expressado por um conjunto de enunciados não existe apenas no enunciado em si, mas é constituído (e constituinte) nas atividades humanas de comunicação e produção de significados.

O mais importante para nós, nesse momento do trabalho, é discutir que essa dinâmica e o fato dos enunciados se estabilizarem formando gêneros do discurso, é que essa estabilização expressa a *função* do enunciado em dado momento histórico:

Em cada campo existem e são empregados gêneros que correspondem às condições específicas de dado campo; é a esses gêneros que correspondem determinados estilos. Uma função (científica, técnica, publicística, oficial, cotidiana) e certas condições de comunicação discursiva, específicas de dado campo, **geram determinados gêneros**, isto é, determinados tipos de enunciados estilísticos, temáticos e composicionais **relativamente estáveis** (Bakhtin, 2016, p. 18, grifos nossos).

Essa estabilização, que permite identificar os gêneros do discurso e compreender como os elementos desses gêneros são compartilhados entre os sujeitos da atividade, nos leva ao entendimento dos consensos, uma vez que estes consensos são, em certa medida, as concordâncias estabelecidas entre esses sujeitos na constituição dos compromissos que estes assumem:

Em cada enunciado - da réplica monovocal do cotidiano às grandes e complexas obras da ciência ou de literatura - abrangemos, interpretamos, sentimos a *intenção discursiva* ou a *vontade de produzir sentido* por parte do falante, que determina a totalidade do enunciado, o seu volume e as suas fronteiras (Bakhtin, 2016, p. 37, *itálicos no original*).

Ou seja, se determinado conjunto de ideias (ou propostas, ou abordagens, ou referenciais, ou resultados, etc.) são consensuadas entre os sujeitos das atividades, significa que estas ideias, mesmo que distintas em alguns pontos, se concentram na direção de expressar funções específicas daquele gênero do discurso; engendram diferentes formas de compreender e transformar a realidade (diferentes *intenções discursivas* ou *vontades de produzir sentidos*) a partir de diferentes compromissos que assumem quando consideram comum entre si tais funções.

Para dar um breve exemplo, considerando que discutiremos mais essa questão no momento das análises no terceiro capítulo, podemos analisar o próprio campo de pesquisa em Ensino de Física. Quando determinado enunciado (ou um conjunto de enunciados) se estabiliza e constitui consensos, dentro de determinado gênero do discurso daquele campo, mesmo que existam diferentes autores, em diferentes universidades e linhas de pesquisa atuando com diferentes referenciais e buscando solução para diferentes problemas, é possível que estes compartilhem deste consenso, entendendo que as funções expressas por ele são também consideradas por eles como verdadeiras:

Imaginamos o que o falante quer dizer, e com essa intenção verbalizada, essa vontade verbalizada (como a entendemos) é que medimos a conclusibilidade do enunciado (...) Por isso os participantes imediatos da comunicação, que se orientam na situação e nos enunciados antecedentes, abrangem fácil e rapidamente a intenção discursiva, a vontade discursiva do falante, e desde o início do discurso percebem a totalidade do enunciado em desdobramento (Bakhtin, 2016, p. 37).

Desta forma, diferentes autores, com diferentes compromissos, escrevendo, por exemplo, sobre Física Moderna e Contemporânea (FMC) podem compartilhar uma mesma concepção cognitivista de desenvolvimento humano que autores escrevendo sobre NdC, uma vez que ambos enunciados expressam compromissos em comum quando o seu tema (conteúdo), estilo e construção composicional exercem a mesma função de reforçar, propagar e compromissar com leitores futuros destes enunciados e com seus pares, concepções cognitivistas de desenvolvimento humano. Esse adensamento de diferentes enunciados que se estabilizando formam consensos e dão força à essa função, fazendo com que ela, na dimensão de explicitar e engendrar compromissos, opere concretamente transformações na realidade que, ainda que tenham sido originadas em enunciados pertencentes a gêneros do discurso diferentes (FMC e NdC), contribuem para o desenvolvimento futuro de atividades, aumentando ainda mais a produção de consensos e o contingente de sujeitos compromissados com essa perspectiva e não com outras:

A consciência não pode ser deduzida diretamente da natureza, como tentava e ainda tenta fazer o materialismo mecanicista ingênuo e a psicologia objetiva atual (biológica, behaviorista e reflexologia). A ideologia não pode ser deduzida a partir da consciência, como fazem o idealismo e o positivismo psicológico. A consciência se forma e se realiza no material sîgnico [**o enunciado**] criado no processo da comunicação social de uma coletividade organizada (Volóchinov, 2021, p. 97, grifos nossos).

Ainda que esta discussão possa demandar um estudo mais aprofundado da dinâmica de constituição de diferentes gêneros do discurso no campo de pesquisa em Ensino de Física, uma vez que nossas análises no terceiro capítulo envolverão, por meio das relações entre NdC, HFC e ensino, apenas a perspectiva do ensino em e sobre ciências, podemos neste momento identificá-las como dois gêneros do discurso do campo de pesquisa em Ensino de Física:

Os enunciados e seus tipos, isto é, os gêneros discursivos, são correias de transmissão entre a história da sociedade e a história da linguagem. Nenhum fenômeno novo (fonético, léxico, gramatical) pode integrar o sistema da língua sem ter percorrido um complexo e longo caminho de experimentação e elaboração de gêneros e estilos (Bakhtin, 2016, p. 20).

Nesse sentido, ao mesmo tempo que a estabilidade dos enunciados permite compreender a que gênero do discurso pertencem, é a função que estes diferentes enunciados que se estabilizaram têm em comum que geram os gêneros do discurso. É desta forma que estudando os enunciados que se estabilizam a partir de uma análise dos compromissos neles expressos é que poderemos compreender a função desses enunciados - seus compromissos com a transformação da realidade, sendo que é justamente porque “o direcionamento, o endereçamento do enunciado, é sua peculiaridade constitutiva sem a qual não há nem pode haver enunciado” (Bakhtin, 2016, p. 68). Em outras palavras, é por isso (também) que defendemos que essa análise dos enunciados relativamente estáveis nos permitirá compreender *a que* e *a quem* serve a perspectiva do ensino em e sobre ciências no campo de pesquisa em Ensino de Física brasileiro.

Desta forma, para encaminhar a finalização deste capítulo de pressupostos ideo-metodológicos e avançarmos, discutiremos na próxima seção que essa análise dos enunciados que se estabilizam é também, numa perspectiva ativista transformadora, uma questão (e uma perspectiva) sobre *diálogo*.

1.5.3 Enunciados como objeto de análise e *diálogo multinível*.

Assumindo aqui o risco que é discutir em pouco espaço o conceito de diálogo, dadas as múltiplas interpretações filiadas a inúmeros referenciais deste conceito, ao invés de abordar o máximo possível dessas muitas interpretações de forma mais breve (e em certa medida, superficial) iremos nos concentrar em discutir o que estamos entendendo por diálogo neste momento e como esse entendimento nos ajuda a finalizar nosso capítulo sobre nossos pressupostos ideo-metodológicos e nos fornecer subsídios para o desenvolvimento das análises. Assim, numa perspectiva ativista transformadora, tomar o texto como enunciado e analisar esses enunciados estabilizados na busca de explicitar e compreender os compromissos do campo de pesquisa em Ensino de Física é se colocar em **diálogo** com esse campo. Ao nos apropriarmos dos textos enquanto objeto para nossas análises, os entendendo como enunciados, podemos compreender que estes são parte de um amplo encadeamento de diferentes enunciados que formam, na esfera da comunicação, a *possibilidade de dialogar* (Camillo; Garcia, 2021). Ou seja, os enunciados se estabelecem assim porque são constituídos de *interações discursivas* (Bakhtin, 2016; Volóchinov, 2021) que expressam os compromissos dos sujeitos do discurso e suas

possibilidades de dialogar enquanto sujeitos agentes das atividades de comunicação onde os textos são produzidos.

Essa ideia de diálogo como *possibilidade de dialogar*, nos coloca então a perspectiva de que “[o] diálogo, e o desenvolvimento humano nessa perspectiva, em vez de ser meramente contingente, torna-se uma busca deliberada” (Camillo; Garcia, 2021, p. 1102, tradução nossa) e está conectada com a discussão que fizemos ao longo deste capítulo sobre transformação social ser o coração do desenvolvimento humano, de modo que os complexos processos de interação e colaboração entre os diferentes agentes dessa transformação não se efetivariam sem que estes considerassem a possibilidade de dialogar:

Sendo as práticas coletivas a base do desenvolvimento humano, a possibilidade de diálogo poderia ocorrer em diferentes níveis (professores, comunidade escolar, comunidade local, universidade, etc.) e não se limitar apenas a um espaço específico. As universidades devem dialogar com as escolas não apenas para promover o desenvolvimento das escolas, mas também o seu próprio desenvolvimento, produzindo continuamente conhecimento em "união", conscientes de seus compromissos ético-onto-epistemológicos (Camillo; Garcia, 2021, p. 1103, tradução nossa).

Esses diferentes níveis de diálogo se conectam com nossa situação específica de análise, uma vez que estamos analisando um objeto que já é constituído de forma dialógica, pois como já discutimos até aqui, enunciados têm como princípio teleológico - e como sua própria condição de existência - a especificidade de serem *responsivos*. Ou seja, ao tomar os textos como enunciados, estamos assumindo que estes só existem como enunciados porque sua natureza é dialógica; existem na medida em que podem ser respondidos, confrontados, lidos, relidos e colocados em diálogo. Desta forma, a perspectiva que aqui estamos discutindo de diálogo como *possibilidade de dialogar*, coloca o conceito de diálogo como sendo sempre *diálogo multinível*: **dialogar com diálogo sobre diálogo** (Camillo; Garcia, 2021).

Na perspectiva do *diálogo multinível*, a possibilidade de dialogar é a defesa de que para que efetivamente diálogos se concretizarem nas atividades de comunicação, é necessário considerar sempre “o outro” - ou a *voz do outro* - como elemento fundamental e constituinte da minha *própria voz*, caso contrário, aquilo que é defendido como diálogo se constitui na realidade como monólogo. Considerar a voz do outro, nesse sentido, é se considerar como *agente* das atividades de comunicação, de maneira ativa, tomando a possibilidade de dialogar como ato de *trazer junto o outro* também igualmente como *agente* (Camillo; Garcia, 2021), sem hierarquizar a minha participação e a do outro com base em critérios de poder ou dominação. Diálogo, na

perspectiva do *diálogo multinível*, existe para mim enquanto diálogo *porque e ao mesmo tempo* existe para o outro como possibilidade de dialogar, como oportunidade de ser ouvido, acolhido, entendido, onde aquelas que são as contradições por ele vividas nos sistemas de opressão que lhe oprimem são também reconhecidas por mim como situações de opressão, cujas contradições são também tomadas por mim (e por outros que falaram antes de nós e pelos que ainda falarão com e por nós) como problemas a serem superados. Mesmo não sendo possível, na perspectiva que aqui desenvolvemos, operar com uma quebra ontológica entre enunciados escritos ou orais, ou de efetivamente “falar sozinho no mundo”, é importante considerar que a voz do outro constitui a minha, enquanto dialeticamente a minha, na possibilidade de dialogar, constitui a do outro.

Assim, a perspectiva do diálogo multinível se conecta com a perspectiva bakhtiniana que nos dá suporte, principalmente porque destaca a importância da interação entre os sujeitos do discurso:

As relações dialógicas são de índole específica: não podem ser reduzidas a relações meramente lógicas (ainda que dialéticas) nem a meramente linguísticas (sintático-composicionais). Elas só são possíveis entre enunciados integrais de diferentes sujeitos do discurso (Bakhtin, 2016, p. 91, *itálicos no original*).

Na perspectiva bakhtiniana, diálogo pode ser compreendido por meio ideia de interação discursiva, uma vez que a comunicação é para Bakhtin a essência da linguagem, sendo que uma análise linguística, por exemplo, que não leve em conta essa essência pode ser considerada como insuficiente, ou até ficcional (Marchezan, 2008; Bakhtin, 2016).

Na perspectiva bakhtiniana, diálogo assume essa dimensão de interação discursiva principalmente porque o autor entende e o define como uma “alternância entre os enunciados, entre acabamentos, ou seja, entre sujeitos falantes, entre diferentes posicionamentos” (Marchezan, 2008, p. 116). Como discutimos anteriormente, estudar a estabilidade relativa dos enunciados permite compreender suas possibilidades de dialogar, uma vez que:

Diálogo e enunciado são, assim, dois conceitos **interdependentes**. O enunciado de um sujeito apresenta-se de maneira acabada³⁹ **permitindo/provocando, como resposta, o enunciado do outro**; a réplica, no entanto, é apenas relativamente acabada, parte que é de uma temporalidade mais extensa, de um diálogo social mais amplo e dinâmico (Marchezan, 2008, p. 117, grifos nossos).

³⁹ Que na nossa perspectiva, como dissemos anteriormente, pode ser entendido também como de maneira “cristalizada” - para reforçar a ideia de que esse acabamento ou essa estabilidade são relativos.

Essa perspectiva, portanto, não só nos aponta como a filosofia da linguagem bakhtiniana possui muitos conceitos que se inter-relacionam, mas como estes podem se associar a outras perspectivas que consideram o ser humano como agente do processo de transformação social, indo além de interpretações monológicas (ou *monovocais*) da agência humana e de como os seres humanos interagem nas atividades de comunicação.

Nesse sentido, essa perspectiva de diálogo multinível entende que a “compreensão do enunciado pleno é sempre dialógica” (Bakhtin, 2016, p. 102) e considera importante sempre reconhecer a natureza responsiva dos enunciados, pois assume o compromisso de defender que “[s]e não esperamos nada da palavra, se sabemos de antemão tudo o que ela pode dizer, ela sai do diálogo e se **coisifica**” (ibid., p. 98, grifos nossos). Ressaltamos mais uma vez que, esse compromisso, está comprometido com com interpretações ativistas transformadoras de desenvolvimento humano, não sendo apenas uma concepção puramente linguística sobre os atos de enunciação, uma vez que o conceito de diálogo precisa ser compreendido “em uma chave sociológica, compreendendo não apenas os elementos da situação imediata de comunicação, mas também as **ênfases valorativas**, as esferas da atividade humana, a ideologia do cotidiano, entre outros” (Volóchinov, 2021, p. 73, grifos nossos).

Desta forma, é importante finalizar dizendo que os pressupostos ideo-metodológicos discutidos neste capítulo nos servirão para analisar os enunciados porque defendem o texto como objeto de análise, mas é importante destacar que esse conjunto de pressupostos serve também como uma concepção sobre desenvolvimento humano, que busca superar as concepções puramente cognitivistas e romper com dualismos. Nesse sentido, a perspectiva ativista transformadora aqui desenvolvida busca cumprir um papel duplamente (e dialeticamente) conectado: (1) de servir *ideo-metodologicamente* como suporte para nossas análises no terceiro capítulo e também (2) apresentar nossa perspectiva, comprometida com a axio-onto-epistemologia ativista transformadora, de desenvolvimento humano e ensino-aprendizagem.

Uma vez que estes nossos pressupostos ideo-metodológicos foram aqui devidamente desenvolvidos e apresentados e que expusemos nossos compromissos com estes pressupostos, na sequência desenvolveremos nossa *denúncia* (capítulos 2 e 3) acerca do que estamos chamando, neste momento histórico, de *Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo*, para então

podermos explicitar nosso *anúncio* (capítulo 4) da luta por um *Ensino de Física Ativista Transformador*.

2. Capítulo 2 - Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo

*“Tenho fantasmas na minha casa
Que não superam suas mágoas*

*Que não querem ir embora
(Que nunca vão descansar)*

*Acham que não era a hora
(De ir pra outro lugar)”*

Fantasmas - Cachorro Grande

O trecho da música “Fantasmas” da banda *Cachorro Grande* que abre esse capítulo como epígrafe não foi escolhida à toa. Assim como os fantasmas que não superam suas mágoas e continuam a assombrar as vidas daqueles que ainda vivem, a vida dos seres humanos no ápice da crise do capitalismo tardio é constantemente assombrada, em todos os âmbitos. Quando Marx e Engels (2024, p. 23) iniciam, jocosamente, o *Manifesto do Partido Comunista* dizendo que um “espectro ronda a Europa: o espectro do comunismo” e que “[t]odos os poderes da antiga Europa uniram-se numa caçada demagógica ao espectro” (ibid.), percebemos que o interesse daqueles que estão no poder, especialmente enquanto vivemos no modo de produção capitalista, nunca é fazer com que os fantasmas reais, produzidos e mantidos pelo sistema capitalista, vão para outro lugar e sim criar outros fantasmas, em uma busca desenfreada por lucro, que faz com que aqueles que vivem sintam na carne, todos os dias, os impedimentos concretos que muitas vezes dificultam as possibilidades destes de se organizar em prol de sua superação.

Assim como o espectro que nos ronda não é o do comunismo e sim o do capitalismo - até porque, somente por meio da construção de uma sociedade comunista é que poderíamos nos livrar desse modo de produção dominador e explorador - suas mágoas não só não foram superadas até o presente momento histórico, como se manifestam, de diversas formas, em todas as atividades de (re)produção da vida humana. Nesse capítulo em específico, discutiremos como esse espectro, representado pelo ethos de adaptação e passividade em que vivemos (Stetsenko, 2016) se manifesta no campo de pesquisa em Ensino de Física na forma do que estamos chamando de *Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo* e pode ser identificado e analisado a partir dos compromissos assumidos historicamente pelos agentes desse campo.

Tais compromissos, como argumentamos no primeiro capítulo e discutiremos ao longo desse capítulo, são compromissos axio-onto-epistemológicos, principalmente por sintetizarem e

sustentarem (pelo menos): um conjunto de valores sobre o que deve (ou não) ser considerado em atividades de ensino-aprendizagem; uma ontologia sobre o que é (ou não) um ser humano e qual sua posição no mundo; e uma epistemologia sobre o que é (ou não) conhecimento que deve ser ensinado-aprendido.

Dada essa estrutura, interconectando axiologia, ontologia e epistemologia de maneira interdependente (e também co-constituente entre si), expandiremos a discussão iniciada no primeiro capítulo, de que a axiologia, a ontologia e a epistemologia além de não serem desconectadas entre si, tampouco são desconectados das atividades educacionais, de modo que se expressam nos compromissos assumidos. Como estes compromissos são expressados pelos agentes do campo de pesquisa em Ensino de Física, compreendê-los é importante, ao mesmo tempo, para envisionar as possibilidades concretas de desenvolver outros compromissos que possam superar as contradições dos compromissos assumidos historicamente até aqui, buscando não a manutenção do *status quo* da sociabilidade capitalista, mas sua superação.

A partir disso, nesse capítulo, apresentaremos nossa **denúncia**: dentre os muitos compromissos axio-onto-epistemológicos historicamente assumidos até aqui pelo campo de pesquisa em Ensino de Física, alguns destes apresentam uma tendência a serem cognitivistas-transmissivos-passivos. Tais compromissos, sustentados por atividades específicas, fazem emergir (e sustentam) o que chamamos de *Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo*.

2.1 Ethos de adaptação e passividade.

Atualmente, existe um ethos de adaptação e passividade no pensamento ocidental (Stetsenko, 2016). Esse ethos se baseia em valores como controle e exploração, cujos quais também reforça, perpetuando-os para se manter; valores esses que são expressão do momento histórico em que vivemos: o *status quo* da sociabilidade capitalista.

Esse ethos, bem como seu reforço cotidiano, desafia a ideia de que estejamos vivendo apenas num “antropoceno”, colocando-nos a questionar se, na realidade, não estamos vivendo o que Moore (2016) chamou de “capitaloceno”. Crise climática, uma brutal concentração de renda⁴⁰, desigualdade social e violências de diversas naturezas, fazem com que a vida no planeta Terra esteja cada vez mais perto de colapsar, especialmente nos países que são periferia do

⁴⁰ Parafraseando a grandiosa Maria da Conceição Tavares (1930-2024).

capitalismo. No capitaloceno, a “realidade é bastante real. E, em qualquer avaliação razoável, a situação está se deteriorando” (Moore, 2016, p. 1, tradução nossa).

Esse reforço destes valores não acontece apenas num (suposto) plano ideal (das ideias), mas se encarna nas práticas sociais cotidianas concretas - nas atividades humanas:

De acordo com esse ethos, as pessoas têm habilidades e traços intrínsecos, inatos e em grande parte inalteráveis que se manifestam em performances e conquistas independentemente dos contextos e suportes sociais, econômicos e culturais que os indivíduos recebem ou privam. A implicação "objetiva" imediata é que essa proclamada diferenciação inata entre as pessoas em suas habilidades e traços produz inevitavelmente uma hierarquia social natural, supostamente uma expressão da natureza humana imutável, que rigidamente dita os resultados do desenvolvimento e molda seus caminhos (Stetsenko, 2016, p. 49, tradução nossa).

Ao se manifestar e ser reproduzido nessas práticas, produz impactos sociais que culminam na crença de que seria impossível superá-lo, onde a “dadeza” do mundo é tomada como certeza intransponível, de modo que a única opção que resta ao seres humanos é a adaptação passiva à realidade posta (Stetsenko, 2016). Essa crença, produz efeitos sociais extremamente complexos, como por exemplo o que Fisher (2020) chama de “realismo capitalista”, que em resumo significa que, no atual momento histórico, seria mais fácil acreditar no fim do mundo do que no fim do capitalismo.

Desse modo, esse ethos produz efeitos concretos que não só influenciam periféricamente mas necessariamente transformam a dinâmica de (re)produção da vida humana de forma drástica. Por isso, precisa ser analisado não de maneira dicotomizada dessas práticas, mas à luz de referenciais como os que aqui estamos nos filiando: que tomam as atividades humanas como *unidades de análise* (Camillo; Mattos, 2014; Camillo, 2015). Diferentes atividades humanas que relacionadas formam o tecido da realidade, e que muito mais do “uma ideia abstrata” são “unidade da vida real” (Camillo; Mattos, 2014), pois ao considerar a atividade humana como unidade de análise “busca-se levar em conta toda a complexa estrutura cultural e histórica que sustenta, ao mesmo tempo, a formação do indivíduo singular e a formação do gênero humano; processos que não podem ser pensados senão em uma profunda interconexão” (ibid, p. 215).

Essa interconexão contribui para o entendimento do tecido da realidade como uma malha complexa de diferentes atividades, imbuídas de seus diferentes motivos e orientadas para diferentes objetos. Certamente, esse ethos também afeta a atividade científica, enquanto atividade humana pertencente a essa malha complexa. Como nos lembra Azeri (2016, p. 104, tradução

nossa), a atividade científica é subsumida ao capital, uma vez que “o conhecimento, como produto particular da atividade humana, não é um agregado propositivo, mas a reconstrução das regras da atividade humana, que assume uma forma particular em cada época histórica em face das relações sociais de produção”. Ao mesmo tempo que isso não significa que não possamos produzir conhecimentos que desafiem e/ou que façam parte do amplo movimento de superação da sociabilidade capitalista, significa que nenhuma atividade está desconectada do momento histórico que se vive e, conseqüentemente, dos modos de (re)produção da vida humana neste momento. Em outras palavras: podemos produzir conhecimento de forma anticapitalista e construir coletivamente esse movimento de superação da sociabilidade capitalista, mas sem esquecer que, sendo construído nesse momento presente, ele não passará ileso ao capitalismo pois está sendo gestado ainda “dentro” dele.

Um dos principais fenômenos sociais emergentes a partir desse ethos, agravado pelo fato deste emergir num contexto histórico onde (ainda) não superamos o modo de sociabilidade capitalista, é sua capacidade de colocar os seres humanos em constante situação de **crise** (Moore, 2016; Dafermos, 2002; Stetsenko, 2022). Essa crise, não se resolve de maneira pragmática com uma ou outra “boa prática” isolada aqui ou ali, mas apenas com um amplo projeto coletivo de superação da sociabilidade capitalista. Nesse sentido, o *Ensino de Física Ativista Transformador* que pretendemos propor nesta tese de doutorado precisa ser tomado como parte desse amplo movimento de superação do capitalismo, mas não como a totalidade de sua superação, como se pudesse, por si só, desempenhar tal tarefa.

Além disso, uma das maiores dificuldades encontradas em períodos agudos de crise, é justamente o fato de que crises “não são facilmente compreendidas por quem as vive” (Moore, 2016, p. 1, tradução nossa) principalmente porque o maior desafio acaba tornando-se, muitas vezes, ensinar (ou até mesmo convencer) as pessoas de que vivemos uma situação de crise, como é o caso das mudanças climáticas e do “fantasma do comunismo”, por exemplo. Além disso, as dificuldades se relacionam também ao estudo da crise, uma vez que “[a]s filosofias, conceitos e histórias que usamos para dar sentido a um presente global cada vez mais explosivo e incerto são - quase sempre - ideias herdadas de um tempo e lugar diferentes” (Moore, 2016, p. 1, tradução nossa).

Tal crise, não se resolve também num plano político neoliberal, com uma perspectiva conciliatória de classes, mas num plano político anticapitalista, com perspectivas revolucionárias de superação (e/ou destruição) de classes sociais:

Homem [*sic*] livre e escravo, patricio e plebeu, senhor e servo, mestre de corporação e assalariado; resumindo, opressor e oprimido estiveram em constante oposição um ao outro, mantiveram sem interrupção uma luta por vezes aberta - uma luta que todas as vezes terminou com uma transformação revolucionária ou com a ruína das classes em disputa (Marx; Engels, 2024, p. 25-26).

Ou seja, discussões sobre a necessidade de uma revolução que supere o modo de sociabilidade capitalista, nesse sentido, não virá apenas do campo da Educação, ao mesmo tempo que não será construída sem que ela possa servir como ferramenta das transformações sociais revolucionárias. Como nos lembra Freire (2022, p. 46), é importante que estejamos conscientes de que “[n]ão é também a liberdade um ponto ideal, fora dos homens [*sic*], ao qual inclusive eles se alienam. Não é ideia que se faça mito. É condição indispensável ao movimento de busca em que estão inscritos os homens [*sic*] como seres inconclusos”. Nesse sentido, a liberdade é um “parto doloroso” (ibid.) mas que dá a luz a um novo ser humano, que “só é viável na e pela superação da contradição opressores-oprimidos, que é a libertação de todos” (ibid., p. 48).

Superação essa que deve ser pautada e concretizada coletivamente a partir de agora, principalmente quando consideramos que todos os “esforços para transcender o capitalismo de qualquer forma igualitária e amplamente sustentável serão impedidos enquanto a imaginação política radical estiver refém da organização da realidade do capitalismo” (Moore, 2016, p. 3, tradução nossa). O capitalismo desenvolve suas formas de autoproteção e perpetuação de seu sistema de dominação e exploração, de diversas formas possíveis (Wright, 2019) e continua criando novas formas, quanto mais tempo passa sendo o modo dominante de (re)produção da vida humana.

Sendo que esses impedimentos existem há tanto tempo quanto existe o capitalismo, tal discussão certamente não é nova, mais remonta a toda história do proletariado, de modo que essa é uma história de constante luta. Luta essa que, vale mencionar, “[d]e tempos em tempos os trabalhadores vencem, mas só provisoriamente. O verdadeiro fruto de suas batalhas repousa não no resultado imediato, mas na **união cada vez mais abrangente**” (Marx; Engels, 2024, p. 39, grifos nossos). Nesse sentido, o processo de luta pela superação desse ethos que aqui estamos

denunciando é constante, mas deve começar a partir do *agora* já imerso em compromissos com o *futuro*. Futuro esse que não podemos aceitar como sendo o futuro posto pela sociabilidade capitalista; futuro esse que não pode ser o futuro arquitetado pelo capitaloceno.

Uma vez que essa crise se instaura em todos os âmbitos da sociedade, a Educação não passa impune, de modo que deveria ser tomada como uma ferramenta que contribui para superação dessa crise:

as abordagens críticas e socioculturais não desafiaram suficientemente o ethos da adaptação e as premissas associadas no nível da visão de mundo sobre o desenvolvimento humano, a mente e a aprendizagem – isto é, o nível das premissas ontológicas e epistemológicas centrais – especialmente nas aplicações à educação (Stetsenko, 2016, p. 55, tradução nossa).

Assim, da mesma forma, os efeitos produzidos por essa crise no campo da Educação não se resolvem com práticas isoladas em pequenos grupos, mas com um amplo projeto de transformação. Ou seja, a partir da aproximação de diversos coletivos, formando um conjunto de *compromissos*, com uma perspectiva ativista transformadora.

Nesse sentido, o que iremos explorar ao longo deste capítulo, é que esse ethos se sustenta por meio de um conjunto de atividades específicas, que se desenvolvem a partir dos compromissos assumidos pelos sujeitos (agentes) dessas atividades. Assim, como discutimos, esses compromissos envolvem (ao menos) uma perspectiva de futuro, de modo que as atividades se organizam a partir desses compromissos e, quando não organizadas com fim de superar esse ethos, por exemplo, continuam reinventando-o, enquanto o perpetuam, cotidianamente, na dinâmica de (re)produção da vida humana.

Esse ethos se sustenta em atividades que carregam e expressam valores como *predição* e *controle* da cognição de estudantes e professores, por meio de uma lógica onde é necessário, de antemão, prever que tipo de materiais, abordagens e referenciais, por exemplo, vão “modificar” mais essa cognição. Uma vez que se conhece a cognição humana e se sabe como podemos (mais e melhor) modificá-la, na **axiologia** (enquanto sistema de valores) sustentada nesse ethos, essa cognição existe para ser controlada.

Sendo controlada, as formas pelas quais os seres humanos se desenvolvem também podem ser controladas, de modo que o potencial humano é tomado como limitado - sempre dependente de estruturas estanques em si mesmas e que precisam ser entendidas por meio de

diferentes estágios, hierarquicamente linearizados. Assim, é necessário ir avançando de estágios, cada vez mais, de forma linear, de modo que o ser humano se desenvolveria por meio da acumulação de diferentes conteúdos ensinados e aprendidos em si mesmos em cada um desses estágios. Desta forma, o desenvolvimento humano nunca é tomado no que ele pode *vir a ser* (de forma *potencial*), mas sempre analisando o que ele de fato *é* (de forma *coisificada*), de modo que que nesse ethos, a **ontologia** existe para identificar (e manter) o ser humano naquilo que ele é: um ser que será melhor quanto mais adaptado estiver.

Esse ethos se sustenta, portanto, em atividades que carregam e expressam ontologias que consideram que o processo de desenvolvimento humano se concretiza de maneira passiva, por meio da adaptação. Tais ontologias, comprometidas com a passividade e adaptabilidade, também orientam as práticas educativas, de modo que criam e sustentam interpretações onde os seres humanos ensinam e aprendem por meio da *transferência* e *reprodução* de conteúdos em si. Nessas perspectiva passiva e adaptativa, a posição ocupada pelo professor seria a de transmitir os “conteúdos em si”, enquanto a posição ocupada pelos estudantes seria a de “absorver”, acomodando/acoplando esses conhecimentos à sua estrutura cognitiva, modificando ela, e depois “reproduzir” esses conteúdos acomodados/acoplados nas suas concepções de mundo e/ou em testes e práticas específicas.

Além disso, esse ethos se sustenta em atividades que carregam e expressam **epistemologias** que consideram o conhecimento - e seus processos históricos de produção e disseminação - de forma *domesticada* e *despolitizada*. Nessa lógica, é preciso “limpar” os aspectos políticos que constituem as atividades relacionadas à produção e disseminação de conhecimentos e acessar o conhecimento “puro”. Não raro, encontraremos discussões imbuídas de falas como “o conhecimento científico é sim neutro, mas os cientistas não são”, aliadas à clássica dicotomia sujeito *versus* objeto. Ainda que considere o conhecimento científico, por exemplo, uma “atividade humana coletiva”, insiste na discussão sobre os “pais” de determinado tipo de conhecimento, bem como nos “gênios” de determinadas descobertas ao longo da história. Mesmo atacando o positivismo lógico, defendendo sua superação, trata o conhecimento apenas em sua dimensão puramente epistêmica, reforçando esse positivismo, em suas concepções de mundo e práticas. Assim, nesse ethos, a epistemologia existe com a função de manter o conhecimento - e as possibilidades de conhecer - reduzidos apenas à sua dimensão epistêmica,

como se o conhecimento e as possibilidades de acessá-lo tivessem uma estrutura ilibada, em si mesmo, puramente epistêmica.

Cabe destacar, no entanto, que não significa que apenas os compromissos assumidos com perspectivas educacionais que busquem a superação desse ethos sejam suficientes para superá-lo em sua totalidade. É importante destacar que a sociabilidade capitalista é uma totalidade complexa, que possui diversas relações e modos de (re)produção, o que faz da luta por sua superação em âmbito da Educação em Ciências, por exemplo, apenas uma das faces de um amplo movimento de superação.

Uma vez que o campo de pesquisa da Educação em Ciências possui relações também com os campos específicos do Ensino de Física, Química e Biologia, por exemplo, é também nesse sentido que esse ethos afeta o campo de pesquisa em Ensino de Física, como discutiremos ao longo deste capítulo.

Assim, defendemos que nesse ethos que aqui estamos denunciando e assumindo o compromisso de buscar coletivamente sua superação, o que é de maior valor, aquilo que se considera a essência e como se consideram as possibilidades de aprender, se resumem a *acessar* e poder *controlar* as modificações na “estrutura cognitiva”, tanto de professores quanto de estudantes, de modo que os compromissos assumidos historicamente até aqui, nesse ethos específico que estamos analisando, são **cognitivistas** em relação a como as pessoas *aprendem*. Nesse ethos, quanto mais transmissor for o professor, e quanto mais receptor for o estudante, mais adaptados (e ensinados ou domesticados) eles se encontram. Uma vez que essa lógica de transmissão passiva acompanha como par dialético a lógica da recepção passiva, os compromissos historicamente assumidos até aqui, nesse ethos específico que estamos analisando, são **transmissivos** em relação a como as pessoas *ensinam*. Ou seja, nesse ethos, ainda que se defenda que o conhecimento não é neutro, tanto a possibilidade de conhecer como os conhecimentos produzidos sobre essas possibilidades são tratados de forma neutra e reduzidos apenas à dimensão puramente epistêmica, de modo que os compromissos assumidos historicamente até aqui, nesse ethos específico que estamos analisando, são **passivos** em relação a como as pessoas agem no mundo com o que aprendem-ensinam.

Nesse sentido que nossa denúncia é de que, dentre os vários compromissos que o campo de pesquisa em Ensino de Física assumiu historicamente até aqui, existe uma tendência destes serem compromissos axio-onto-epistemológicos cognitivistas-transmissivos-passivos. Ou seja,

atualmente, existe no campo de pesquisa em Ensino de Física uma manifestação desse ethos que se configura como um *Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo* e precisa ser superado. Tal superação, neste momento histórico, só poderá ser concretizada com o desenvolvimento de um novo Ensino de Física, que ao longo da tese estamos tratando como *Ensino de Física Ativista Transformador*. Esse novo Ensino de Física que queremos, uma vez que nos é posta a estrutura da sociabilidade capitalista em que vivemos, também precisa estar alinhado com uma perspectiva anticapitalista.

Nesse sentido ainda, podemos conceituar que esse *Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo* é uma expressão do que Freire (2022) chamou de “educação bancária” onde o “especialista” é o que sabe, enquanto “os educandos são os que nada sabem, cabe àquele [o especialista] dar, entregar, transmitir o seu saber aos segundos. Saber que deixa de ser de ‘experiência feito’ para ser de experiência narrada ou transmitida” (ibid., p. 83). Tal especialista, dependendo da atividade, pode ser o professor, mas pode também, como no nosso caso específico, serem os agentes da perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências no campo de pesquisa em Ensino de Física, que assumindo os compromissos que historicamente assumem, ajudam a reforçar o status quo onde a educação predominante (ainda) é a bancária e não a libertadora:

Não é de estranhar, pois, que nesta visão “bancária” da educação, os homens [*sic*] sejam vistos como **seres de adaptação**, do ajustamento. Quanto mais se exercitem os educandos no arquivamento dos depósitos que lhes são feitos, tanto menos desenvolverão em si a consciência crítica de que resultaria a sua inserção no mundo, como **transformadores** dele. Como sujeitos” (Freire, 2022, p. 83, grifos nossos).

Uma vez exposta nossa denúncia, precisamos trabalhar nela, discutindo suas especificidades - o que faremos ao longo desse capítulo - e apresentando e analisando a empiria que a atividade de mapeamento do campo de pesquisa em Ensino de Física nos proporcionou - o que faremos no terceiro capítulo.

Assim, passaremos então para a **análise** que buscará apresentar e discutir como esse ethos se manifesta no campo de pesquisa em Ensino de Física. Faremos essa análise em relação à estrutura dos sistemas de atividade em interação que compõem esse campo de pesquisa.

2.2 Como esse ethos se manifesta no campo de pesquisa em Ensino de Física?.

Para discutir de que formas esse ethos de adaptação e passividade se manifesta no Ensino de Física precisamos considerar que existem diversas atividades que interagem para que nosso enfoque de pesquisa (a perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências) situado no campo de pesquisa em Ensino de Física emergja. Assim, o campo de pesquisa em Ensino de Física, colocado sob as lentes da Teoria da Atividade Cultural-Histórica enquanto *atividade*, possui também uma estrutura própria que é constituída na relação dele com outras atividades que com ele interagem. Algumas dessas atividades servem como produtoras de sujeitos, instrumentos ou regras, por exemplo, na complexa dinâmica de constituição dessa atividade que denominamos como campo de pesquisa em Ensino de Física.

Para nos ajudar com a apresentação e análise dessa complexa dinâmica, nos apoiaremos naquilo que Engeström (2014) tratou como “atividades vizinhas”; “atividade central” e “atividade objeto”. Em resumo: as atividades vizinhas são as que se formam nas vizinhanças de uma atividade central, produzindo (e/ou complexificando) os elementos que formam a estrutura dessa atividade. A partir dessa formação, uma atividade central se forma e as contradições internas que se estabelecem nessa formação dão origem às atividades objeto, que apesar de também possuírem contradições internas, avançam na superação das contradições que se formam tanto nas relações **entre** as atividades vizinhas e as atividades centrais quanto **dentro** das atividades centrais. Nesse sentido, uma atividade objeto (resultante da relação entre determinadas atividades vizinhas na formação de uma atividade central que possui contradições internas), pode atuar como atividade vizinha em situações posteriores, onde vai ser produtora (e/ou complexificadora) dos elementos de novas atividades centrais que, por sua vez, também formarão outras atividades objeto e assim sucessivamente⁴¹.

Essa categorização em relação às atividades e as contradições nos ajudará a compreender como a nossa atividade objeto principal - o campo de pesquisa em Ensino de Física - se direciona ao texto como seu objeto e, a partir desse direcionamento, é que podemos nos apropriar desses textos e objetivar as nossas análises que sustentarão nossa denúncia em relação ao *Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo*.

⁴¹ É importante destacar que esse aparente “ciclo” de sucessivas atividades que vão se formando é sempre um processo contraditório e que se forma na busca que as atividades desempenham para superar tais contradições e não como algum tipo de “consequência natural”.

Para desenvolver os conceitos de “atividades vizinhas”, “atividade central” e “atividade objeto”, Engeström (2014) se apóia na ideia de que a estrutura da atividade humana, movida pelas contradições historicamente instauradas, possui também contradições internas, que o autor define como tendo quatro diferentes camadas: contradições primárias, secundárias, terciárias e quaternárias.

As *contradições primárias* são aquelas que se formam a partir da contradição entre *valor de uso* e *valor de troca*⁴² **dentro** de cada componente do triângulo que serve como modelo para a estrutura da atividade. Uma contradição é primária quando se estabelece no sujeito, no objeto, nos instrumentos, nas regras, na comunidade ou na divisão do trabalho, por exemplo, na constituição de uma atividade central.

As *contradições secundárias* se formam **entre** esses componentes da estrutura de uma atividade central. Na relação entre sujeito e objeto, comunidade ou divisão do trabalho, por exemplo, ou entre qualquer outro desses componentes.

As *contradições terciárias* se formam “quando representantes da cultura (por exemplo, professores) introduzem o objeto e o motivo de uma forma culturalmente mais avançada da atividade central na forma dominante da atividade central” (Engeström, 2014, p. 70, tradução nossa). Um exemplo clássico dado por Engeström (2014) é o de um estudante que vai para a escola com um motivo específico, que pode ser, por exemplo, encontrar com seus amigos e conversar. A contradição terciária emergiria nesse caso quando seus pais ou professores introduzissem um motivo de uma atividade culturalmente mais avançada, como por exemplo, estudar seriamente e construir conhecimentos específicos e apurados sobre as ciências naturais.

Por fim, *contradições quaternárias* se formam entre as atividades vizinhas e a atividade central, na dinâmica que as primeiras estabelecem em produzir (e/ou complexificar) os diferentes componentes que formam as segundas. Na interação entre as atividades vizinhas e as atividades centrais, tais contradições se formam e afetam a emergência das atividades objetos, pois nessa interação existem “conflitos e resistências que aparecem no curso da ‘implementação’ dos resultados da atividade central no sistema da atividade objeto” (Engeström, 2014, p. 72, tradução nossa).

⁴² De forma bastante resumida, porém didática, Duarte (2012, p. 7) explica que podemos entender que *valor de uso* “diz respeito à utilidade concreta que a mercadoria terá para quem vier a adquiri-la” enquanto que o *valor de troca* é aquele cujo qual permite que a mercadoria possa ser comprada e vendida, uma vez que “todas as mercadorias podem ser trocadas umas pelas outras, independentemente do fato de cada uma delas ter um valor de uso distinto das demais” (ibid.).

Para tentar melhor ilustrar o que Engeström (2014) explica, buscando avançar para as análises que faremos a partir da próxima seção, podemos pensar que a atividade objeto (“Física Escolar”) se constitui no espaço da escola, a partir de uma atividade central (“Escola”), que por sua vez se constitui a partir de diversas atividades vizinhas, como o governo, a universidade ou a família, por exemplo. Essa atividade central se forma com contradições quaternárias em relação às atividades vizinhas: quando atividades produtoras de instrumentos (como o governo e a universidade) produzem instrumentos que não se conectam com as necessidades escolares, ou só fariam sentido em uma atividade culturalmente superior do que naquele momento a atividade central (“Escola”) pode vir a ser⁴³. Ou ainda, quando o governo, enquanto atividade vizinha produtora de regras, elabora regras (ou leis) que são impraticáveis no ambiente escolar, seja porque não dialogam em nada com a estrutura da atividade central (“Escola”) ou porque parte de premissas sobre essa atividade central que não são concretas, que são apenas a forma (muitas vezes) distorcida⁴⁴ com a qual autoridades governamentais a entendem.

Nesse nosso exemplo, a atividade central (“Escola”), se estabelecendo nessa relação contraditória a partir de atividades vizinhas, desenvolverá também contradições internas (primárias e secundárias) e que apresentarão contrastes, tanto em relação à uma atividade culturalmente superior - o que seria uma Física Escolar envisioned no futuro como sendo concretamente superior, formando “cidadãos cientificamente alfabetizados” de verdade, por exemplo - quanto em relação à atividade objeto (“Física Escolar”), que também se formará com contradições internas, de nível primário. Essa atividade objeto, carregando tais contradições primárias, quando atuar como atividade vizinha na formação de outra atividade central, se constituirá também de maneira contraditória. É exatamente nessa constituição (sempre) contraditória que as atividades buscam a superação das contradições e que encontram nessa busca seu próprio motor histórico - seu devir (Engeström, 2014; Camillo, 2015; Stetsenko, 2016).

Cabe destacar que na constituição das atividades centrais em relação com as atividades vizinhas existem contradições de todas essas camadas que Engeström (2014) discute. Tais

⁴³ Um exemplo um tanto exagerado mas que ajuda a ilustrar essa ideia seria a escola recebendo peças de um acelerador de partículas para ser montado sendo que mal consegue ter um pequeno espaço para laboratório didático, ou estrutura financeira para manter esse tipo de espaço.

⁴⁴ Importante destacar que com “distorcida” não estamos acreditando que isso seja feito de forma acidental. Não precisamos de muitas análises profundas para entender que, em sua maioria, governos eleitos em eleições burguesas em democracias burguesas estarão sempre muito mais a serviço da manutenção do que da destruição (e efetiva superação) do *status quo* da sociabilidade capitalista.

contradições se estabelecem na própria relação que a estrutura das atividades vizinhas estabelece ao ser produtora (de sujeitos, instrumentos ou regras, por exemplo) das atividades centrais. Assim, como destacamos acima no nosso exemplo, tais atividades centrais podem ter uma atividade considerada como “culturalmente superior” à elas, com outra estrutura, que se encontra, por exemplo, envisionada no futuro dos sujeitos dessas atividades centrais. No entanto, analisar aqui todas essas atividades vizinhas nas minúcias de suas estruturas e contradições foge dos objetivos deste trabalho. Entretanto, o que faremos na sequência é apresentar como essas atividades vizinhas, ao serem produtoras das atividades centrais, fazem emergir a atividade objeto que nos interessa analisar: o campo de pesquisa em Ensino de Física, especialmente em relação à perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências sintetizadas no texto como objeto desse campo.

Estamos partindo do pressuposto que a nossa atividade central “campo de pesquisa em Ensino de Física” emerge a partir da relação entre duas outras atividades objeto: “Física Escolar” e “Licenciatura em Física”, que na dinâmica dessa emergência se constituem como atividades vizinhas da atividade central “campo de pesquisa em Ensino de Física”. Essa atividade central, por possuir contradições internas (entre sujeito e objeto e comunidade e divisão do trabalho, por exemplo), carrega tais contradições na formação da atividade objeto “Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo”. Assim, a partir da análise que aqui faremos dessa atividade objeto, estamos envisionando o que seria a atividade culturalmente superior, denominada por nós como *Ensino de Física Ativista Transformador* - que será amplamente discutida (em termos de constituição) no quarto capítulo.

Para realizar tal apresentação e análise, nas seções seguintes, iremos apresentar as figuras que mostram como estas atividades se formam e suas estruturas e aprofundaremos essa formação a partir da discussão entre suas atividades vizinhas, atividades centrais e atividades objeto.

2.2.1 Estrutura da atividade objeto “Física Escolar”.

Na formação da atividade objeto “Física Escolar”, podemos identificar uma série de atividades vizinhas que, formando a atividade central “Escola”, permitem a emergência desta atividade objeto. As atividades vizinhas (“Governo”, “Universidade” e “Família”) atuam na produção de instrumentos, sujeitos e regras na atividade central “Escola”.

As atividades produtoras de instrumentos atuam desde a produção de materiais didáticos específicos, até na construção de espaços didáticos como laboratórios, por exemplo, e cadernos

de orientação curricular - que apesar de também comporem a atividade central “Escola” produzindo regras, em certa medida, também entra nela com *status* de instrumento. Essa produção não se dá sem o estabelecimento de contradições, de modo que na emergência da atividade objeto “Física Escolar” várias dessas contradições produzem efeitos concretos que contribuem para o engessamento do ensino de Física na escola e, muitas vezes, pelo desinteresse na disciplina.

Ainda que existam diversos sujeitos que são os agentes das atividades que se formam no ambiente escolar, na atividade central “Escola” consideramos as atividades “Família” e “Universidade” como produtoras de sujeito pois, uma vez que a atividade objeto “Física Escolar” se constitui com os professores e estudantes como sujeitos, estes são produzidos pela família e pela universidade. Certamente, elementos culturais e históricos de ambas atividades produtoras emergem na atividade objeto, de modo que a relação que se estabelece entre estudantes e professores também pode se constituir com uma série de contradições, permeadas por diferentes relações de poder e expectativas em relação ao motivo e objeto dessa atividade.

Nesse sentido, ainda que não seja especificamente esse o objeto de nossa análise, cabe destacar que, mesmo com uma série de diferentes contradições, e um mosaico de diferentes motivos, podemos dizer que o objeto da atividade “Física Escolar” é *ensinar e aprender Física*. Em certa medida, o professor de Física tem como um dos motivos dessa atividade, de forma mais geral, “ensinar Física”. Certamente esse motivo envolve diversos outros motivos, herdados também das atividades vizinhas, que muitas vezes formam os jargões que nos deparamos como “preparar os estudantes para o mundo do trabalho”, “ensinar para a vida”, “formar cidadãos” ou mesmo o (aparentemente) mais sofisticado “formar cidadãos críticos e cientificamente alfabetizados”.

Da mesma forma, os estudantes de Física têm como um dos motivos dessa atividade “aprender Física”. Nem sempre esse é o motivo comum a cada um desses sujeitos, uma vez que uma série de outros motivos (que certamente não são apenas desejos pessoais mas muitas vezes obrigações, inclusive legais) se fazem presentes. Além disso, existem uma série de outros motivos que podem emergir tanto na atividade central “Escola” como na atividade objeto “Física Escolar”. Por exemplo, como já destacamos antes com Engeström (2014), muitas vezes o motivo principal em estar na escola pode ser “encontrar com os amigos e socializar”, por exemplo. Outro motivo, mais específico na atividade objeto principalmente em alunos do terceiro ano do ensino

médio pode ser “entrar no vestibular” tendo em vista o papel que muitas vezes a disciplina de Física possui em servir como uma espécie de “filtro” na aprovação em vestibulares.

É importante destacar que a constituição desses motivos é também um fato histórico, no sentido de que emergem a partir de contradições que foram historicamente instauradas principalmente nessa dinâmica de ter como atividades produtoras de instrumentos mas também de regras, atividades como a universidade e o governo. Quando olhamos para a constituição histórica do que aqui estamos chamando de “Física Escolar” a dinâmica histórica que constitui esses motivos que se encarnam nas atividades fica evidente.

Por exemplo, como destacam Rosa e Rosa (2007), quando tratamos de Ensino de Física, a pergunta “ensinar para quê?” continua extremamente relevante. Tal relevância, poderia ser justificada por nós principalmente devido à essa miríade de diferentes motivos presentes na atividade objeto “Física Escolar”, por exemplo. Assim, em uma análise histórica, Rosa e Rosa (2007, p. 3) indicam que “o poder da educação escolarizada na sociedade moderna se apresenta como forma de submissão dos indivíduos a padrões culturais reduzidos a ‘bens de consumo’ (comportamento, hábitos, costumes...)” o que caracteriza uma série de dificuldades no desenvolvimento de um Ensino de Física comprometido com a transformação social, de modo que ao invés dos tais “cidadãos críticos e cientificamente alfabetizados” acabamos por formar “sujeitos dependentes, com personalidades fragilizadas e susceptíveis de ‘modismos’” (ibid.). Em suma, muitas vezes, ao invés de formar *cidadãos*, estamos formando apenas *consumidores*.

Nesse sentido, Rosa e Rosa (2007) discutem que, historicamente, existe uma influência da perspectiva neoliberal na Educação de forma geral, o que também afeta o Ensino de Física e se manifesta de diversas formas. Uma delas, pautada numa noção de que o conhecimento científico por si só traria “liberdade individual” aos estudantes - muito similar ao que encontramos, muitas vezes na discussão que fazem alguns referenciais na área de Educação em Ciências sobre o processo de “tomada de decisão”, por exemplo - se configura como uma das formas pela qual essa influência neoliberal contribui para a manutenção (e perpetuação) do *status quo*:

Os autores que defendem a liberdade como decorrente do conhecimento, do papel que este conhecimento representa no desenvolvimento das nações, principalmente perante os avanços científicos e tecnológicos, apontam para a necessidade de que o processo de ensino escolarizado sofra mudanças e rompa com os modelos tradicionais de ensino. Neste novo milênio é necessário, no entender destes pesquisadores, **que a escola assuma o papel de formadora de um profissional competente e habilitado e que**

esteja preparado para ser “absorvido” o mais rápido possível pelo **mercado de trabalho** (Rosa; Rosa, 2007, p. 3, grifos nossos).

Isso mostra uma das formas pelas quais o ethos de passividade e adaptação se manifesta na formação da “Física Escolar”. Essas ideias neoliberais constituem o currículo que entra na escola, encarna na cultura e faz com que a escola, que poderia ser espaço de transformação social e ruptura do *status quo*, sirva-lhe como aparelho de perpetuação. Perpetuação essa que se mantém tanto na formação desse (suposto) “profissional competente” quanto pela domesticação política que impõe nele, contribuindo também para que o capitalismo o domine de forma ideológica.

Nesse sentido, é que o *Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo* faz parte de um amplo espectro daquilo que Freire (2022) chamou de “educação bancária”. Essa educação bancária, que se mantém também devido à manutenção do *status quo*, pois é também uma expressão dele, serve a esse sistema de domesticação política de modo que “jamais possa orientar-se no sentido da conscientização dos educandos” (Freire, 2022, p. 85). Orientar-se no sentido dessa conscientização significa contribuir para a formação dos sujeitos que, engajados em diferentes atividades de transformação social que estão também *além dos muros da escola*, poderiam romper o *status quo*, de forma revolucionária. Precisamente por causa do *medo da liberdade* (Freire, 2022) que têm, tanto os oprimidos quanto os opressores, é que a educação, atualmente bancária, pena lutando para ser problematizadora, de modo que professores que se encontrem comprometidos com essa luta estão sempre “nadando contra a corrente”; sempre lutando contra o capitalismo. Certamente que este medo da liberdade não é o mesmo para opressores e oprimidos, de modo que nos “oprimidos, o medo da liberdade é o medo de assumi-la. Nos opressores, é o medo de perder a ‘liberdade’ de oprimir” (Freire, 2022, p. 45).

Esse medo da liberdade que discute Freire (2022) que afeta tanto opressores quanto oprimidos é um dos combustíveis que mantém o sistema de opressão do maquinário do capitalismo funcionando, uma vez que esse sistema não se desfaz por acidente ou por sorte, mas apenas por meio da luta revolucionária:

A realidade social, objetiva, que não existe por acaso, mas como produto da ação dos homens [*sic*], também não se transforma por acaso. Se os homens são os produtores desta realidade e se esta, na ‘inversão da práxis’, se volta sobre eles e os condiciona, transformar a realidade opressora é tarefa histórica, é tarefa dos homens (Freire, 2022, p. 51).

Desta forma, o *Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo* se apóia em uma concepção de desenvolvimento humano passiva e adaptativa, pois é a única forma de poder defender que como os seres humanos aprendem de maneira cognitivista, precisamos ensinar de maneira transmissiva, sendo que a experiência humana tanto dentro quanto fora da escola é sempre de adaptação, sempre passiva. Por isso que superá-lo, mesmo que não seja condição *suficiente* para superação da sociabilidade capitalista, é condição *necessária* para tal superação. Construindo a educação nesses moldes cognitivistas, transmissivos e passivos, um dos muitos efeitos produzidos é a domesticação política e alienação frente à estrutura que oprime tanto opressores quanto oprimidos e, justamente se valendo deste medo da liberdade que ambos têm, continua se perpetuando.

Essa perpetuação, quando olhamos especificamente para a atividade objeto “Física Escolar”, aparece de várias formas, sendo uma delas por meio de diferentes estratégias de perpetuação. Por exemplo, quando olhamos para a redução que muitas vezes se faz - tanto da Educação de forma geral quanto especificamente com a Física Escolar - ao ingresso nos vestibulares, essa se configura como uma destas estratégias:

o vestibular é um parâmetro apenas relacionado ao domínio momentâneo do conhecimento, sem que isto implique em aprendizado significativo dos conceitos, além de que ele não avalia todo o processo de formação humana, social e ética dos indivíduos (Rosa; Rosa, 2007, p. 3).

O que foi intensificado também a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) de 1961 e continua acontecendo até os dias atuais:

O ensino de física, portanto, continuava a enfrentar os obstáculos que já se faziam presentes desde a época colonial: a forte influência dos exames de admissão ao ensino superior, o ensino superficial, expositivo e focado na memorização (Diogo; Gobara, 2008, p. 380).

Ou seja, essa é outra característica histórica da “Física Escolar”. Para os poucos que conseguem encarar a árdua tarefa de aprender Física para passar no vestibular” - o que sabemos que não é a grande maioria, sobretudo nas escolas públicas - o principal *motivo* em aprender Física é passar no vestibular, de modo que a atividade de estudo se dirige ao objeto “entrar na faculdade”. Ou seja, isso dificulta em muito que a Física possa ser ensinada-aprendida como ferramenta para

superação desse *status quo* de exploração mantido pela sociabilidade capitalista. Pelo contrário, continua reforçando-o, atuando também como ferramenta de perpetuação.

Mesmo que se pudesse argumentar que se o ensino-aprendizado da Física contribuísse para um maior ingresso nos vestibulares, nossa tarefa de construir possibilidades concretas de emancipação humana por meio da Educação em Ciências (Camillo, 2015) teria sido realizada, deveríamos questionar tal realização. Não estamos dizendo que melhorar o ingresso, assim como a permanência e êxito de estudantes de escolas públicas nas universidades não seja parte dessa tarefa, apenas que não configura sua totalidade. Podemos continuar por muitos anos ajudando cada vez mais estudantes, sejam de escolas públicas ou particulares, a ingressar nas universidades, o que é excelente, se a análise de nossas demandas históricas atuais nos apontarem que é somente disto que estamos precisando. No entanto, poderíamos também tensionar para outras discussões, inclusive nos questionando *se e como* essa ajuda realmente contribuiria para a constituição de uma sociedade melhor, tendo em vista que o *status quo* de exploração e dominação da sociabilidade capitalista continua muito bem estabelecido. Em outras palavras: se continuarmos constituindo a atividade “Física Escolar” sem que essa construção se pautasse no comprometimento com compromissos que busquem superar esse *status quo*, apenas ajudar no ingresso dos estudantes nas universidades trata-se apenas de “dourar a pílula”, ou melhorar aparentemente a situação num curto período de tempo enquanto a longo prazo o sistema capitalista - enquanto “máquina de moer gente”⁴⁵ - continua firme, forte e vigoroso desempenhando essa moagem.

É precisamente nesse sentido que na nossa análise a estrutura da atividade “Física Escolar” tem como seus principais produtores de instrumentos o governo e a universidade. O governo, por razões óbvias que se conectam com as eleições sempre burguesas que experienciamos e a universidade porque mesmo enquanto espaço de produção de conhecimento científico, mesmo que contando com diversos avanços, encontra-se predominantemente subsumida à lógica do capital (Azeri, 2016).

Nesse sentido, é importante entender que, na maioria das vezes, as influências de outros campos de conhecimento no campo da Educação, como no caso da Psicologia, por exemplo, traz diversos impactos à constituição da atividade central “Escola” e, conseqüentemente, à atividade

⁴⁵ Nos permitimos emprestar aqui essa categorização, realizada profundamente por Darcy Ribeiro (1922-1977) em diversas palestras e que também se conecta, em certa medida, com as discussões feitas em um de seus livros intitulado “O Povo Brasileiro: a formação e o sentido do Brasil”, de 1995.

objeto “Física Escolar”. Tanto Rosa e Rosa (2007) quanto Camillo (2015) discutem essa influência da Psicologia, principalmente da Psicologia cognitivista e behaviorista no Ensino de Física, sendo que o “modelo cognitivista é sem dúvida aquele que exerceu e ainda exerce maior influência na educação de maneira geral e, sobretudo, na educação em ciências” (Camilo, 2015, p. 35) de modo que podemos compreender que essa influência “entra” na dinâmica da atividade “Física Escolar” também por meio da educação universitária:

A presença de Skinner ainda é forte no ensino da Física, podendo ser identificada nas apostilas e livros didáticos de Física que apresentam um modelo de exercício resolvido e a seguir uma lista interminável de outros, favorecendo a aprendizagem por repetição, por reforço (Rosa; Rosa, 2007, p. 6).

A influência deste modelo no ensino de ciências materializa-se em livros, materiais didáticos e propostas pedagógicas que consideram que os processos de aprendizagem ocorrem devido a instrução programada, repetição mecânica, ao reforço positivo e centrando toda a atenção nos mecanismos que resultariam em comportamentos observáveis dos indivíduos. Ao professor caberia a tarefa de proporcionar situações nas quais tal reforço ou repetição resultasse na aprendizagem (Camillo, 2015, p. 34).

Uma das principais características da influência da psicologia (tanto behaviorista quanto cognitivista) começa a se intensificar no ensino de Física a partir da década de 1980, principalmente com a ênfase em referenciais cognitivistas “sob diferentes enfoques, tendo sempre como elemento central a capacidade do aluno de **aprender a aprender**⁴⁶, de construir seu próprio conhecimento” (Rosa; Rosa, 2007. p. 6, grifos nossos).

Desta forma, ainda que o trabalho de Rosa e Rosa (2007) tenha quase vinte anos, notamos que esse tipo de influência ainda existe e continua produzindo efeitos desastrosos. Tanto por sua constituição histórica que remonta ao período da pedagogia jesuíta no Brasil (Diogo; Gobaro, 2008) quanto na situação que vivemos atualmente em âmbito da BNCC. Para além de uma análise da atual conjuntura que vivemos com a BNCC o que fugiria dos principais objetivos que temos com esse capítulo, podemos destacar resumidamente que o que não faltou na história da

⁴⁶ Ainda que não iremos nos aprofundar nessa questão aqui, indicamos as críticas feitas por Newton Duarte ao longo dos anos sobre as pedagogias do “aprender a aprender” e as interpretações incorretas da perspectiva vigotskiana. Tanto em sua tese de doutorado (Duarte, 1992) ou em outros trabalhos nessa mesma linha como Duarte (2001; 2003) até em trabalhos mais recentes, como em Duarte (2022) e Duarte, Silva e Duarte (2024) o autor vêm discutindo sobre os problemas do “aprender a aprender”.

educação brasileira foram mecanismos de perpetuação do *status quo*, explícitos principalmente nas diferentes reformas que a educação sofreu desde o período da colonização.

Pesquisas mais recentes sobre a história do ensino de Física no Brasil, como a realizada por Guerini, Costa e Custódio (2022), que estudaram essa história desde 1549 a 1930, destacam que, em âmbito da Primeira República, por exemplo, “a física ensinada era pautada por noções gerais, cálculos excessivos, sem nenhuma experimentação ou aplicação prática” (Guerini; Costa; Custódio, 2022, p. 10). Assim, não apenas nesse período, mas pelo menos *desde lá*:

as mudanças na educação vieram através de inúmeros decretos, contudo, as reformas não trouxeram resultados que fossem significativos à educação científica. Assim, **como nos períodos anteriores**, a educação era voltada para **preparar o estudante para o ensino superior**, com o ensino literário prevalecendo sobre o ensino científico (Guerini; Costa; Custódio, 2022, p. 11, grifos nossos).

Cabe destacar que tanto em Rosa e Rosa (2007), Diogo e Gobara (2008) quanto em Guerini, Costa e Custódio (2022) é discutido que o Ensino de Física se pauta em métodos pedagógicos que valorizam a exposição (transmissão) de conteúdos, competição entre os estudantes (intensificada pelo sistema de notas), memorização, exercícios escritos de fixação, dentre outras, que existem na Física Escolar até os dias atuais e que remontam desde os primórdios da educação escolar no Brasil, ainda na época da pedagogia jesuíta e inclui também a “Física Universitária”. Em outras palavras: a atividade objeto que aqui discutimos como “Física Escolar” não se encerra em si mesma mas encontra-se conectada com outras atividades, produzindo diferentes *sistemas de atividade* que interagem e que, mesmo contando com suas especificidades, podem ser enquadrados de maneira mais geral nisso que estamos tratando como sendo as formas pelas quais o ethos de adaptação e passividade se manifesta no ensino de Física (como aquilo que estamos chamando de *Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo*).

Assim, de modo a avançar na nossa caracterização do *Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo*, na próxima seção, discutiremos a constituição de outra atividade objeto intitulada “Licenciatura em Física” que é formada a partir da atividade central “Física Universitária”.

2.2.2 Estrutura da atividade objeto “Licenciatura em Física”.

Assim como discutimos na seção anterior com a “Física Escolar”, a atividade objeto que aqui trataremos como “Licenciatura em Física” é formada por uma atividade central intitulada

por nós como “Física Universitária” e que, assim como a atividade central “Escola”, conta com atividades produtoras de instrumentos (governo, universidade e escola), de sujeitos (universidade) e de regras (governo).

Considerando que nosso objetivo aqui é discutir essa constituição dessa outra atividade objeto que juntamente com a “Física Escolar” discutida na seção anterior irá formar nossa atividade objeto de análise (“Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo”), nesta seção nosso enfoque se dará em como a “Escola”, atuando na produção de instrumentos para a atividade central “Física Universitária” influencia a constituição da atividade objeto “Licenciatura em Física”.

A atividade “Escola” atua como atividade vizinha produzindo instrumentos para a atividade central “Física Universitária” principalmente porque a escola torna-se, especialmente em cursos de formação de professores, uma espécie de laboratório para essa formação. Muitas vezes essa relação pode se dar em projetos mais extensos (como nos casos de PIBID e residência pedagógica, por exemplo, ou algum tipo de projeto que a universidade possa ter em parceria com escolas) ou de maneira mais pontual como no desenvolvimento de estágios obrigatórios ou coleta de dados para pesquisas tanto de mestrado quanto doutorado. É nesse sentido que mesmo não sendo o objeto da atividade “Escola” a produção de instrumentos para a atividade central “Física Universitária”, quando essa atividade central se dirige à escola enquanto um laboratório, irá permitir que seus agentes realizem uma série de outras atividades que até podem trazer benefícios para a atividade “Escola”, mas muitas vezes esta serve apenas como “fonte para pesquisa”.

Assim, esse enfoque nos ajudará a melhor discutir como a atividade central “Física Universitária”, em sua constituição a partir do espaço da universidade, acaba por herdar as estratégias de manutenção do *status quo* que discutimos na seção anterior e como essa herança - que precisamos renunciar - influencia a estrutura da atividade “Licenciatura em Física”, principalmente na direção desta para o objeto “ensinar a ensinar Física”.

Devido a esse enfoque, nesta seção discutiremos alguns aspectos que tocarão no campo de formação de professores, sempre buscando nos restringir ao máximo à formação de professores de Física no Brasil. No entanto, sabemos que o campo de formação de professores têm ampla tradição no Brasil e é muito bem consolidado, de modo que não iremos nos aprofundar nesse campo, o que fugiria dos objetivos desta seção. Apenas nos apoiaremos em algumas discussões

que tocam na formação de professores de Física a fim de explicitar (mais uma das muitas formas) como o ethos de adaptação e passividade se manifesta no Ensino de Física Brasileiro.

A relevância da formação de professores de Física vem sendo discutida no ensino de Física brasileiro nos últimos anos, sobretudo a respeito de quais seriam os elementos necessários para que essa formação seja adequada, assim como o que significa essa adequação e também para quê ela se dirige são alguns dos objetos de estudo da área (Moreira; Axt, 1986; Salem, 2012). Muito se defende, por exemplo, que a “formação do professor influi de maneira crucial na qualidade desse ensino” (Moreira; Axt, 1986, p. 66).

Assim, como também destacam Moreira e Axt (1986), boa parte dos problemas relacionados à formação de professores se dão por problemas curriculares (concepções de currículo ou “ênfases curriculares”) diferentes ao longo dos anos:

Um aspecto fundamental, em se tratando de formação de professores, deveria ser a **diversificação, alternada ou não, de ênfases curriculares em maior número possível**, a fim de assegurar uma visão ampla e abrangente do ensino de ciências. Seria um erro insistir em uma única ênfase curricular quando, na verdade, não há motivos técnicos para se preferir uma em detrimento das outras, embora isso possa se justificar por motivos de ordem política, econômica ou social, no caso de existir uma política educacional definida (Moreira; Axt, 1986, p. 76, grifos nossos).

Na nossa perspectiva, essas diferentes ênfases curriculares possuem diferentes objetivos que acabam ganhando diferentes apropriações que produzem diferentes objetivações, fazendo com que seja quase impossível dizer qual dessas ênfases predomina na formação de professores de Física até os dias atuais. O que podemos discutir, entretanto, é que estas diferentes ênfases vão moldando (e sendo moldadas pelas) diferentes perspectivas e referenciais que se desenvolvem no (e para o) campo de pesquisa em Ensino de Física ao longo dos anos. Questionamos que o que Moreira e Axt (1986) defendem como a necessidade de um maior número de ênfases curriculares, pois na realidade, entendemos que esta não seja uma questão de natureza quantitativa mas sim qualitativa; o problema está na qualidade das ênfases curriculares adotadas na formação de professores e não necessariamente na necessidade de se oferecer um amplo mosaico de diferentes currículos para serem (supostamente) “escolhidos”. Não se trata de escolha, mas sim de quais *compromissos* assumimos. Ou seja, para além das ênfases curriculares, precisamos discutir quais compromissos axio-onto-epistemológicos são assumidos ao se objetivar formar professores de Física.

Como nosso enfoque de pesquisa se dá na perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências, podemos perceber que ela vem se consolidando no campo de pesquisa em Ensino de Física (também) por meio de diferentes ênfases curriculares. No entanto, o que nos interessa discutir aqui é como tanto essas ênfases curriculares quanto essas diferentes perspectivas são expressões do ethos de adaptação e passividade que estamos neste capítulo discutindo.

Nesse sentido, é necessário nos questionarmos, pensando no momento histórico atual (principalmente em âmbito de BNCC): como defendemos essa relevância em um cenário que parece “repetir o passado”? Por exemplo, Moreira e Axt (1986, p. 66) destacam que, naquele momento histórico, “fatores como os baixos salários, a falta de equipamentos e instalações, a reduzida carga horária e os extensos programas comprometem o ensino de ciências”. Não precisamos pesquisar muitos artigos recentes para entender que esses fatores, ainda que com todas as mudanças que tenham sofrido com o passar dos anos - sendo, portanto, *diferentes* nesse atual momento histórico - em certa medida, são também *muito parecidos* com estes fatores que viemos apontando como problemáticos desde (pelo menos) a década de 1980 e que continuam sendo problemáticos hoje. Longe de tecermos uma análise “a-histórica” como se o momento atual fosse o mesmo do passado, isso nos mostra em alguma medida que a própria noção de passado, presente e futuro precisa ser considerada para além das claras dicotomias de que aquilo que está no passado “ficou para trás” assim como que aquilo que está no futuro “espera para acontecer”. Na perspectiva ativista transformadora, os compromissos que assumimos no presente impactam, ao mesmo tempo, o que fazemos com a herança do passado na construção do futuro que está aberto não em espera mas na luta constante pela superação das contradições historicamente instauradas.

Notamos esses fatores (ainda) problemáticos na argumentação feita, em direção similar, por Mozena e Ostermann (2016, p. 327) que destacam, logo na emergência da BNCC, que “apesar de se constituir apenas numa base para se fazer e pensar o currículo, tem sido apresentada como uma promessa de regular a educação básica no país e melhorar a qualidade do seu ensino reconhecido como falido”. Partindo do argumento dessa (suposta) falência, a BNCC emerge com uma proposta que não difere muito - e se difere é para pior - do cenário apontado por Moreira e Axt (1986).

Mais recentemente, Ostermann e Rezende (2021) apontam que, desde a emergência da BNCC, esta vem se apresentando como um pacote “privatista, utilitarista e minimalista”, de

modo que a principal luta pode ser resumida entre uma perspectiva crítica de Educação *versus* a perspectiva neoliberal. Fica nítido que o argumento pela defesa de uma BNCC, feito, por exemplo, em 2016 para justificar sua implementação é o primeiro passo para poder oferecer uma “outra alternativa” que nada mais é do que uma educação (ainda mais) pautada na meritocracia e em outros preceitos neoliberais:

Alinhada à agenda global dos organismos internacionais (tais como a Organização do Comércio e Desenvolvimento Econômico – OCDE, o Banco Mundial e a UNESCO), a posição neoliberal concebe a educação enquanto força produtiva, um elemento chave para o desenvolvimento do capitalismo na sua etapa de financeirização. Responsiva às demandas do mercado, busca minimizar o papel do Estado frente às políticas públicas de educação, priorizando a formação de força de trabalho e favorecendo o gerencialismo, o estabelecimento de competências e a cultura da performatividade (Ostermann; Rezende, 2021, p. 1381).

Ou seja, a BNCC e a consolidação da perspectiva neoliberal na educação básica brasileira nos soa como “repetição do passado” porque o que ela traz de novo não tem nada de novo; é mais uma estratégia de perpetuação do ethos de adaptação e passividade e do modo de produção capitalista.

Certamente buscar compreender a totalidade dos impactos causados pela BNCC configuraria-se como uma outra tarefa que fugiria dos objetivos deste trabalho. No entanto, voltando especificamente ao Ensino de Física, podemos apenas apontar que nossa hipótese é que uma das principais causas por essa aparente repetição do passado se dá pela constituição do objeto “ensinar a ensinar Física” da atividade objeto “Licenciatura em Física”, feita sem que haja negociação efetiva entre a escola e a universidade sobre esse objeto. Nessa hipótese, entendemos que a negociação tanto na dimensão de identificação (“o que é o objeto?”) quanto na dimensão de desenvolvimento das atividades na direção desse objeto (“como superar contradições?”) entre escola e universidade não é feita com base no diálogo entre elas.

Diálogo esse que, na dimensão de identificação, precisa envolver a negociação constante sobre o que é o objeto, uma vez que a multi-vocalidade das atividades demanda constantes ações de negociação (Engeström, 2001). Esse diálogo não acontece diretamente, de modo que na constituição da atividade objeto “Licenciatura em Física”, os sujeitos dessa atividade (professores formadores e licenciandos) enfrentam diversas dificuldades para negociar o objeto, que sintetizamos como “ensinar a ensinar Física”, considerando que, na perspectiva do professor formador, esse é o objeto principal de sua atividade. No entanto, esse objeto, para o licenciando, se configura como “aprender a ensinar Física” e, ainda que estas necessariamente não sejam

formas antagônicas de compreender o mesmo objeto, mesmo sabendo que existam diferentes motivos presentes nessa atividade, a maior dificuldade é a de negociar esse objeto pensando na escola, pois o professor formador (na maioria das vezes) está muito distante da escola de educação básica, no espaço e no tempo, porque trabalha exclusivamente na universidade, enquanto o licenciando (na maioria das vezes) está distante porque *ainda* não trabalha na escola. Esse é apenas um dos fatores que faz com que o ethos de adaptação e passividade se perpetue, porque enquanto não houver negociação efetiva sobre a natureza do objeto, tampouco haverá a possibilidade de constituir atividades que possam superar as contradições instauradas.

Assim, tanto a atividade objeto que discutimos na seção anterior (“Física Escolar”) quanto a atividade objeto desta seção (“Licenciatura em Física”) se relacionam para formar a nossa atividade objeto de análise (“Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo”). Na próxima seção discutiremos que essa formação se dá pela relação que estas duas atividades objeto estabelecem, produzindo instrumentos e sujeitos para a atividade central (“campo de pesquisa em Ensino de Física”) onde o Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo, como principal manifestação do ethos de adaptação e passividade no Ensino de Física, emerge.

2.2.3 Estrutura da atividade objeto “Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo”.

Consideramos que essas duas atividades que constituem o campo de pesquisa em Ensino de Física não formam sistemas de atividade em interação por meio do compartilhamento de um objeto em comum, nos moldes do que explicita Engeström (2001) como sendo condição necessária para a “Terceira Geração da Teoria da Atividade”. No entanto, estas duas atividades objeto (“Física Escolar” e “Licenciatura em Física”) que até aqui apresentamos, se comportam como atividades vizinhas na constituição da atividade central “campo de pesquisa em Ensino de Física”, produzindo sujeitos (*pesquisadores*) e instrumentos (*dados*) na constituição da nossa atividade objeto de análise “Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo”. Cabe destacar que, na atividade central, a identificação de duas contradições⁴⁷ presentes nessa atividade que iremos explorar ao longo desta seção: entre comunidade e divisão do trabalho e entre sujeito e objeto. Como discutiremos, na constituição da nossa atividade objeto de análise essas

⁴⁷ É importante destacar que devem haver mais contradições e não apenas estas duas. No entanto, na nossa análise da constituição das atividades central e objeto, são essas que conseguimos identificar.

contradições se mantêm, de modo que abordaremos estas contradições tratando tanto da atividade central quanto da atividade objeto.

De forma resumida, uma vez que aprofundaremos essa discussão ao longo desta seção⁴⁸, estas duas contradições podem ser caracterizadas como se segue: entre (1) comunidade e divisão do trabalho e entre (2) sujeito e objeto.

A contradição entre comunidade e divisão do trabalho se manifesta e é sintetizada no texto enquanto objeto de modo que se concretiza de maneira dicotômica, como se os pesquisadores fossem responsáveis por “pensar” e os professores da educação básica responsáveis por “aplicar/executar”. A comunidade é composta por: professores atuantes no ensino médio e que não necessariamente fazem pesquisa (no modo formal); professores atuantes no ensino médio que fizeram/fazem pesquisa em seus mestrados e doutorados e professores atuantes na graduação e pós-graduação e que fazem pesquisas dentro da universidade.

A contradição entre sujeito e objeto se manifesta e é sintetizada no texto enquanto objeto especialmente quando o campo de pesquisa expressa como os seres humanos aprendem, ensinam e agem no mundo com o que aprendem-ensinam. Na manifestação dessa contradição no campo de pesquisa em Ensino de Física as concepções de desenvolvimento humano e cognição são tratadas como um fenômeno que acontece “dentro do cérebro”, de modo que o principal objetivo ao ensinar Física é “alterar a estrutura cognitiva dos estudantes”. Referenciais presentes no campo como aqueles relacionados ao que se convencionou chamar de “aprendizagem significativa”, “modelos mentais” e “metacognição”, por exemplo, são representantes de como essa contradição não superada (até hoje) reforça uma perspectiva cognitivista sobre *como os seres humanos aprendem*.

Em direção similar, na manifestação dessa contradição, as concepções de ensino-aprendizagem que consideram o professor como “transmissor” e o estudante como “receptor”, idealizam a prática educativa como uma atividade de transferência daquele que sabe para aquele que não sabe - bem nos moldes da “educação bancária” discutida por Freire (2022). Ainda que diversas formas de tentar qualificar essa relação para além do espectro da transmissividade existam, referenciais como aqueles associados à “transposição didática” (e a

⁴⁸ Além disso, apesar de neste capítulo estarmos discutindo tais contradições de forma mais geral, dedicaremos o capítulo 3 inteiro para analisar uma das perspectivas que compõem o campo de pesquisa em Ensino de Física - a perspectiva do ensino *em e sobre* ciências - identificando e discutindo como especificamente essas contradições (e sua não superação) sustentam e perpetuam o ethos de adaptação e passividade.

definição dos tipos de “saberes”) e seus derivados envolvendo também HFC e NdC com a tarefa de realizar a “transmissão de imagens adequadas *sobre* ciência”⁴⁹, por exemplo, representam como essa contradição não superada até então reforça uma perspectiva transmissiva sobre *como os seres humanos ensinam*.

Nesse sentido, ainda, na manifestação dessa contradição, as concepções sobre agência humana, consideram que “estar mais adaptado” (a determinado conteúdo e/ou discussão) significa “conhecer mais” e portanto “agir melhor” na sociedade. Quanto mais se conhece *sobre* ciência, mais “cientificamente alfabetizado” estão os estudantes, ou ainda, quanto mais os estudantes aprendem sobre Física Quântica mais estarão preparados para viver na “era da informação”, ou ainda, quanto mais souberem sobre tecnologia, mais “críticos” serão, etc. Referenciais como aquilo que pode ser chamado de “alfabetização científica”, ou mesmo as formas como tradicionalmente o campo vêm discutindo o tema da Física Moderna e Contemporânea (FMC), por exemplo, representam como essa contradição não superada até então reforça uma perspectiva passiva sobre *como os seres humanos agem no mundo com o que aprendem-ensinam*.

Uma vez que consideramos que estas concepções são, ao mesmo tempo, a expressão dos compromissos axio-onto-epistemológicos dos autores dos textos do campo de pesquisa em Ensino de Física, tais concepções não existem apenas no (suposto) campo das ideias, mas engendram atividades que, ao não superarem tais contradições, perpetuam o ethos de adaptação e passividade. É precisamente na manifestação dessa contradição que, analisada juntamente à contradição entre comunidade e divisão do trabalho, justificamos nossa denúncia de que os compromissos assumidos historicamente até aqui pelo campo de pesquisa em Ensino de Física possuem uma tendência *cognitivista-transmissiva-passiva*.

A partir disso, nossa primeira tarefa nesta seção é discutir a formação da atividade central “campo de pesquisa em Ensino de Física”, para que as contradições que estamos apontando façam sentido. Assim, nossa primeira consideração diz respeito aos sujeitos dessa atividade central, que identificamos apenas como “pesquisadores”. Sabemos que o campo de pesquisa em Ensino de Física é formado por diversos tipos de pesquisadores que vão desde professores formadores atuando nas universidades, passando por mestrandos e doutorandos e também, em alguns casos, professores da educação básica que fazem pesquisa. No entanto, entendemos estes

⁴⁹ Cabe destacar que dedicaremos boa parte do terceiro capítulo para aprofundar essa crítica que nesse momento estamos apenas apontando.

como “pesquisadores” por considerar que, mesmo dada a amplitude de diferentes motivos que podem se fazer presentes nessa atividade, o motivo principal dela é “fazer pesquisa”. Esse motivo, independente de quais (e quantos) destes tipos de sujeitos dele estejam conscientes, se direcionará para o objeto “texto”, uma vez que o desenvolvimento destas pesquisas (e principalmente seus resultados) podem ser acessados por meio do texto, que no nosso caso específico são os textos sobre a perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências publicados em periódicos do campo de pesquisa em Ensino de Física brasileiro.

Na formação dessa atividade central, a atividade vizinha “Física Escolar” produz instrumentos enquanto a atividade vizinha “Licenciatura em Física” produz sujeitos. Os instrumentos são produzidos na medida em que a “Física Escolar” serve como fonte de dados coletados em pesquisas empíricas e/ou bibliográficas e que no campo de pesquisa em Ensino de Física são apropriadas pelos pesquisadores. Os sujeitos são produzidos na medida que, independente do tipo (se professor universitário, mestrando, doutorando ou professor da educação básica) todos passaram por uma licenciatura⁵⁰. No entanto, o ponto principal aqui é explorarmos mais profundamente as contradições presentes nessa atividade central e, na sequência, como estas contradições se fazem presentes na nossa atividade objeto de análise.

Outro ponto importante que precisamos discutir e que serve tanto para compreendermos a constituição dessa atividade central quanto da nossa atividade objeto de análise (porque as contradições são as mesmas) é explorar os condicionantes históricos que permitem entender a instauração destas contradições no campo de pesquisa em Ensino de Física. Para isso, iremos nos apoiar em alguns trabalhos que se dedicaram à constituição histórica desse campo de pesquisa.

As contradições que apontamos na formação dessa atividade central, seguindo a categorização feita por Engeström (2014) que discutimos anteriormente, são de nível secundário, pois se formam *entre* os constituintes de uma atividade central - no nosso caso, entre (1) comunidade e divisão do trabalho e entre (2) sujeito e objeto. Essa atividade central, que tem como um de seus (muitos) motivos, analisar a realidade do Ensino de Física na escola se apropriando dela e produzindo objetivações a fim de melhorá-la, se constitui de maneira contraditória principalmente porque tanto a relação entre sujeitos e objeto dessa atividade quanto

⁵⁰ Estamos cientes de que muitos não fizeram licenciatura, mas sim bacharelado. No entanto, mesmo que nossa atividade vizinha seja a “Licenciatura em Física”, quando na seção anterior discutimos sua constituição, explicitamos que ela se dá a partir da atividade “Física Universitária” que conta tanto com a formação de bacharéis quanto licenciados. Além disso, ambos os tipos de profissionais atualmente podem atuar (e atuam) na educação básica.

entre comunidade e divisão do trabalho são dicotômicas, por exemplo, sobre como a pesquisa retrata essa realidade escolar e como ela realmente é ou sobre o que se entende por pesquisa e/ou metodologia:

Particularmente no que tange a metodologias, quer da pesquisa em ensino, quer da pesquisa da pesquisa (metapesquisa), não há sequer uma visão consensual do que seja uma metodologia de pesquisa nessa área. Linhas de pesquisa, referenciais teóricos e procedimentos técnicos de seleção e tratamento de dados são uns ou outros, por uns ou outros, entendidos como “metodologia de pesquisa”. E ainda, dado seu caráter interdisciplinar, nas investigações em Ensino de Ciências há tendências diversas, que dependem do olhar para o próprio campo de saber ou das finalidades da pesquisa. Há quem empreste metodologias mais típicas das ciências humanas ou da educação, há quem busque métodos denominados “científicos”, emprestados das ciências duras. E nesse intervalo, há mesclas de uma ou outra vertente ou, ainda, há quem desconsidere a necessidade de definir com rigor uma dada metodologia de pesquisa (Salem, 2012, p. 130).

Assim, essas contradições, se manifestam também na constituição de uma lógica prescritiva, onde os pesquisadores dizem o que deve ser feito e o que deve ser melhorado e os professores *se e quando* conseguem se apropriar dessas prescrições, limitam-se à posição de executá-las.

Além disso, esse mosaico de diferentes motivos também dificulta bastante a análise, de modo que se tratando do campo de pesquisa em Ensino de Física, sempre precisamos lembrar que “estamos tratando de um campo de pesquisa relativamente jovem, cuja natureza ainda é motivo de interrogações, reflexões e polêmicas, com compreensões e olhares diferenciados” (Salem, 2012, p. 130). Certamente, ainda que o tempo em que o campo de pesquisa exista seja um fator que impacta nessa dificuldade de identificar, tanto os diferentes motivos, quanto os objetos das atividades que compõem esse campo, esta não pode ser tomada como a única (ou a melhor) justificativa plausível, uma vez que um dos principais problemas está relacionado à pouca (ou nenhuma) negociação em relação à natureza desses objetos, ou a coordenação entre diferentes motivos e objetos.

Essa falta de discussão sobre a natureza dos objetos do campo de pesquisa em Ensino de Física pode ser identificada também a partir de uma análise dos livros didáticos, por exemplo. Ao longo da história do campo, tivemos diversas ênfases dadas nos livros didáticos, mas todas elas apresentam algo em comum: uma tendência a reduzir cada vez mais o que se considera conteúdo de Física a ser ensinado (Perdigão; Ipolito 2021). Somando-se isso ao que já discutimos com Moreira e Axt (1986) sobre as diferentes ênfases curriculares, entendemos que o ponto central

está em identificar qual o objeto desse campo de pesquisa e analisando-o identificar como é possível superar as contradições que se fazem presentes no campo.

Enquanto os textos do campo discutem a escola, seja apontando nela o que existe de problema para ser superado ou o que funciona e deve ser compartilhado, a divisão do trabalho dessa forma prescritiva também não se coordena com a possibilidade da constituição de um objeto compartilhado que poderia fazer emergir uma atividade culturalmente superior - como o *Ensino de Física Ativista Transformador*, por exemplo. Nesse sentido, tanto a contradição em relação ao sujeito e objeto, quanto aquela em relação à comunidade e divisão do trabalho, são sintetizadas no objeto dessa atividade central: o texto.

Mesmo que muitas vezes essas pesquisas estejam sendo feitas *indo até a escola*, não significa que elas realmente *estejam sendo desenvolvidas* na (ou para a) escola, de modo que o objeto “texto” muitas vezes retrata uma escola que não existe na realidade, bem como indica sugestões de melhoria que fogem completamente das possibilidades (materiais e culturais) da realidade escolar em dado momento histórico. Ou seja, da mesma forma que não adianta apenas culparmos a escola, tampouco a universidade pelo (suposto) fracasso do Ensino de Física no Brasil sem que consideremos que diversas outras atividades (como o governo, por exemplo) influenciam nesse fracasso, também de nada adianta continuarmos assumindo compromissos que reforcem apenas a denúncia do fracasso (enquanto conjunto de *críticas*) sem que se assumam compromissos que, acompanhados dessas críticas, realizem *proposições* para superar essas contradições e reverter o fracasso em sucesso. Proposições essas que precisam superar a lógica dicotômica onde o professor universitário (e pesquisador) *prescreve* e a escola (e os professores da educação básica) *executam*.

Uma vez que tanto a contradição entre sujeito e objeto quanto a contradição entre comunidade e divisão do trabalho são parte desse (suposto) fracasso do Ensino de Física, é importante discutirmos que é também parte dele - e expressão do ethos de adaptação e passividade - a forma como o próprio campo de pesquisa, enquanto atividade que se orienta para o objeto “texto”, sintetiza neste objeto seus compromissos em relação à pergunta: “qual o papel do professor nos processos de ensino-aprendizagem da Física?”. Passemos então a explorar essa questão.

Gaspar (2004), no momento histórico que o campo de pesquisa em Ensino de Física completava cinquenta anos, atribui esse fracasso ao deslocamento do professor do centro do

processo educacional, de modo que nesse deslocamento, posiciona a natureza das bases teóricas das propostas feitas ao campo como a causa da alienação do professor desse processo. Tais bases teóricas, que segundo o autor, orbitam “o empirismo intuitivo dos projetos curriculares, o behaviorismo, essência da instrução programada, e o cognitivismo piagetiano, fundamento da maioria das propostas construtivistas” (Gaspar, 2004, p. 72) seriam o fundamento dessa alienação.

Além das diferentes propostas e ênfases curriculares, Gaspar (2004) destaca a proposta de instrução programada e a influência da psicologia cognitivista primeiramente e, depois, do referencial do construtivismo, também como parte dessa alienação. Segundo o autor, a “tendência de transferir a responsabilidade da aprendizagem ao aluno, dispensando-o da interação com o professor, acentuou-se com o advento da instrução programada” (Gaspar, 2004, p. 77). Nessa proposta, baseada numa concepção behaviorista de desenvolvimento humano, “os textos programados fragmentavam o conteúdo em pequenos trechos nos quais eram inseridas lacunas ou indagações para que o aluno as completasse ou respondesse” (ibid.). Esta é um exemplo nítido do que discutimos com a ideia presente no ethos de adaptação e passividade onde está inserido o Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo de que quanto mais um estudante se adapta, significa que mais ele aprendeu, de modo que, nesse sentido, a “resposta certa era indicativo seguro de conhecimento adquirido” (Gaspar, 2004, p. 78).

Desta forma, enquanto o papel do estudante é o de mero receptor que ora recebe passivamente informações, ora é apresentado a lacunas onde estas informações devem ser posicionadas, o papel do professor se limita a um mero transmissor:

Ao professor restava apenas o papel de gerenciador do processo: distribuir material, estabelecer e controlar cronogramas, e aplicar provas, estas frequentemente já incluídas no pacote educacional. Radicalizava-se o pressuposto dos projetos curriculares, ensinar não era a obrigação dos professores, talvez nem saber - nenhuma das propostas de instrução programada que conhecemos tinha guia do professor - mas do material. Aprender, claro, continuava a ser responsabilidade exclusiva do aluno (Gaspar, 2004, p. 78).

Não podemos nos esquecer, entretanto, que apesar de o texto de Gaspar (2004) já ter vinte anos, ainda continuamos enfrentando problemas de natureza similar, uma vez que, assim como aqui estamos defendendo, as contradições instauradas, bem como o ethos de adaptação e passividade que se manifestam no campo, ainda não foram superados. Assim, a impossibilidade

de superar essas contradições acaba se configurando, ao mesmo tempo, como uma expressão do ethos de adaptação e passividade e também como uma das formas de mantê-lo.

Assim, o que buscamos apontar até aqui é a importância de compreender que as formas como viemos construindo o campo de pesquisa em Ensino de Física nos últimos anos não pode ser analisada apartada de uma análise do *status quo* em que vivemos. Certamente a não superação das contradições que estamos apontando contribuem para a manutenção do *status quo* da sociabilidade capitalista por meio da perpetuação desse ethos de adaptação e passividade que se manifesta no campo. Ao mesmo tempo, não podemos culpar o campo de pesquisa em Ensino de Física sozinho como responsável por essa superação, da mesma forma que não podemos atribuir essa responsabilidade inteiramente à Educação, enquanto atividade humana, sozinha.

Para não incorrerem em injustiças (ou mesmo erros históricos) é necessário compreender, assim como nos lembra Wright (2019, p. 76) que a “força do capitalismo está na dificuldade de movê-lo e, para piorar, ele sempre vai cooptar a oposição e defender seus privilégios”. Assim, o que estamos apontando aqui, em resumo, pode ser caracterizado como: (1) ainda que, seja a Educação de forma mais geral ou o Ensino de Física de forma mais específica, não possam ser responsabilizados sozinhos pela manutenção do *status quo*, sem que estes sofram mudanças radicais, em todos os aspectos, a superação desse status quo também não será possível; (2) a necessidade destas mudanças radicais está conectada com as formas históricas com as quais o campo de pesquisa em Ensino de Física vem operando, desde sua constituição, mais na direção da manutenção do *status quo* do que de sua superação.

Tanto o ponto 1 quanto o ponto 2 destacados acima são a base da denúncia que aqui estamos fazendo. Uma vez que esses compromissos assumidos são expressão do ethos de adaptação e passividade, esse ethos é também expressão da manutenção e perpetuação do *status quo* da sociabilidade capitalista. Assim, da mesma forma que a necessidade pela superação desse ethos, que não se manifesta apenas no Ensino de Física, é uma urgência, é também uma urgência a superação do *status quo*. Nesse sentido, é importante compreender que os compromissos assumidos pelo campo de pesquisa em Ensino de Física até aqui estão conectados com os *modos de ser* cognitivista-transmissivo-passivo, historicamente, ao longo dos anos de constituição do campo. Em outras palavras: as práticas humanas colaborativas que compõem o campo de pesquisa em Ensino de Física (as *atividades*) precisam ser analisadas de forma conectada com a história de manutenção e perpetuação do *status quo* da sociabilidade capitalista.

Em direção similar à essa argumentação que aqui estamos fazendo, Engeström e Sannino (2021) discutem que uma das principais contribuições da Teoria da Atividade Cultural-Histórica, desde sua primeira geração, é a discussão sobre a historicidade presente no trabalho. Discutindo sobre uma pesquisa anterior (Engeström; Engeström 1986), realizada com zeladores de uma companhia de limpeza na Finlândia, os autores apontam como as formas de limpar o chão com um esfregão, por exemplo, variavam entre os zeladores mas ao serem questionados sobre porque limpavam daquela forma, praticamente as respostas eram unânimes: as formas de limpar o chão no trabalho se conectavam com as formas que eles aprenderam a limpar o chão de suas casas. Os autores interpretaram isso como sendo uma “evidência de camadas de história influenciando as ações presentes dos praticantes” (Engeström; Sannino, 2021, p. 6, tradução nossa). Assim, os autores discutem que essas formas de limpar o chão - que são, em certa medida, o que destacamos anteriormente como *formas de ser* - estão conectadas com a própria história da Finlândia de forma específica e com a própria história da Europa, especialmente em relação à burguesia como classe dominante:

Na escala europeia, o fortalecimento da limpeza estava obviamente ligado à ascensão da burguesia e da ética protestante, valorizando a disciplina, a pureza e a ordem. Na Finlândia, as primeiras décadas do século 20 foram um período de intensa propaganda para a caseira moderna e limpeza semanal regular, contra a propagação de doenças (especialmente tuberculose) e parasitas. Isso resultou no avanço do modelo de limpeza doméstica que persiste até hoje (Engeström; Engeström, 1986 *apud* Engeström; Sannino, 2021, p. 6, tradução nossa).

Ainda que não temos a intenção de traçar paralelos que possam incorrer em erros de análise, cabe destacar que muito parecido com a descrição feita por Engeström e Sannino (2021) sobre a prática de limpeza dos zeladores ser conectada com a história da limpeza residencial na Finlândia poderíamos tentar conectar essas contradições - e os *modos de ser* cognitivistas-transmissivos-passivos - com a própria história do campo de pesquisa em Ensino de Física. Desta forma, uma vez que as contradições historicamente instauradas que estamos apontando ainda não foram concretamente superadas, esses modos de ser que constituem as práticas continuam sendo expressão e ao mesmo tempo manutenção do *status quo*.

Tratando ainda deste trabalho com os zeladores, Engeström e Sannino (2021) discutem que, quando estes vão trabalhar com limpeza na área comercial, rapidamente suas formas de limpar o chão, por exemplo, como faziam em suas casas, precisa ser modificada de maneira

forçada sob a justificativa de necessidade de “modernização” e a necessidade de “aumentar a eficiência”:

Na limpeza comercial, um modelo radicalmente diferente emergiu. Trabalhadores assalariados com formação específica mínima realizam esse trabalho. Máquinas eficazes de limpeza do chão e produtos químicos poderosos são usados, e instruções de trabalho escritas padronizadas substituíram as tradições tácitas de limpeza doméstica. O objeto de trabalho agora é uma “área de limpeza” cuidadosamente medida e normatizada, e o resultado é um “nível adequado de limpeza” acordado. O trabalhador é membro de um serviço de limpeza centralizado. As regras são as do trabalho assalariado noturno (Engeström; Sannino, 2021, p. 6, tradução nossa).

Quando “olhamos para o futuro” do Ensino de Física, mesmo tomando cuidados para não sermos proféticos, as tentativas de “modernização” e “aumento da eficiência” do ensino que podem parecer, num primeiro momento, um passo em direção à superação destas contradições, acaba se configurando como mais uma forma de manutenção do *status quo*. Se olharmos, por exemplo, com o momento atual onde algumas ferramentas de inteligência artificial, como o “Chat GPT”, são colocadas como a nova panacéia⁵¹ para a Educação, sob a justificativa tanto de modernização e eficiência quanto a de que o professor poderá “trabalhar menos”, reforçam o que é defendido por Engeström e Sannino (2021, p. 6, tradução nossa), de que estes modelos “têm levado a aumentos impressionantes de eficiência, mas também a contradições cada vez mais agravadas”⁵².

Nesse sentido, a importância de não reificar a história ao analisar as atividades é condição imprescindível para compreensão dessa urgência de superação do *status quo*, especialmente porque a história precisa ser vista para além de algo que “ficou no passado”:

Camadas de formas historicamente anteriores da atividade podem ser restrições e recursos. Persistem nas ações rotineiras, nos modos de pensar, nos artefatos materiais e nas regras (Engeström; Sannino, 2021, p. 7, tradução nossa).

⁵¹ Um exemplo atual disso pode ser conferido, por exemplo, na política desempenhada pelo bolsonarista governador de São Paulo Tarcísio Meira, que no ano de 2024, sob a justificativa de “aprimorar” o ensino nas escolas, colocou o Chat GPT para preparar as aulas (em *slides*) para os professores. Fonte: <<https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2024/04/17/governo-de-sp-avalia-utilizar-inteligencia-artificial-para-aprimorar-conteudo-digital-nas-escolas-estaduais.ghtml>>.

⁵² Cabe destacar que, na perspectiva da *Atividade Potencial* (Camillo, 2015), esse configura-se como um exemplo sobre a “essência problemática da realidade”, de modo que a emergência de novas atividades que superam problemas, por exemplo, faz emergir uma nova classe de problemas e contradições que precisarão de novas superações.

Ou seja, uma vez que as contradições instauradas não são superadas mas apenas temos o “douramento da pílula” com a chegada de novas técnicas e instrumentos que são posicionadas como “inovações”, o *status quo* se reforça e novas contradições emergem, agravando ainda mais a situação crítica em que nos encontramos.

Uma vez que apresentamos as contradições do que estamos chamando de Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo, de modo que estamos defendendo que ele é uma expressão do ethos de adaptação e passividade que, por sua vez, é (uma das formas) como o *status quo* da sociabilidade capitalista se perpetua, na próxima seção iremos explorar um fenômeno que reforça nossa denúncia de que os compromissos até aqui assumidos são cognitivistas-transmissivos-passivos.

O fenômeno que vamos analisar, é o que Engeström (1991) chamou de “encapsulamento escolar”, que apesar de não se tratar de um fenômeno específico do Ensino de Física, também se manifesta nele. Considerando nossa denúncia sobre o Ensino de Física, estamos partindo do pressuposto que esse fenômeno, ao se manifestar no Ensino de Física, produz alguns efeitos que, quando analisados, permitem que melhor possamos entender (e sustentar) essa denúncia que estamos fazendo, no sentido que esse ethos de adaptação e passividade se manifesta de diversas formas. Mesmo que nosso enfoque se dê no âmbito do campo de pesquisa em Ensino de Física, apesar de suas especificidades, como mostramos, este âmbito não se desconecta do Ensino de Física na escola.

Assim, entendemos que essa próxima seção será suficiente para finalizarmos este capítulo, considerando que, como demonstramos até aqui, nossa atividade objeto de análise (“Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo”) emerge a partir de outras atividades que envolvem tanto a “Física Universitária” quanto a “Física Escolar”, de modo que o encapsulamento escolar afeta ambas estas atividades, uma vez que se manifesta (por exemplo, também) em práticas de ensino-aprendizagem.

2.3 O encapsulamento escolar no Ensino de Física.

Dentre as perguntas mais comuns que todos os professores já devem ter ouvido de seus estudantes, especialmente os professores de Física, encontram-se, certamente: (i) “*onde eu vou usar isso na minha vida?*” ou então (ii) “*para quê serve aprender isso?*”. Estas questões, que muitas vezes podem ser encaradas como falta de comprometimento, falta de interesse, ou

simplesmente uma resistência dos estudantes em relação à Física, são na verdade questionamentos importantíssimos que todos nós deveríamos nos fazer constantemente. Estão relacionadas à nossa agência, enquanto **transformação colaborativa proposital** (Stetsenko, 2008a; 2008b; 2016), constituindo o “núcleo da natureza humana e o princípio base para a aprendizagem e desenvolvimento” (Stetsenko, 2008a, p. 471, tradução nossa). Assim, buscar responder essas questões é fundamental não apenas em termos daquilo que naquele momento específico estamos ensinando, mas de forma geral, em termos curriculares, daquilo que somos obrigados a ensinar.

Da mesma forma, quando os estudantes questionam a utilidade do conhecimento a que estão sendo apresentados, isso não deveria soar como desinteresse ou falta de comprometimento, pois denota que se busca encontrar relação entre aquilo que se aprende “dentro dos muros da escola” e aquilo que se vivencia “fora” desses muros. Essa dicotomia do que existe dentro *versus* fora dos muros da escola é o que Engeström (1991) chama de “encapsulamento escolar”.

Engeström (1991) argumenta, a partir de um estudo que envolveu identificar as concepções que estudantes possuíam sobre as fases da Lua, que essa busca por encontrar relações entre o que se vive fora da escola com o que se aprende dentro dela deve ser tratado como uma prática que está além de apenas uma “curiosidade natural” do ser humano, como se fosse uma necessidade discreta, mas conecta-se de maneira ampla com as formas como organizamos os processos escolares de ensino-aprendizagem, uma vez que “o modelo de aprendizagem cotidiana é, a esse respeito, surpreendentemente similar ao modelo tradicional de aprendizagem escolar” (Engeström, 1991, p. 245, tradução nossa). Da mesma forma, o que se convencionou chamar de “concepções inadequadas” (*misconceptions*), ou mesmo as “concepções cotidianas”, não são apenas “indícios de pensamento imaturo. São artefatos produzidos culturalmente que muitas vezes persistem independentemente da maturação” (ibid., p. 247, tradução nossa).

O encapsulamento escolar não se trata, portanto, de um fenômeno restrito ao Ensino de Física, mas relacionado às práticas escolares de ensino-aprendizagem como um todo, pois trata sobre “a separação entre o aprendizado escolar e o restante da experiência cotidiana” (Lago; Ortega; Mattos, 2019, p. 243). Esse encapsulamento pode ocorrer de diversas formas, o que envolve a necessidade de identificar e ensinar o que se consideram os conceitos mais importantes de determinado campo do conhecimento. No entanto, o estudo sobre o encapsulamento escolar indica que “o conhecimento humano produzido historicamente, ao ser recontextualizado na

escola como conteúdo disciplinar, perde vários de seus sentidos, entre eles aquele que deu sua própria gênese” (ibid.).

Para além de conteúdos mais “clássicos”⁵³, como as fases da Lua ou qualquer outro conteúdo a ser ensinado em uma aula de Física, outros conhecimentos que são considerados pelo campo de pesquisa em Ensino de Física como sendo importantes de serem ensinados, tanto na educação básica quanto na superior, podem ser analisados à luz da discussão sobre encapsulamento escolar. Tomemos como exemplo para uma breve análise⁵⁴ os conteúdos associados às relações entre HFC, NdC e ensino.

Tratando-se de NdC, por exemplo, Martins (2015) a classifica como uma “conteúdo metacientífico”. Com essa classificação, o autor busca enfatizar que NdC tem sido tratada como principal contribuinte para a formação de “uma compreensão mais profunda de como a ciência funciona, como o conhecimento científico é produzido, validado e comunicado” (ibid., p. 704). Enquanto “conteúdo metacientífico”, o autor propõe que NdC seja trabalhada por meio de “temas e questões”, de modo que esse tratamento de NdC, segundo o autor, é o que facilitaria sua inserção na prática educativa:

Suponhamos, por exemplo, que um determinado assunto/conteúdo curricular (as leis de Newton ou a teoria da evolução, p. ex.) tenha sido escolhido. Podemos pensar: quais temas e questões (conteúdo metacientífico) são mais pertinentes de serem explorados/investigados com esses conteúdos? De que modo os temas e questões devem ser adaptados nesse caso em particular? Inversamente, dado um tema ou um conjunto limitado deles (p. ex. “correlação e causalidade” ou “métodos, procedimentos e processos da ciência”), poderíamos perguntar: quais assuntos/conteúdos (conteúdo científico) podem ser usados na exploração desses temas? Um ir-e-vir entre conteúdo científico específico e conteúdo metacientífico contribui para se pensar a inserção da temática NdC no currículo (Martins, 2015, p. 725).

Em outras palavras, para Martins (2015), o próprio entendimento de NdC como um “metaconhecimento” é o que facilitaria sua inserção em práticas educativas.

Para além dessa classificação desenvolvida por Martins (2015), quando tomamos como fenômeno principal o encapsulamento escolar, entendemos que o mais importante não está

⁵³ Com isto não queremos promover nenhum tipo de categorização mais precisa de termos como “conteúdo” ou mesmo “conceito” a ser ensinado, tampouco difundir algum tipo de dicotomia. Apenas destacamos desta forma por compreender que existam tanto conteúdos quanto conceitos que normalmente são discutidos em aulas de Física e que são, em certa medida, “clássicos” no sentido que certamente serão trabalhados.

⁵⁴ Breve no sentido que dedicaremos o terceiro capítulo inteiro para analisar de forma aprofundada a perspectiva que ficou conhecida como “ensino *em e sobre* ciências” e que, como argumentaremos, emerge a partir das relações entre HFC, NdC e ensino.

apenas em entender de que forma um conteúdo (ou metac conteúdo, que seja) deve ser *inserido* na prática educativa. Primeiro porque essa noção de *inserção* é mecanicista e se configura como uma expressão do ethos de adaptação de passividade que estamos aqui justamente propondo que precisa ser superado, e também porque a própria ideia de que algo precisa ser “melhor inserido”, parte do pressuposto dicotômico de que o ensino de Física precisa ser “preenchido” de algo que lhe falta. É importante não confundir esse pressuposto com o fenômeno do encapsulamento escolar; enquanto esse pressuposto parte de uma premissa que ao ensino de Física “falta algo” que, uma vez que esse algo seja ensinado pelos especialistas, precisa ser “adotado” e “inserido”, a análise do fenômeno do encapsulamento escolar nos mostra que “na educação tradicional, o conhecimento guarda pouco de seus múltiplos sentidos culturais-históricos, tornando-se hermético e orientado apenas para responder questões que dizem respeito à atividade da disciplina escolar” (Lago; Ortega; Mattos, 2019, p. 243). Ou seja, o ponto principal não é admitir que algo falta ao Ensino de Física e portanto nele precisa ser inserido, mas sim que esse ensino precisa, antes de tudo, buscar construir formas concretas de superar as contradições que sustentam a necessidade de se compreender que a ele algo está faltando. Em outras palavras: não precisamos descobrir como inserir mais conteúdos em um Ensino de Física que se encontra *encapsulado*, mas precisamos nos comprometer com outros compromissos, diferentes dos que nos comprometemos até este momento histórico, para que este ensino possa ser *desencapsulado*.

Em trabalhos mais recentes sobre o problema do encapsulamento escolar, como em Engeström *et al.* (2023), por exemplo, os autores discutem que, inclusive do ponto de vista da estrutura das atividades, o conhecimento que é ensinado pelos professores (e que, em certa medida, se faz presente em materiais didáticos) acaba tornando-se o objeto dessas atividades ao invés de um instrumento para o entendimento (e transformação) da realidade, de modo que “os recursos instrumentais da atividade são empobrecidos - os alunos são deixados ‘por conta própria’, para lidar com abstrações descontextualizadas” (*ibid.*, p. 127, tradução nossa). Os autores apontam ainda que o processo de desencapsulamento normalmente é tratado com atividades pontuais, de curta-duração, que tendem a se concentrar em questões mais efêmeras, de modo que com isso entendemos que o desencapsulamento escolar deve ser parte de um amplo movimento de assumir outros compromissos que, até o presente momento histórico, não formam a maioria dos compromissos coletivamente assumidos. É preciso que esses compromissos

tornem-se um pacto pela superação do encapsulamento escolar e do modo bancário de educação; pactos esses que estamos assumindo com a perspectiva ativista transformadora.

Assim, é importante compreender que o encapsulamento escolar é um fenômeno amplo que pode se manifestar de diversas formas, sendo que no nosso caso específico do Ensino de Física esse fenômeno fica muito evidente, principalmente devido a como tradicionalmente não só o Ensino de Física, mas o Ensino de Ciências de forma geral é experimentado: por meio de uma pedagogia transmissiva, que abarca uma série de conteúdos considerados irrelevantes e de difícil compreensão (Camillo, 2015). Assim, a atividade científica que poderia ser considerada como sinônimo de transformação e solução de problemas e incompreensões sobre a realidade “passa a ser pensada pelos alunos em uma lógica binária, entre o conteúdo certo e errado, sem espaço para criatividade e produção de conhecimento” (ibid., p. 39). Esse tipo de compreensão por parte dos estudantes, como estamos aqui apontando, não se resolve apenas re-classificando os conteúdos no currículo e propondo diferentes formas de inseri-lo, mas sim por meio de uma revolução nos compromissos assumidos pelos agentes das atividades de ensino-aprendizagem de Física.

Como apontamos ao longo deste capítulo, o que aqui estamos chamando de Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo, sendo expressão desse ethos de adaptação e passividade que precisa ser superado, se assemelha ao que Freire (2022, p. 83) trata como “educação bancária”, onde “os homens [*sic*] sejam vistos como seres da adaptação, do ajustamento”. Ou seja, tanto o fenômeno do encapsulamento escolar, quanto a educação bancária reforçam o *status quo* de dominação e exploração imposto pela sociabilidade capitalista. Os “arquivamentos” que Freire (2022) menciona se expressam de formas distintas nos dois fenômenos mas com esse reforço em comum. Enquanto o primeiro, no arquivamento, resulta num ensino fragmentado e desconexo, como se o estudante experimentasse dois mundos, dentro e fora da escola, o segundo, também no arquivamento, separa o educador como sujeito do processo de ensino-aprendizagem (aquele que sabe) e o estudante como objeto (vazio, que precisa ser preenchido).

Nesse sentido, ambos os fenômenos operam com a reificação dos sujeitos e dos objetos da atividade, de modo que essa reificação é sua ferramenta de manutenção do *status quo*. A partir dessa reificação, no caso do Ensino de Física, por exemplo, os conteúdos a serem ensinados parecem não se conectar em nada com a realidade vivida pelos estudantes, de modo que a formação de conceitos também deixa de ser um processo rico de complexificação de suas visões

de mundo e passa a ser um exercício de memorização e repetição de uma série de termos que não fazem sentido, muitas vezes virando motivo das famigeradas piadas que sempre ouvimos pelos corredores das escolas, como: “Física é coisa de louco”; “que viagem esse negócio aí de *Big Bang*”; “isso não faz sentido” ou mesmo os questionamentos de sempre em relação a “onde vou usar isso na minha vida?”⁵⁵. Ou seja, essa desconexão entre a vida dentro dos muros da escola e fora dela não é um fenômeno que tem como fonte apenas o próprio Ensino de Física, como se este fosse isolado do modo de (re)produção da vida, mas sim um fenômeno constituído (e consolidado) pelo ethos de adaptação e passividade que, por sua vez, é expressão da necessidade de manutenção do *status quo* da sociabilidade capitalista. Enquanto expressão, por domesticar politicamente os agentes das atividades de ensino-aprendizagem, dificulta tanto a conscientização em relação às formas como o capitalismo cria impedimentos concretos para a emancipação humana, quanto impede também a efetiva organização coletiva destes agentes em prol de sua superação.

Assim, tanto encapsulamento escolar como educação bancária são *totalidades de totalidades*, no sentido que são, em si, totalidades, mas também são, ao mesmo tempo, expressão de uma totalidade ainda mais ampla. Dessa forma, encapsulamento escolar e educação bancária, por exemplo, são expressões desse ethos de adaptação e passividade que não se manifestam apenas no Ensino de Física mas quando nele se manifestam fazem isso na forma do que estamos aqui chamando de *Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo*, principalmente nas *formas de ser* cognitivista (sobre como as pessoas aprendem), transmissivo (sobre como as pessoas ensinam) e passivo (sobre como as pessoas agem no mundo com o que aprendem-ensinam). Na nossa perspectiva ativista transformadora *ser* não é *ser em si mesmo*, mas “*ser* significa *ser em atividade*, não como uma existência absoluta” (Garcia; Camillo, 2021b, p. 8, *itálicos no original*).

Desta forma, como buscamos apontar nessa seção, além de discutir brevemente sobre o fenômeno do encapsulamento escolar, na tentativa de “complementar” o Ensino de Física com o que (supostamente) lhe falta, acabamos por incidir em uma série de concepções equivocadas

⁵⁵ O professor Cristiano Mattos, do IFUSP, faz uma discussão pertinente em relação à essa discussão tomando como base o tratamento marxista dos conceitos de *valor de uso* e *valor de troca*, que dialogam muito com os pressupostos *ideo-metodológicos* que aqui estamos delineando nesse trabalho, especialmente em relação à axio-onto-epistemologia. Nessa perspectiva, Mattos discute que a validação do conhecimento como “solução de problemas” para um indivíduo em particular representa a dimensão do *valor de uso*, enquanto a dimensão de “validação do conhecimento” entre os indivíduos de um coletivo, sempre dialeticamente conectados, representa o *valor de troca*. (Fonte: conversas com o autor e palestras).

sobre como diversos fenômenos que são expressão do ethos de adaptação e passividade se manifestam. Apesar de termos mencionado brevemente o exemplo com a “inserção de NdC” no currículo, entendendo que o nosso enfoque de pesquisa sendo a perspectiva do ensino *em e sobre* ciências, não só a discussão sobre NdC, mas as relações entre HFC, NdC e ensino, precisam ser aprofundadas, especialmente porque nessas relações, muitas vezes, a discussão sobre as “imagens deformadas” sobre a atividade científica são tratadas como “concepções inadequadas” (*misconceptions*), de modo que estão relacionadas aos fenômenos de encapsulamento escolar e educação bancária.

Nesse sentido, defendemos que a perspectiva do ensino *em e sobre* ciências emerge dessas relações entre HFC, NdC e ensino no campo de pesquisa em Ensino de Física também como uma das propostas para resolver esse problema das imagens deformadas, por exemplo. Assim, uma vez que a ideia neste capítulo foi olhar para o campo de pesquisa em Ensino de Física de forma panorâmica, bem como fazer a denúncia deste como tendo assumido, até o momento histórico, compromissos cognitivistas-transmissivos-passivos, a ideia agora é aprofundar essa discussão de forma menos panorâmica e mais específica. Para tal aprofundamento, é importante que dentro da ampla miríade de diferentes enfoques e perspectivas presentes no campo de pesquisa em Ensino de Física brasileiro discutamos (pelo menos) uma, dado o espaço que aqui dispomos.

Assim, buscando aprofundar essa denúncia que aqui fazemos e, em certa medida, construir uma empiria específica para sustentar essa denúncia ao mesmo tempo que buscaremos por meio desta tese avançar na direção do que seria a ampla luta pela superação do ethos de adaptação e passividade, no próximo capítulo analisaremos a perspectiva que ficou conhecida como “ensino *em e sobre* ciências”.

3. Capítulo 3 - Análise de enunciados da perspectiva do “ensino *em* e *sobre* ciências” do campo de pesquisa em Ensino de Física

“Eu tinha medo do seu medo
do que eu faço
Medo de cair no laço
que você me preparou
Eu tinha medo de ter que dormir mais cedo
numa cama que eu não gosto só porque você mandou”

Rockxixe - Raul Seixas

Enquanto no capítulo anterior construímos a *denúncia* em relação ao Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo, nesse capítulo nosso objetivo é sustentar essa denúncia por meio da exposição e análise de uma empiria específica, nesse caso, dos enunciados da perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências do campo de pesquisa em Ensino de Física. Essa sustentação, entendemos, faz parte do movimento que Freire nos provoca a realizar, partindo da *denúncia* ao *anúncio*.

Neste movimento, na próxima seção (3.1) faremos uma breve apresentação da perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências, seguindo para um detalhamento (seção 3.2) de como realizamos a seleção (e exclusão) dos enunciados para análise, para então, efetuar nossas análises (seção 3.3) e encaminhar o que precisamos deixar explicitado (seção 3.4) para no quarto e último capítulo podermos construir o que se configura como o nosso anúncio: a perspectiva do *Ensino de Física Ativista Transformador*.

3.1 Breve histórico da perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências no campo de pesquisa em Ensino de Física.

As discussões relacionadas à perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências são feitas atualmente em diversos âmbitos da pesquisa do campo da Educação em Ciências, seja relacionado ao Ensino de Física, Química ou Biologia. Mesmo considerando as diferentes especificidades de cada campo do conhecimento, suas diferentes tradições de pesquisa e fenômenos estudados, existe um entendimento de que a principal contribuição da perspectiva envolve *produzir* e *transmitir* concepções mais adequadas sobre a atividade científica para professores e estudantes, como mostraremos ao longo de todo este capítulo.

Nosso recorte específico se dará na análise dessa perspectiva no campo de pesquisa em Ensino de Física. Discutiremos os significados atribuídos ao que se considera *produção* e *transmissão* dessas (supostas) concepções mais adequadas - ou menos distorcidas - sobre a atividade científica, principalmente nas relações que essa perspectiva estabelece entre História e Filosofia da Ciência (HFC), Natureza da Ciência (NdC) e ensino.

Ainda que seja difícil expressar exatamente quando a perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências se originou, argumentamos que suas bases remetem aos trabalhos de Matthews (1992) sobre a aproximação entre o campo da HFC e a pesquisa em ensino e de Lederman (1992) sobre as possibilidades de investigar e conhecer as concepções sobre ciência de professores e estudantes a partir de uma ênfase nas relações entre NdC e a pesquisa em ensino.

O trabalho de Matthews (1992), publicado em março, faz um apanhado detalhado das relações entre HFC, NdC e o campo de pesquisa em Ensino de Ciências das últimas décadas, tanto britânico quanto estadunidense. Na sequência, o texto de Lederman (1992), publicado em abril, faz uma extensa e detalhada análise das publicações voltadas para a investigação das concepções de professores e estudantes sobre a atividade científica das últimas décadas, estabelecendo também relações entre HFC, NdC e ensino. Além disso, um dos enfoques de Lederman (1992) e seu grupo de pesquisa é de como desenvolver formas de “melhorar” (ou “atualizar”) as concepções⁵⁶ de professores e estudantes sobre a atividade científica.

Matthews (1992) situa-se a partir da crítica de que a Educação em Ciências teria esquecido as contribuições da HFC, o que justificaria a necessidade de uma reaproximação⁵⁷. Esta reaproximação, segundo o autor, já estaria acontecendo, especialmente nos currículos britânico e estadunidense, mas precisaria ser enfatizada como um projeto, pois “[t]anto a teoria, quanto principalmente a prática do ensino de ciências estão se tornando mais **informadas** pela história e filosofia da ciência” (Matthews, 1992, p. 11, tradução e grifos nossos). O autor estende seu argumento envolvendo a HFC também para NdC, indicando que:

⁵⁶ Concepções essas que muitas vezes são tratadas também como *imagens* da atividade científica.

⁵⁷ Matthews (1992) usa o termo *rapprochement*, para indicar que essa seria uma proposta para reaproximar HFC do Ensino de Ciências. O autor justifica essa proposta indicando que uma aproximação entre estes campos do conhecimento já vinha sendo proposta para o Ensino de Ciências desde o século XIX, onde o físico Ernst Mach (1838-1916) havia discutido este tema em alguns dos seus escritos. No Brasil, o termo foi traduzido em Matthews (1995) como *reaproximação*.

Não se trata da inclusão de HFC como mais um item da disciplina [de ciências], mas sim da incorporação mais geral dos temas de HFC na abordagem da disciplina, do ensino, e dos currículos. Os currículos de ciências geralmente incluem uma seção intitulada “A Natureza da Ciência”: mais atenção está sendo dada a essas seções, e é cada vez mais reconhecido que a história, a filosofia e a sociologia da ciência contribuem para uma compreensão melhor, mais completa e mais rica das questões colocadas nessas seções (Matthews, 1992, p. 12, tradução nossa).

Notavelmente, na proposta de Matthews (1992) em reaproximar estes campos do conhecimento, muitas questões emergem, especialmente sobre como o próprio campo de pesquisa em Ensino de Ciências entende como estudantes e professores ensinam e aprendem ciências.

Esse entendimento sobre como professores devem aprender com historiadores e filósofos da ciência a “verdadeira imagem” da atividade científica para poder “transmiti-la”⁵⁸ aos estudantes é explicitamente demarcada por Matthews (1992) não apenas como uma ideia geral, mas acompanhada de sugestões de melhoria para o campo de pesquisa:

Transformar os planos curriculares em realidades de sala de aula exigirá novas diretrizes e práticas de avaliação, novos materiais didáticos e, sobretudo, a inclusão de cursos adequados de HFC na formação de professores (Matthews, 1992, p. 14, tradução nossa).

Matthews (1992) destaca que uma das principais discussões na época sobre estas relações entre HFC e ensino se constituiu com um interesse dos pesquisadores pelo campo da psicologia da aprendizagem. No entanto, apesar de Matthews (1992) não tecer críticas sobre esse aspecto, entendemos que vale destacar que esse interesse se deu, nesse contexto, com uma concepção puramente cognitivista de ensino-aprendizagem, centrada no indivíduo, com interesse em investigar “de que maneiras o desenvolvimento cognitivo **individual** e o processo de desenvolvimento conceitual histórico lançam luz um sobre o outro?” (Matthews, 1992, p. 22, tradução e grifos nossos). O autor ainda mostra como a maioria destas pesquisas esteve envolvida diretamente com pesquisadores que seguiam a psicologia piagetiana. Ainda que não queiramos cometer nenhum anacronismo, entendendo que essa era a perspectiva dominante na época, vale destacar que esta é problemática principalmente por reduzir os complexos processos de ensino-aprendizagem apenas a algum tipo de desenvolvimento cognitivo individual. Além disso,

⁵⁸ Matthews (1992, p. 30) usa o termo *conveyed*, que em tradução livre poderia ser “transportada” ou “veiculada”. Na tradução desse texto para o *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, em Matthews (1995, p. 187), o termo é traduzido como “transmitida”.

uma vez constatado esse reducionismo, é possível compreender porque muitos trabalhos envolvendo HFC, NdC e ensino se concentram na formação de professores, nas discussões sobre perfis (e modelos) de ensino-aprendizagem, produção de materiais didáticos, dentre outros aspectos. O ponto principal era, desde o início, “melhorar” (ou “atualizar”) as concepções de professores e estudantes sobre a atividade científica.

Nesse sentido, o trabalho de Lederman (1992) vai investigar a possibilidade de compreender as concepções de estudantes e professores sobre a atividade científica por meio das (possíveis) relações entre o campo do Ensino de Ciências e NdC. Como o trabalho de Lederman (1992) também analisa as décadas anteriores, o autor faz um resumo dos diferentes entendimentos sobre NdC ao longo do tempo desde 1900, de maneira que podemos sumarizar como segue:

- a. A partir dos anos 1900: ênfase no “método científico” e no treinamento das faculdades mentais dos estudantes;
- b. Na década de 1960: a ênfase é dada na compreensão do que seria o processo científico (sobre o *fazer ciências*) e na concepção de investigação;
- c. Depois dos 1980: NdC ganharia dimensão de um componente para garantir/promover a *alfabetização científica*.

Ainda nessa discussão, Lederman (1992) indica que a pesquisa relacionada à NdC pode ser dividida em quatro linhas gerais:

1. Avaliação das concepções de estudantes sobre NdC;
2. Desenvolvimento e avaliação de um currículo voltado para a melhoria das concepções de estudantes sobre NdC;
3. Avaliação e tentativa de melhorar as concepções de professores sobre NdC;
4. Identificação das relações entre as concepções de estudantes e professores com práticas em sala de aula.

Ou seja, mesmo destacando que “[p]arece haver um reconhecimento claro de que cada linha de pesquisa é apenas uma peça de um quebra-cabeça muito maior” (Lederman, 1992, p. 351,

tradução nossa), o autor aponta que a partir dos anos 1990 um dos interesses principais - o que certamente envolveu o interesse central do seu próprio grupo de pesquisa - foi investigar as *concepções sobre ciência* de professores e estudantes:

Quando os pesquisadores voltaram sua atenção para os professores, o primeiro passo óbvio foi avaliar as concepções dos professores sobre a natureza da ciência. Afinal, se ensinar é visto como um ato proposital e consciente, o professor deve possuir um conhecimento adequado do que está tentando comunicar aos alunos (Lederman, 1992, p. 339, tradução nossa).

Portanto, esse interesse envolveria não somente a *identificação* (mapeamento e classificação) destas concepções, mas também: o desenvolvimento de propostas de materiais sobre o tema; críticas à estrutura dos currículos (da educação básica e formação de professores) e avaliação das práticas em salas de aula de ciências.

Assim, seguindo essa linha de interesse, uma das principais contribuições de Lederman (1992) e seu grupo, na formação das bases do que viria a ser a perspectiva do ensino *em e sobre* ciências, foi a possibilidade (ou o desejo) de compreender e avaliar as concepções de professores e estudantes sobre NdC e suas relações com HFC e o ensino de ciências. Em outras palavras, Lederman (1992) aprofunda essa linha de investigação assumindo que investigar as concepções de estudantes e professores *sobre* ciência é compreender suas concepções *sobre* NdC. Assim, o autor apresenta seus principais resultados:

Os resultados das pesquisas iniciais sobre a natureza da ciência (que são apoiadas por investigações mais recentes) podem ser resumidos da seguinte forma: (a) **os professores de ciências não possuem concepções adequadas da natureza da ciência**, independentemente do instrumento usado para avaliar as compreensões; (b) as técnicas para melhorar as concepções dos professores obtiveram algum sucesso quando incluíram aspectos históricos do conhecimento científico ou atenção direta à natureza da ciência; e (c) as variáveis de formação acadêmica não estão significativamente relacionadas às concepções dos professores sobre a natureza da ciência (Lederman, 1992, p. 345, tradução e grifos nossos).

Considerando interesses de pesquisa e métodos similares entre Lederman (1992) e Matthews (1992) e seus respectivos grupos, esses resultados fazem emergir diversas discussões sobre como as funções sociais da Educação em Ciências eram compreendidas por eles nesta época. Por exemplo: Lederman (1992, p. 350, tradução nossa) aponta que “o mesmo currículo foi eficaz para um professor com um grupo particular de alunos, mas não para outro professor com um grupo diferente de alunos” e que portanto, com esse resultado, a “conclusão apropriada foi que o professor de ciências **individualmente deve fazer a diferença**” (ibid., tradução e grifos nossos).

Ou seja, na perspectiva de Lederman (1992) esta é uma questão que envolve “diversas peças de um grande quebra-cabeças” mas, ao mesmo tempo, sua solução se efetiva (supostamente) na ação individual - quase que numa *escolha* - de cada professor de ciências na escola, como se o grande quebra-cabeças pudesse ser resolvido apenas com uma de suas peças.

Como apontamos no início, as bases da perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências envolvem as relações que se estabelecem entre HFC, NdC e ensino, de modo que, mesmo que o intuito não seja separar especificamente o que (e como) essas contribuições se configuram, nos parece interessante olhar para elas entendendo que: HFC assume uma grande importância de fomentar o que Matthews (1992) chama de “desenvolvimento conceitual sobre ciência”, ao passo que o autor discute aquilo que Lederman (1992) aprofunda utilizando NdC, como “concepções adequadas sobre ciência - uma *imagem* da atividade científica. Essas bases, combinadas com preocupações sobre o ensino de ciências, constituem historicamente a perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências e serão estas bases que aprofundaremos nas próximas seções deste capítulo.

A partir dessa breve exposição sobre as bases que constituem a perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências, discutiremos estas bases no contexto específico do campo de pesquisa em Ensino de Física brasileiro, levando em conta que esse contexto também se estabeleceu influenciado pelas relações entre as pesquisas sobre HFC, NdC e ensino em âmbito internacional.

3.1.1 A defesa por um ensino *em* e *sobre* ciências no contexto do Ensino de Física brasileiro.

A perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências começa a ser mais especificamente debatida no contexto brasileiro após o texto de Matthews (1992) ser traduzido para o português e publicado em 1995 no décimo segundo volume do terceiro número do *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* (CBEF), que na época ainda se chamava *Caderno Catarinense do Ensino de Física* (CCEF). O termo “ensino *em* e *sobre* ciências”, buscando diferenciar o que seria um ensino *em* ciências como apenas o ensino específico dos *conteúdos* científicos enquanto o ensino *sobre* ciências dizia respeito à HFC e NdC, vem da defesa por um ensino mais “contextualista”:

Os que defendem HFS [HFC] tanto no ensino de ciências como no treinamento de professores, de uma certa forma, advogam em favor de uma abordagem “contextualista”, isto é, uma educação em ciências, onde estas sejam ensinadas em seus diversos contextos: ético, social, histórico, filosófico e tecnológico; o que não deixa de ser um redimensionamento do velho argumento de que o ensino de ciências deveria ser, simultaneamente, **em e sobre ciências**. Para usar a terminologia adotada pelo Currículo Nacional Britânico, os alunos de primeiro e segundo grau devem aprender não somente o conteúdo das ciências atuais mas também algo acerca da Natureza da ciência (Matthews, 1995, p. 166, grifos nossos).

Essa tradução do texto de Matthews (1992) apesar de ser vagamente justificada no editorial deste número, indicando apenas que a “veiculação de um artigo tão extenso no CCEF, fato não usual, justifica-se pela **importância intrínseca** do mesmo” (Peduzzi; Peduzzi, 1995, p. 162, grifos nossos), nos indica uma tendência do periódico na época (mas não somente) por essa linha de investigação. Além disso, cabe destacar, que este foi o último número publicado no volume de 1995, sendo que o próximo volume, lançado em 1996, teve um número dedicado inteiramente a apresentar as epistemologias de Bachelard, Popper, Kuhn, Lakatos e Feyerabend. Esse também é um dos indícios de que a tradução do texto de Matthews em 1995 ajudou a reforçar (ainda mais) as discussões sobre epistemologia, HFC e NdC no contexto do Ensino de Física brasileiro, conectando-se com a perspectiva das “concepções alternativas” que estava em alta na época.

Assim, essa tradução ficou relativamente famosa⁵⁹ no contexto da pesquisa em Ensino de Física e, depois dela, o termo “ensino *em e sobre* ciências” começou a ser utilizado acompanhado de discussões que ressaltavam a importância de HFC e NdC no que seria essa defesa por um ensino de ciências “mais contextualista”. Ou seja, nessa tradução, os compromissos expressos em Matthews (1992) em defender um ensino que não se limitasse especificamente aos conteúdos científicos (o que aparentemente foi entendido como *em* ciências) mas ensinasse também sobre HFC e NdC (*sobre* ciências) foram preservados.

O interesse do nosso trabalho está justamente nesse entendimento, de buscar compreender quais são os *compromissos* dos autores dos textos do campo de pesquisa em Ensino de Física após 1995, a partir da perspectiva do ensino *em e sobre* ciências. Desenvolver esse nosso interesse está relacionado à compreensão de que, na perspectiva do ensino *em e sobre* ciências, as relações entre HFC, NdC e ensino passam a ser estudadas com uma ênfase específica nas questões *sobre* ciências.

Assim, ainda que não consigamos responder todas as questões que podem emergir, o nosso objetivo central é responder “quais contribuições de se investigar as concepções de professores e estudantes sobre ciência na perspectiva do ensino *em e sobre* ciências?”. De certa forma, perseguir essa pergunta nos ajudará a compreender como HFC, NdC e ensino se conectam

⁵⁹ Ainda que este não seja um parâmetro preciso, cabe ressaltar que, atualmente, o *Google Scholar* mostra que essa tradução feita pelo CBEF possui 1092 citações, enquanto o texto original de 1992, em inglês, possui 356 citações.

nessa ênfase de investigação das concepções sobre ciência, que passou a ser o principal objetivo das pesquisas voltadas para essa perspectiva.

Ou seja, nas próximas seções, iremos apresentar um pouco mais dessas especificidades do ensino em e sobre ciências, por meio de uma contextualização sobre NdC e HFC, principalmente de como estas perspectivas que se iniciam fora do Brasil impactam o contexto do Ensino de Física brasileiro. Esse impacto, como discutiremos, envolve tratar como NdC e HFC tornaram-se (ainda mais) relevantes para o contexto do campo de pesquisa em Ensino de Física brasileiro a partir desse amplo movimento (que vem de fora do Brasil) de tornar o Ensino de Ciências mais “contextualizado”.

Assim, esse movimento passou a ser considerado pelo campo de pesquisa como a tarefa principal da pesquisa envolvendo HFC e NdC, sendo que “a História e Filosofia da Ciência formam um caminho possível para a discussão de natureza da Ciência, porque evidenciam os meandros da construção do conhecimento científico, contextualizando a Ciência” (Moura, 2014, p. 41). Em outras palavras, entende-se que HFC passa a ser um *meio* para *contextualizar* e tratar *aspectos* de NdC, seja na educação básica ou na formação de professores.

3.1.2 História e Filosofia da Ciência e seus usos no ensino.

Iniciamos esta seção destacando que, apesar do nosso enfoque de pesquisa ser a perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências a partir de 1995, as pesquisas sobre HFC e NdC se fazem presentes no Brasil ainda antes desse período. Certamente as relações entre HFC, NdC e ensino, tendo especificamente o ensino de Ciências como objeto de estudo, têm como um de seus principais representantes Luiz Orlando de Quadro Peduzzi, especialmente a partir de sua tese de doutorado, defendida em 1998. No entanto, situado no campo da História da Ciência mas não necessariamente (pelo menos no início) envolvendo questões da pesquisa em ensino, um dos principais representantes é Roberto de Andrade Martins.

Martins realizou seu doutoramento no campo da Lógica e Filosofia da Ciência na Unicamp em 1987, sem se debruçar de maneira aprofundada sobre questões específicas da área de ensino. Publica vários textos voltados para os campos de História da Ciência e Filosofia da Ciência e, em 1990, publica um artigo intitulado “Sobre o papel da História da Ciência no ensino”. Desde lá, apesar de não tomar o ensino de HFC como objeto principal de estudo, fez

contribuições sobre as relações entre HFC, NdC e ensino em periódicos da área e orientou trabalhos que então se debruçaram mais especificamente nestas relações.

Martins (1990) destaca que a questão sobre quais seriam as funções da HFC no ensino são, sobretudo, de dimensão axiológica, pois envolvem tratar que tipo de professores (ou pesquisadores) se deseja formar. Segundo o autor, por causa dessa dimensão axiológica, “não é possível chegar-se a uma solução de problemas de valores (axiológicos) por métodos científicos” (Martins, 1990, p. 3) e portanto “o que se pode fornecer é uma **opinião**” (ibid, p. 3, grifos no original).

Apesar de entender esse argumento de Martins (1990), considerando também o contexto da época, discordamos que essa seja apenas uma questão de dimensão axiológica e que nos limita à expressão de opiniões. Primeiro porque a ideia de que aspectos axiológicos são “menos científicos” do que outros aspectos é equivocada, e segundo porque no contexto atual entendemos que uma investigação a respeito dos motivos e objetivos (ou seja, dos *compromissos*) consegue, com rigor científico, nos informar sobre o campo de pesquisa em Ensino de Física a partir destas relações com a perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências. No entanto, o argumento de Martins (1990) expressa a possibilidade de que investir nas possíveis contribuições de HFC para o ensino envolve “apresentar, de forma razoavelmente clara, uma série de **metas** para o ensino universitário, de um modo geral; e argumentos que tentem mostrar que o estudo da História da Ciência pode servir para atingir essas metas” (Martins, 1990, p. 3, grifos no original). Independente de concordarmos ou não com essa perspectiva de estabelecer metas, o que nos interessa aqui é o entendimento de que HFC pode *servir* ao ensino.

Assim, o que é central para nós no argumento de Martins (1990) é a possibilidade de discutir as *funções* de HFC para o ensino. Essa ideia de que HFC pode *servir* ao ensino, de modo a potencializá-lo de diversas formas é, em certa medida a ideia defendida pela perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências de que HFC serviria para contextualizar o ensino universitário, de forma ampla:

Para esse público amplo, a História da Ciência seria um dos **modos de se ensinar** como se formou o mundo cultural em que vivemos - de onde saíram nossas concepções sobre o mundo natural, sobre o ser humano, assim como nossos recursos técnicos atuais. Eliminaría também alguma coisa sobre a própria **natureza da pesquisa científica**, suas relações com outras áreas culturais, formas alternativas de pensamento, etc. Por fim, **serviria para mostrar o que é a ciência**, em suas devidas proporções - sem os extremos de idealizações exageradas ou de uma iconoclastia feroz (Martins, 1990, p. 3, grifos nossos).

Ou seja, nessa perspectiva, HFC serviria para contextualizar mais a ciência, ao mesmo tempo que isso significa ensiná-la *melhor*. No contexto da perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências, esse desejo de ensinar ciências *melhor* está relacionado, ao mesmo tempo, a contextualizar mais a ciência e à ideia de que o “professor de uma dada ciência não transmite aos seus alunos apenas os conteúdos (resultados) dessa ciência, mas também (consciente ou inconscientemente) uma concepção sobre **o que é Ciência**” (Martins, 1990, p. 4, grifos no original).

Em linha similar à de Matthews e Lederman, Martins defende que “[u]m estudo aprofundado dos procedimentos historicamente comprovados dos cientistas é a única forma de se captar (e, depois, poder transmitir) a real natureza da Ciência” (Martins, 1990, p. 5). Em outras palavras: desde o início da difusão do que estamos entendendo sobre a perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências, a ênfase naquilo que se entende como *sobre as ciências* é perceptível, de modo que aprender aspectos de NdC, informados pela HFC, se tornaria o principal objetivo a ser alcançado por essa perspectiva.

Portanto, no contexto do campo de pesquisa em ensino de Física brasileiro, a perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências não está isolada da história do próprio campo. A tarefa central de investigar e aperfeiçoar as concepções sobre ciências de professores e estudantes assumida expressa, em certa medida, o contexto (ou o *espírito*) da época, que envolvia também investigar o que ficou conhecido como “concepções prévias” de professores e estudantes.

Ainda que neste momento não iremos nos aprofundar na explicação desse contexto, e sabendo também que ele não era completamente hegemônico pois o campo de pesquisa se debruçava sobre diversas questões diferentes, vale destacar que um aspecto central dele que nos interessa no nosso estudo dos compromissos é a sua defesa de que os estudantes (supostamente) “imitariam” o que seria (uma visão sobre) a atividade científica: primeiro possuir concepções de senso comum que precisam ser abandonadas, então abandonar essas “concepções prévias”⁶⁰ e fazer a “transição” para concepções científicas:

Recentemente, tomou-se consciência de que o aprendizado das ciências é, às vezes, dificultado por concepções de “senso comum” que, de modo geral, **coincidem com as concepções abandonadas**

⁶⁰ Vale lembrar que as pesquisas envolvendo o que se convencionou chamar de “concepções prévias” (ou “concepções alternativas”) esteve em alta no contexto da pesquisa em Ensino de Física na década de 1990 mas encontra-se sendo estudada até os dias atuais: ver, por exemplo, Milani e Arthury (2019).

ao longo da história. Conhecendo essas concepções antigas e que não são descritas nos manuais científicos, o professor terá maior facilidade em compreender as dificuldades e **resistências** de seus alunos e poderá mais facilmente respeitar suas concepções e fazer uma **transição** destas para as doutrinas atuais (Martins, 1990, p. 4, grifos nossos).

O que realmente é difícil de concordar e continuar defendendo é como Martins (1990), por exemplo, compreenderia essa suposta mimese da atividade científica feita por estudantes através da expressão de concepções de senso comum sobre ciências, ou como essas seriam supostamente iguais às concepções abandonadas ao longo da história⁶¹:

Note-se, no entanto, que o conhecimento histórico necessário para se compreender o significado e a fundamentação de um conhecimento não é algo elementar, que possa ser obtido facilmente e rapidamente. Para adquiri-lo, é necessário **reviver a história percorrida pelos pesquisadores** (Martins, 1990, p. 4, grifos nossos).

Além da necessidade superar a concepção de que exista essa transição mecânica entre aquilo que era senso comum e agora vira senso científico, esse argumento da mimese é extremamente equivocado, principalmente quando defende que a mesma estrutura de argumentação e compreensão que a sociedade tinha, por exemplo, no momento de “abandonar” o geocentrismo e “aceitar” o heliocentrismo, seria a mesma⁶² que professores e estudantes teriam atualmente:

Além disso, ser/tornar-se professor só pode ser compreendido com uma infinidade de atividades, dentro e fora da escola. No entanto, uma armadilha típica é uma espécie de simplificação histórica, que reduz a historicidade a simplesmente olhar para eventos passados, sem considerar a gênese e o desenvolvimento dos fenômenos sob escrutínio. Em última análise, mata o movimento das coisas e a possibilidade de estudar suas dinâmicas. Apesar do rótulo de “história da ciência”, algumas abordagens educacionais da ciência e da tecnologia podem muitas vezes acabar com uma pilha de fatos históricos congelados sem qualquer semelhança com uma abordagem histórica real (Rodrigues *et al.*, 2023, p. 11, tradução nossa).

Esse argumento central de que HFC serviria ao ensino como base para formar uma imagem de ciência é expandido a partir da discussão feita por Peduzzi (1998), em sua tese de

⁶¹ Antes que possamos ser acusados de anacronismo, de desconsiderar que o tema das concepções prévias eram estudados na época de maneira aprofundada, cabe destacar que Martins ainda continuou utilizando esse argumento nos anos seguintes, defendendo que “[a]s suas resistências [dos estudantes] são semelhantes às dos próprios cientistas do passado; e mesmo as suas idéias, por mais ‘absurdas’ que pareçam, podem ser semelhantes às que foram aceitas em outros tempos por pessoas que nada tinham de tolas” (Martins, 2006a, p. XVI).

⁶² Como discutimos anteriormente no capítulo 2, o ethos de passividade existente no pensamento ocidental e que se manifesta no Ensino de Física é sustentado também por uma concepção reificada de história.

doutorado. Peduzzi (1998) envolve o contexto específico da época das investigações sobre as concepções prévias de estudantes e professores e suas relações com atividades de resolução de problemas, defendendo o uso didático de HFC para promover o que o autor chamou de *evolução conceitual* da Física. Essa evolução conceitual, possível a partir do uso de HFC no ensino, segundo o autor, é uma das formas de superar as dificuldades que os estudantes têm em resolver problemas de Física do tipo “lápiz e papel”, uma vez que ajudam os estudantes a superar “uma imagem estereotipada, rígida e estéril do próprio conhecimento científico, na qual a associação cientista-método científico é garantia de sucesso” (Peduzzi, 1998, p. 2).

A tese de Peduzzi (1998) configura-se como uma das pioneiras em enfatizar o que inicialmente ficou conhecido como esse *uso didático* de HFC. Assim como na ênfase de Lederman (1992) o ensino *em* e *sobre* ciências pode ser efetivado por meio de uma investigação das concepções sobre ciências de professores e estudantes e com o uso didático de HFC, questões preocupadas também com o ensino nas escolas de educação básica e não somente no contexto universitário começaram a se desenvolver. Essa preocupação, aliada à ênfase da época de estudar as concepções alternativas e os métodos de resolução de problemas, reafirma a ideia de que HFC teria (pelo menos) uma função: contextualizar o ensino de ciências, agora também envolvendo preocupações com a física escolar.

Até aqui, apresentamos de forma breve alguns aspectos de HFC e suas relações com a pesquisa em ensino, tanto nacional quanto internacional, que nos serve muito bem para não apenas resumir, mas também apontar nossos interesses de pesquisa, especialmente no que diz respeito ao nosso destaque inicial com um dos nossos objetivos específicos: identificar e analisar o que é tomado pelo ensino *em* e *sobre* ciências como conjunto de problemas a serem resolvidos. Nos parece nesse momento seguro explicitar que um dos principais problemas que almeja-se ser resolvido com a perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências é essa necessidade de se desenvolver uma *imagem* de ciências para ser *transmitida* para professores e estudantes. Ou seja, resta-nos compreender como certos aspectos de NdC, associados à HFC, podem configurar-se como suficientes para a formação dessa imagem. No entanto, é importante destacar que, desde a década de 1990, essa necessidade se tornou um **consenso** por aqueles que, de uma forma ou outra, encontravam-se envolvidos nas pesquisas sobre HFC, NdC e ensino de ciências.

Para explorar mais sobre a natureza desse consenso, na próxima seção discutiremos como a pesquisa na perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências avança na direção daquilo que Lederman

(1992) apontou como fundamental: da investigação (e possibilidade de melhoria) das concepções sobre a atividade científica de professores e estudantes.

3.1.3 Natureza da Ciência e as concepções *sobre* ciência.

Enquanto no contexto brasileiro as discussões sobre HFC começam a envolver essa necessidade de se produzir uma imagem de ciência adequada, que pode ser efetivada por meio da NdC, no contexto internacional as pesquisas sobre NdC e concepções de professores e estudantes seguem avançando, agora também com uma preocupação no desenvolvimento de instrumentos, como questionários e roteiros de entrevista.

Para explicitar um pouco melhor como essas pesquisas vão, em certa medida, retroalimentando a perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências no Brasil, nos apoiaremos neste momento na síntese feita por Moura (2014), que encarou a árdua tarefa de buscar uma resposta para a pergunta: *o que é NdC e qual sua relação com HFC?*. No entanto, um dos principais destaques feitos por Moura (2014) é de que é impraticável encontrar apenas *uma* definição de NdC, mas que esta pode ser compreendida como “um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico” (ibid., p. 32).

Nesse artigo de Moura (2014), o autor faz uma síntese detalhada sobre HFC, NdC e suas relações com o ensino, a partir de uma revisão bibliográfica do tema nas últimas três décadas. Muitas das referências que acessamos e estudamos para entender NdC, sejam nacionais ou internacionais, vêm dessa síntese, o que facilitou muito o processo de conseguir organizar certa cronologia na constituição das contribuições de HFC e NdC para a perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências.

Além disso, Moura (2014) faz outro destaque importante que reforça nossa hipótese de que investigar as relações entre HFC, NdC e ensino permitirá que compreendamos os compromissos com a perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências:

O propósito de fazer com que alunos e professores aprendam e ensinem não somente Ciência, mas também *sobre* a Ciência tem se constituído num objetivo pretendido por um grande número de educadores, formadores e acadêmicos. Na literatura especializada do Brasil e do mundo são diversos os artigos, as dissertações e as teses que vêm abordando este assunto, contribuindo para que tenhamos um tema de pesquisa e atuação definido no contexto educacional atual. Segundo estes trabalhos, o entendimento *sobre* a Ciência envolve compreender o que é denominado de “natureza da Ciência” (Moura, 2014, p. 32, *itálicos no original*).

Ou seja, mais uma vez, estamos compreendendo que este papel de NdC se estabeleceu como um consenso na perspectiva do ensino em e sobre ciências.

Tal consenso, certamente, não se estabeleceu sem muitas discussões acirradas e disputas, especialmente em torno da busca por uma definição de NdC, quanto pelas estratégias de inserção dos aspectos de NdC, amparados por HFC, no contexto da formação de professores e da educação básica.

Um dos marcos⁶³ desse contexto é o trabalho de McComas, Almazroa e Clough (1998) que defende a necessidade de se estabelecer o que ficaria conhecido como *aspectos consensuais* (ou *visão consensual*) sobre NdC. A defesa pelos aspectos consensuais trata-se de construir uma série de elementos, que muitas vezes acabam sendo apresentados em uma lista daquilo que é considerado consenso entre os pesquisadores de NdC. Uma vez que esses aspectos são consensuados, na visão de McComas, Almazroa e Clough (1998), torna-se mais efetiva sua inserção na formação de professores e sua consequente *transmissão* no contexto da educação básica.

Essa defesa pelos aspectos consensuais não é feita “no vazio”. No caso de McComas, Almazroa e Clough (1998) a natureza desse objetivo é pragmática: estabelecer uma série de consensos entre pesquisadores para alcançar a tão desejada “alfabetização científica”. Os autores defendem que esse entendimento consensual garantiria uma estabilidade na formação de uma imagem adequada sobre ciências, sendo que “[o]nde o consenso não existir, os professores de ciências devem apresentar uma pluralidade de visões” (McComas, Almazroa e Clough, 1998, p. 512, tradução nossa). Ou seja, a partir da emergência da perspectiva da visão consensual, algumas estratégias mudam mas o foco continua sendo o mesmo apontado por Matthews (1992) e Lederman (1992)⁶⁴: a construção de uma imagem *sobre* ciência.

Nesse sentido, a necessidade de avaliar as concepções de professores e estudantes seguiu avançando e a perspectiva da visão consensual se constituindo praticamente como uma linha de investigação, como no trabalho de Lederman, Wade e Bell (1998) que faz uma revisão histórica

⁶³ Este foi um dos principais trabalhos a defender a necessidade de se elaborar um conjunto mínimo de consensos sobre ciências, o que ficou conhecido como *visão consensual* (ou *aspectos consensuais*) com uma justificativa primariamente pragmática: estabelecer esse consenso entre pesquisadores para então utilizá-los na formação de professores, na expectativa que estes consensos fossem *transmitidos* aos estudantes nas escolas.

⁶⁴ Não somente mas principalmente com Lederman (1992) esse argumento ganha força pois, a partir de meados da década de 1990, seu grupo estava avançando nas pesquisas sobre as concepções sobre ciências de professores e estudantes, principalmente no que diz respeito à elaboração, teste e avaliação de instrumentos de coleta. Além disso, Lederman e McComas fazem colaborações com seus respectivos grupos na defesa da *visão consensual*.

sobre instrumentos de coleta dessas concepções. Essa revisão, além de contribuir para a discussão sobre estes instrumentos, é um reforço pela defesa da visão consensual, com indicativos de que inclusive “poderia ser solicitado aos estudantes que desenvolvessem um modelo instrucional que eles poderiam usar para ensinar outros estudantes sobre as características de uma teoria científica” (Lederman; Wade; Bell, 1998, p. 611, tradução nossa).

Assim, como bem explicitado por Moura (2014, p. 34), para “alguns autores, ao trabalhar com natureza da Ciência no ensino, deveríamos abordar seus aspectos consensuais, tidos como características sobre a construção do conhecimento científico que a maioria dos pesquisadores concorda acerca do tema”. A visão consensual torna-se, portanto, aquilo que os pesquisadores entendem como uma *imagem* de ciência e como eles concordam que essa imagem deve ser *inserida* na formação de professores e *transmitida* aos estudantes.

Ainda sobre o trabalho de McComas, Almazroa e Clough (1998), Moura (2014) faz um importante destaque que nos serve para explicitar como esse movimento discutido internacionalmente de estabelecer uma *imagem* de ciência a ser *transmitida* - o que depois ficou conhecido como a perspectiva da *visão consensual* sobre NdC - foi chegando aos poucos no contexto brasileiro:

No entender dos autores, introduzir a natureza da Ciência no ensino é importante, por exemplo, para **problematizar as visões inadequadas de estudantes e professores** sobre a construção do conhecimento científico e para melhorar o aprendizado de conceitos e o interesse pela Ciência. Por fim, os autores destacaram a importância da NDC na formação de professores, discutindo estudos que indicaram **mudanças nas concepções** dos professores quando estes cursavam disciplinas específicas acerca do assunto (Moura, 2014, p. 38, grifos nossos).

Ou seja, esse amplo movimento, como expressão do “espírito da época” da pesquisa em Ensino de Física no Brasil desde a década de 1990, por exemplo, faz emergir mais explicitamente o desejo de construir uma imagem adequada de ciência e ao mesmo tempo rejeitar o que seria uma possível imagem *inadequada* ou *distorcida*.

Nesse contexto, a ideia de NdC como um conjunto de elementos consensuais sobre a atividade científica começou a se difundir também no Brasil. Certamente um dos textos que mais impactou⁶⁵ as pesquisas em Ensino de Ciências de forma geral foi o trabalho desenvolvido por Gil-Pérez *et al.* (2001), intitulado como “Para uma imagem não deformada do trabalho

⁶⁵ Segundo pesquisa no *Google Scholar*, o texto encontra-se atualmente com 1431 citações.

científico”. A partir do trabalho de Gil-Pérez *et al.* (2001) esse movimento vai se estabelecendo no Brasil com critérios específicos para além de buscar a constituição de uma imagem *adequada* da atividade científica, poder nomear quais seriam as possíveis imagens *inadequadas* (ou “deformações”/“distorções”), de modo que uma das formas de se estabelecer essa imagem adequada seria “tomando em consideração essas deformações, isto é, tratando explicitamente de não cair nas mesmas deformações, nem ativa, nem passivamente” (Gil-Pérez *et al.*, 2001, p. 128). Tais deformações, expressas através de diferentes *visões sobre ciência*⁶⁶, são nomeadas e discutidas pelos autores como mostramos a seguir:

A visão **“empírico-indutivista e ateórica”** que, segundo os autores, é predominante tanto em professores quanto em cientistas, sendo que essa visão:

(...) destaca o papel “neutro” da observação e da experimentação (não influenciadas por idéias apriorísticas), esquecendo o papel essencial das hipóteses como orientadoras da investigação, assim como dos corpos coerentes de conhecimentos (teorias) disponíveis, que orientam todo o processo (Gil-Pérez *et al.*, p. 129).

A visão **“rígida (algorítmica, exata, infalível, ...)”** que toma um único “método científico” como um “conjunto de etapas a seguir mecanicamente” (ibid., p. 130) enquanto recusa aspectos relativos à criatividade na ciência. O principal efeito contrário apontado pelos autores é o desenvolvimento de uma postura extremamente relativista onde “tudo vale”.

A visão **“apromática e ahistórica”** que é, consequentemente, dogmática e fechada, pois com ela:

(...) transmitem-se os conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas que lhe deram origem, qual foi a sua evolução, as dificuldades encontradas etc., e não dando igualmente a conhecer as limitações do conhecimento científico atual nem as perspectivas que, entretanto, se abrem (ibid., p. 131).

Segundo os autores, essa visão perde a essência promática da atividade científica, sempre buscando resposta às perguntas elaboradas previamente.

A visão **“exclusivamente analítica”** que pode ser caracterizada por uma separação rígida entre as diferentes ciências, como se levasse a disciplinaridade de forma muito resistente.

⁶⁶ Esse termo pode aparecer em algumas literaturas tanto nacionais quanto internacionais também como “concepções sobre ciência”.

A visão “**acumulativa de crescimento linear**” que ignora as crises e as reformulações que as teorias científicas sofrem historicamente, defendendo:

(...) uma interpretação simplista da evolução dos conhecimentos científicos, para a qual o ensino pode contribuir ao apresentar os conhecimentos hoje aceites sem mostrar como eles foram alcançados, não se referindo às frequentes confrontações entre teorias rivais, às controvérsias científicas, nem aos complexos processos de mudança (ibid, p. 132-133).

A visão “**individualista e elitista**” tendo como base a ideia de que a ciência é produzida por gênios isolados do restante da sociedade, sendo que os resultados obtidos de forma solitária por estes gênios teriam mudado a história da ciência.

A visão “**socialmente neutra da ciência**” que não acompanha as contribuições da perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), tratando a atividade científica como isolada de impactos sociais, culturais e políticos, como se fosse ideologicamente imune.

Como neste capítulo estamos nos concentrando na apresentação do contexto que funda a perspectiva do ensino *em e sobre* ciências, não nos aprofundaremos em muitas críticas aqui, mas vale destacar algumas preocupações que possuímos em relação à forma como Gil-Pérez *et al.* (2001) colocam o problema das visões distorcidas sobre ciência a partir da responsabilização de professores sobre essa distorção:

Uma atividade básica desse processo [de identificação de visões sobre ciência] consistiu em solicitar aos grupos uma enumeração - a título de primeira “conjectura”, baseada numa reflexão crítica sobre a prática docente que lhes é familiar - das possíveis deformações que no ensino das ciências poderiam estar a ocorrer **por ação ou omissão**. Poderia pensar-se que essa atividade seria pouco produtiva, já que se pede aos **responsáveis**, de certo modo, pelas deformações, que as identifiquem” (Gil-Pérez, *et al.*, 2001, p. 128, grifos nossos).

Na concepção dos autores, professores estariam fazendo isso por acidente, ou por não terem conhecimento sobre essa (suposta) real imagem de ciência, o que serviria como uma justificativa dada pelos autores pela necessidade de desenvolver essa imagem para *inserir-la* na prática educativa.

É importante destacar, nesse sentido, que não estamos assumindo que professores são neutros ou que a realidade de uma aula de ciências na escola é um ambiente passivo, de maneira alguma, mas apenas fazemos esse destaque para indicar dois problemas principais: (i) a ideia de

que exista uma imagem imaculada de ciência e que alguém, de alguma forma, a distorce/deforma e (ii) os impactos em atribuir a responsabilidade dessa deformação aos professores:

Pensamos que uma consideração explícita de tais deformações pode ajudar a questionar concepções e práticas assumidas de **forma acrítica** e a aproximar-se de concepções epistemológicas mais adequadas que, se **devidamente reforçadas**, podem ter incidência positiva sobre o ensino (Gil-Pérez, *et al.*, 2001, p. 127).

Não aprofundaremos esses problemas agora, pois voltaremos a discutí-los na seção de análises, mas gostaríamos de deixar destacado que estes são, a nosso ver, problemas tão relevantes quanto a discussão sobre uma possível imagem de ciência que vem a ser deformada.

Ainda assim, insistimos que, de um ponto de vista político, é importante nos perguntarmos: não seria mais prudente olhar para os currículos de formação de professores, para as políticas públicas que constroem esses currículos muitas vezes com bases nos interesses de grandes corporações multimilionárias ou ainda para as diferentes realidades escolares - especialmente de escolas públicas - para poder estender (ou então dividir) mais essa responsabilização? Entendemos que o texto de Gil-Pérez *et al.* (2001) foi publicado no Brasil há mais de duas décadas em outro contexto histórico e também que os pesquisadores não são brasileiros, mas dada a proporção e a fama que esse texto ganhou, se difundindo com muita relevância principalmente na constituição da perspectiva do ensino *em e sobre* ciências no Brasil, cabe questionarmos se não seria o momento (ou talvez já teríamos passado dele) de discutir a relevância atual de continuar buscando responsabilizar professores e estudantes individualmente por fenômenos que são muito mais amplos e envolvem diferentes camadas, interesses, relações de poder, ideologias e estruturas.

Também em consonância com esse caráter político que destacamos, é importante ressaltar que mesmo os autores enfatizando com detalhe as especificidades de cada uma das visões distorcidas, fica difícil diferenciar com clareza estas sete concepções. Muitas vezes, parece que todas elas se encaixam no que ficou conhecido amplamente como “concepção empírico-indutivista”⁶⁷ de ciência. Por exemplo, se analisarmos rapidamente as sete visões destacadas por Gil-Pérez *et al.* (2001) e contrastarmos com o que normalmente se entende por uma concepção empírico-indutivista veremos que essas se coadunam. Uma concepção empírico-indutivista sobre a atividade científica considera exclusivamente cientistas como gênios

⁶⁷ Por vezes chamada apenas de “concepção indutivista”, “concepção positivista” ou ainda “concepção empirista”.

isolados (*visão individualista e elitista*) que realizam observações da natureza de forma neutra, não sendo carregada de teoria e conseqüentemente compreende a experimentação sem apriorismos (*visão empírico-indutivista e atórica*). Além disso, assume uma unicidade de metodologia científica, incorporada à prática científica pela ordem correta de todos os passos do método científico (*visão rígida*) o que configura uma visão que não considera as contradições que emergem dessa prática e diversas outras situações inesperadas (*visão aproblemática e ahistórica*). Assim, essa visão empírico-indutivista acabaria por incorrer em demasiadas primazias entre uma ciência e outra (*visão exclusivamente analítica*) que nessa divisão perderia o caráter histórico-cultural de constituição da prática científica, defendendo uma neutralidade sócio-política da prática científica (*visão socialmente neutra da ciência*) que supostamente buscaria o progresso e se desenvolveria sempre de maneira linear (*visão acumulativa de crescimento linear*).

Fazemos esse destaque pois nos parece que o objetivo principal de Gil-Pérez *et al.* (2001) era mais apontar quem eles entendem como os responsáveis pelas distorções (os professores) do que realmente trabalhar em cima dos problemas que emergem delas.

Com esse desenvolvimento da visão consensual por meio da apresentação de uma série de aspectos consensuais sobre a atividade científica e com seu reforço, no contexto brasileiro, a partir das “visões deformadas” apresentadas por Gil-Pérez *et al.* (2001), as críticas à visão consensual que se estabeleceram internacionalmente começam também a se desenvolver no Brasil, assim como a tréplica dessas críticas em publicações que servem ao mesmo tempo como resposta e como aprimoração da visão consensual. Muitas vezes, como a visão consensual acaba sendo materializada em listas de aspectos consensuais, essas aprimorações acabam sendo apenas uma atualização destas listas, aumentando e/ou modificando aspectos a fim de manter sempre o consenso como segurança de uma imagem adequada de ciência mas sem efetivamente discutir quais problemas emergem com essa consensualização (Garcia; Camillo, 2021a).

Tão numerosas quanto são as discussões sobre a busca por um *conceito* de NdC ou sobre quais as melhores formas de trabalhá-la e os diferentes instrumentos que acompanham estas propostas são as críticas às diferentes perspectivas de NdC. Ainda que nosso objetivo neste capítulo não seja aprofundar essas críticas mas apenas discutir brevemente sobre NdC, discutiremos na próxima seção um pouco sobre algumas críticas à visão consensual: a perspectiva

que ficou conhecida como *semelhança familiar*⁶⁸, a sugestão de Matthews (2012) de mudança de foco conhecida como *características da ciência*⁶⁹ e a perspectiva denominada *Whole Science* proposta por Allchin (2017).

3.1.4 Críticas da *visão consensual* sobre Natureza da Ciência.

Com a difusão da visão consensual, muitas críticas emergiram, sendo uma delas a que ficou conhecida como abordagem⁷⁰ de *semelhança familiar* dos aspectos de NdC. A principal crítica da visão consensual feita pela abordagem da *semelhança familiar* é que a atividade científica é muito dinâmica e rica de nuances e não pode ser resumida (ou reduzida) à uma lista de aspectos que a definiriam de maneira estática. Ao invés de trabalhar com estes aspectos, a *semelhança familiar* propõe olhar para as especificidades de diferentes ciências, reconhecer seus aspectos diferentes mas procurar trabalhar com esta diversidade agrupando algumas destas ciências por meio daquilo que, mesmo diferentes, elas podem compartilhar, ou ter em comum, como se fossem componentes de uma mesma família:

Os autores trabalham com quatro categorias de *semelhança familiar* para a natureza da Ciência: atividades, objetivos e valores, metodologias e regras metodológicas, e produtos. Isto significa, por exemplo, que as áreas da Ciência partilham de *semelhanças* em seus objetivos ou em seus produtos, como se fossem traços característicos de uma mesma família. Embora não necessariamente sejam idênticas em relação aos pressupostos metodológicos que adotam, as áreas da Ciência possuem *semelhanças* que as caracterizam como pertencentes a uma mesma família de bases e fundamentos teóricos, procedimentais e metodológicos (Moura, 2014, p. 35).

Essa proposta busca ir contra as bases da visão consensual, principalmente por indicar uma flexibilidade que fomenta também o trabalho interdisciplinar quando aplicada no contexto do ensino das Ciências da Natureza, por exemplo. Essa ideia de interdisciplinaridade atrapalha a estabilidade buscada pela visão consensual, que acaba por construir uma imagem estática da atividade científica que pode até funcionar para situações específicas, mas que não serve para discutir, por exemplo, essa multiplicidade de diferentes ciências e como se relacionam entre si.

Assim, “[n]ão há, na lista, *nada* que demonstre que a atividade científica difere de qualquer outro tipo de atividade, como se os tópicos listados fossem um amplo acordo de

⁶⁸ No inglês original *family resemblance*.

⁶⁹ No inglês original *features of science*, muitas vezes abreviado como “FOS”.

⁷⁰ Vale destacar que às vezes aparece como “abordagem”, como “proposta” e menos frequente mas ainda presente como “conceito”.

aspectos supostamente indiscutíveis” (Garcia; Camillo 2021, p. 235, *itálicos no original*). Literalmente, a perspectiva dos aspectos consensuais consegue criar *uma* imagem de ciência que, uma vez compartilhada consensualmente por um grupo, serve unicamente ao propósito de ser essa imagem estática e consensuada. Para a visão consensual, a totalidade dessa imagem é a própria lista, como se aquilo que pudesse responder à pergunta “o que é ciência, afinal?” fossem somente os aspectos apresentados na lista.

Um dos trabalhos mais influentes no desenvolvimento dessa abordagem de semelhança familiar é o de Irzik e Nola (2011). Os autores começam sua argumentação defendendo que um dos problemas mais difíceis de resolver para aqueles que trabalham com NdC é o *problema da demarcação*, ou seja, a possibilidade de encontrar uma definição (ou conceito) para explicar o que realmente é NdC. Amparados nesse argumento, os autores vão construir a proposta da semelhança familiar, cujo argumento central é que a atividade científica “é tão rica e tão dinâmica e as disciplinas científicas são tão variadas que parece não haver um conjunto de características que seja comum a todas elas e compartilhada apenas por elas” (Irzik; Nola, 2011, p. 591).

Outro ponto destacado por Irzik e Nola (2011) toca em um dos cerne da defesa pela visão consensual: da inexistência de *um* método científico. Apesar de concordarem que não existe apenas *um único* método, os autores apontam que o investimento exagerado da visão consensual nesse aspecto acaba deixando de lado muitas discussões importantes sobre metodologia e regras metodológicas e enfraquecendo a própria imagem de ciência construída pela visão consensual, de que por exemplo, a ciência seria “auto-regulada”. Para os autores, essa negligência da visão consensual perante questões metodológicas se dá porque Lederman e seu grupo investiram muito apenas em questões epistemológicas, como se o compromisso de NdC fosse apenas com a estrutura epistêmica da atividade científica e não com o desenvolvimento da ciência como uma prática social. Mesmo a visão consensual prezando por uma construção baseada em uma lista de aspectos, acaba sendo artificial, como discutem Irzik e Nola (2011, p. 593, *itálicos no original, tradução nossa*), deixando aspectos fora, sendo que as ações “como coleta de dados, classificação, análise, experimentação e a realização de inferências são todas partes da ciência e *este fato em si* deve ser incluído na NdC”.

Apesar do problema da demarcação realmente existir, é possível notar que, tanto a perspectiva da “visão consensual” quanto da “semelhança familiar” são, *ao mesmo tempo*, abordagens para se trabalhar NdC mas conceitos (ou definições) daquilo que se entende por NdC.

Assim, no nosso entendimento, é impossível que novas abordagens sejam propostas sem que expressem significações a respeito do objeto que compartilham, ou seja, toda nova proposta para trabalhar com NdC é, em certa medida, um conceito (ou definição) de NdC. Concordamos com Irzik & Nola (2011) que a demarcação é um problema e que certamente algumas abordagens serão mais flexíveis do que outras, mas vale apontar que, assim como na perspectiva da visão consensual, a semelhança familiar também acaba por defender uma imagem de ciência que deve ser construída e transmitida. Ainda não avançamos para abordagens de NdC que conseguissem superar esse paradigma da representação primeiro e instrução depois, o que é também uma concepção de desenvolvimento humano e ensino-aprendizagem.

Ainda assim, Irzik e Nola (2011), apesar de compartilharem com a visão consensual a ideia de que quanto melhor for a imagem de NdC construída mais “sofisticada será a visão dos estudantes”⁷¹, conseguem avançar relativamente em relação à perspectiva da visão consensual, principalmente numa apresentação mais flexível, que abre mais para trabalhar as relações entre as ciências e suas subdivisões. No entanto, como a disputa pela demarcação de NdC ainda existe, outras propostas criticando a visão consensual mas não necessariamente se aliando à perspectiva da semelhança familiar também emergem, como discutiremos a seguir.

Também em 2011, Douglas Allchin publicou um artigo para apresentar uma outra perspectiva para NdC, que ficou conhecida como *Whole Science*. Essa perspectiva, que seria aprofundada por Allchin nos anos subsequentes até ser discutida de maneira mais detalhada em 2017, parte de uma crítica da visão consensual, principalmente no que o autor chamou de mudar o foco de “afirmações declarativas para uma análise funcional (ou interpretativa)” (Allchin, 2011, p. 518, tradução nossa). Ou seja, na perspectiva do autor, essa mudança de foco garantiria que nenhum “ingrediente” da atividade científica ficaria de fora, pois as análises se concentrariam em toda a estrutura da prática científica, desde questões experimentais até aspectos sociais. Em outras palavras, essa abordagem permitiria interpretar a ciência de maneira integral [*whole*] (Allchin, 2011). Entretanto, cabe discutirmos a seguinte questão: como Allchin (2011) entende que com sua proposta está promovendo essa mudança de foco?

⁷¹ Os autores indicam, logo na justificativa de sua abordagem que “desenvolvemos ainda mais essa abordagem para apresentar uma imagem rica da natureza da ciência para fins de educação científica e mostrar que ela é uma alternativa poderosa à visão consensual” (Irzik; Nola, 2011, p. 593, tradução nossa).

Allchin (2011) investe na construção de perguntas que, segundo o autor, vão mais numa direção de serem “abertas” e buscarem o que ele chama de “características de NdC” do que os tradicionais questionários como Lederman e seu grupo faziam, mais voltados para o compromisso de identificar e avaliar “quanto de NdC” (quais *aspectos*) professores e estudantes sabiam, ou como esses aspectos concordavam com a lista de aspectos já previamente construída pelos pesquisadores de NdC.

Na perspectiva de Allchin (2011) questões sobre a atividade científica, normalmente vêm associadas a problemas escritos em pequenos textos, como se fossem episódios (ou “situações-problema”) a serem analisadas pelos estudantes, interpretadas e discutidas. O foco de Allchin (2011) está na maximização da interpretação de todos os fatores possíveis que, segundo o autor, compõem uma situação onde a “alfabetização científica” é demandada por parte de quem interpreta. Segundo o autor, ao invés “de pedir uma declaração ou justificativa de uma determinada posição, que tenderia em grande parte a refletir ideologia pessoal e provocar a racionalização inconsciente” (Allchin, 2011, p. 519, tradução nossa). Dessa forma, a *Whole Science* “procura sondar o nível de sofisticação na compreensão funcional da prática científica por um estudante e sua relevância para a tomada de decisão” (ibid.).

De certa forma, Allchin (2011) avança em relação à perspectiva da visão consensual de estabelecer uma *lista de aspectos* feita previamente por especialistas, mas continua se baseando na ideia central de que aspectos sobre a atividade científica formam uma imagem de ciência a ser transmitida. Ou seja, a ideia de que aspectos - ou na reformulação de Allchin (2011), *características* - podem ser acessadas, avaliadas, interpretadas e utilizadas, continua central e está relacionada com a defesa da NdC como algo que *informa* sobre ciência.

Buscando também avançar em relação à lista de aspectos consensuais a partir do tratamento de algumas características mais abertas sobre a atividade científica, Matthews (2012) propõe o que ficou conhecido como “a mudança de foco”, dos aspectos sobre ciência para as *características*. Diferente de Allchin (2011; 2017) que lida com a ideia de “características” mas foca em quais aspectos de NdC são utilizados pelos estudantes para interpretar problemas, Matthews (2012) começa pela argumentação de que a atividade científica possui muitas características cognitivas, sociais, comerciais, culturais, políticas, estruturais, éticas, psicológicas, dentre outras. Sua principal defesa é que algumas dessas características são compartilhadas e discutidas em larga escala no ensino de ciências, enquanto outras recebem pouca ou nenhuma

atenção. A proposta de Matthews (2012) envolve o que ele chama de “mudar o foco” de Natureza da Ciência para Características da Ciência.

No entanto, o que parece ser uma grande proposta para trabalhar com questões sobre ciência, acaba por ser apenas uma mudança de terminologia. Não estamos inferindo que uma discussão terminológica não faz sentido, mas apenas chamando a atenção para o fato de que as mudanças propostas por Matthews (2012) não avançam muito naquilo que estava sendo discutido na época nas críticas da visão consensual, tampouco difere da perspectiva de semelhança familiar. A principal contribuição da perspectiva das Características da Ciência é lembrar, mais uma vez, dos problemas associados à lista de aspectos consensuais - que Matthews (2012) chama de “os sete de Lederman” - e indicar outros pontos que ficaram de fora. Ainda que a tentativa de Matthews (2012) é propor mais articulação e menos uma lista estanque, colocando características que, assim como Allchin (2011; 2017) envolvem discussão e interpretação, no limite o que Matthews (2012) faz é *aumentar a lista* de Lederman e seu grupo⁷².

Apesar de o texto de Matthews (2012) não trazer muitos avanços significativos em relação aos usos de NdC no ensino, recebeu algumas críticas ao longo dos anos. Na sequência, vamos nos ater à uma crítica mais recente, feita por Roda e Martins (2021).

Roda e Martins (2021) investem na discussão sobre a demarcação do conceito de NdC, sinalizando que existe uma “disputa sobre o sentido de NdC”. Os autores discutem a crítica que Matthews (2012) faz à visão consensual, consolidada pelo grupo do professor Lederman e defendem que esta crítica é feita de forma equivocada. Numa tentativa de defender a visão consensual, os autores usam como justificativa para NdC a (suposta) promoção da alfabetização científica⁷³, de modo que esta seria “um objetivo educacional aceito de forma geral em todo o mundo” (Roda; Martins, 2021, p. 8). Para os autores, é como se Matthews (2012) - e, de certa forma, todas as críticas feitas à visão consensual - perdessem de vista que o objetivo principal de construir uma lista de consensos sobre a atividade científica é criar um corpo mínimo de elementos que são necessários à alfabetização científica. Esse argumento em defesa da visão

⁷² Matthews (2012) chega a tratar isso como “FOS list” [Features of Science list].

⁷³ Muitas vezes também chamado de “letramento científico”, normalmente esse argumento é utilizado para justificar diversas propostas tanto para a Educação em Ciências de forma geral quanto para o Ensino de Física especificamente. É como se a alfabetização científica fosse um objetivo a ser alcançado, apesar de muito difícil de “medir” ou de se “constatar” se foi alcançado. A defesa por muitos desses objetivos a serem alcançados, bem como a crença da possibilidade de efetivamente medi-los, estão, no nosso entendimento, comprometidos com o que conceituamos no segundo capítulo como Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo.

consensual expressa novamente uma necessidade de formar uma *imagem adequada* sobre a atividade científica. Em outras palavras, Roda e Martins (2021) estão construindo uma defesa do consenso pelo consenso em si mesmo.

Portanto, por envolver tanto NdC quanto HFC no ensino, essa defesa pela construção de uma imagem *sobre* ciência torna-se uma das fundações da perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências, frequentemente apoiada no objetivo de alcançar a alfabetização científica, sendo que “fomentar visões adequadas a respeito da natureza do conhecimento científico tem uma relação íntima com esse objetivo” (Roda; Martins, 2021, p. 8). A partir disso, defendemos que não somente mas principalmente para os defensores da visão consensual sobre NdC, a busca pela alfabetização científica ganha dimensão de uma das **funções** atribuídas à NdC.

Com todas essas “idas e vindas” em relação à visão consensual e suas críticas, conseguimos perceber que, no balanço geral da questão, a defesa por uma visão consensual ainda existe, de modo que podemos entendê-la como uma *tendência consensualista* (Garcia; Camillo, 2021a). Entendemos que uma das relações que os defensores da visão consensual buscam conservar é a de autoridade, numa perspectiva de que a lista de aspectos consensuais é construída previamente pelos que seriam considerados “os especialistas”, dentro das universidades - os (supostos) detentores da *verdadeira imagem* da atividade científica. Uma vez bem construída, isenta de contradições e sustentada por consensos, poderia ser apenas *transmitida* em sala de aula por seus (supostos) transmissores (os professores) para que os estudantes pudessem modificar suas “concepções prévias” (entendidas como *senso comum*) adquirindo agora a tão esperada “alfabetização científica”.

Nesse sentido, colocada de diferentes formas, com muitas propostas e argumentações, seja pela busca de semelhanças familiares, ou características da ciência, percebe-se que mesmo as abordagens compromissadas com a (suposta) superação de uma construção estanque de uma imagem consensuada da atividade científica, acabam retornando sempre à tarefa de reforçar o consenso pelo consenso em si mesmo:

Nesse sentido, a abordagem consensual nasce na perspectiva de operacionalizar o ensino, ou seja, na construção de um objeto bem delimitado para levá-lo para a sala de aula. Os “mantras”, ou o que se concebe como consenso nos estudos acadêmicos, é imposto na organização escolar, num processo *quasi-catequético* no qual as contradições presentes são apagadas (ou escondidas), tornando-se imunes à crítica, sob a justificativa de que o caminho mais seguro é o consenso (Garcia; Camillo, 2021a, p. 235, *itálicos no original*).

Assim, a visão consensual e muitas das propostas que vieram para criticá-la usam o consenso como “mecanismo de defesa que se promove enquanto possibilitador de críticas, mas que na verdade, acaba por proibir qualquer crítica que fuja da lista de aspectos consensuais que criou” (Garcia; Camillo, 2021a, p. 235).

Devido a essa necessidade que a visão consensual e a maioria das propostas subsequentes a ela possuem de *conservar o consenso pelo consenso*, defendemos, como fizemos em Garcia e Camillo (2021a), a existência de uma **tendência consensualista**. Essa tendência “acaba por desconsiderar, no mínimo, *quem são os sujeitos e como aprendem*” (ibid, p. 233, itálicos no original).

Desta forma, a partir de Garcia e Camillo (2021a), defendemos que as questões contenciosas e contraditórias que formam a base da atividade humana não podem ser ignoradas - o que certamente inclui a atividade científica e o ensinar-aprender tanto *em* quanto *sobre* ciências - de modo que a busca por um *Ensino de Física Ativista Transformador* também tem como *um de seus objetivos*, a superação dessa tendência consensualista.

Nesse sentido, cabe mais uma vez ressaltar, que concepções sejam *em* ou *sobre* ciências, assim como perspectivas sobre HFC e NdC, são também concepções de desenvolvimento humano e sobre os processos de ensino-aprendizagem. Entendemos que essas concepções são expressas pelos compromissos assumidos pelos autores dos textos sobre as relações entre HFC, NdC e ensino, de modo que poderíamos mapear esses textos e analisá-los tomando estes compromissos como objeto de pesquisa.

A partir desse entendimento, como discutiremos na próxima seção, faz-se necessário esse mapeamento e análise destes compromissos, tomando como fonte de pesquisa esses textos da perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências, com o enfoque específico que estamos adotando, olhando especificamente para os textos do campo de pesquisa em Ensino de Física brasileiro.

3.2 Mapeamento e critérios de seleção (e exclusão) dos enunciados para a análise.

Como discutimos na seção 3.1, a perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências é bastante ampla e difusa e, apesar de encontrar pontos em comum (como as relações entre HFC, NdC e ensino) nem sempre se mostra de forma explícita nos artigos publicados em periódicos, seja do campo de pesquisa em Ensino de Física ou da grande área da Educação em Ciências. Muitas vezes, alguns textos citam, por exemplo, Matthews (1995) mas não necessariamente se debruçam

na defesa de que o ensino deva ser, ao mesmo tempo, *em* e *sobre* ciências. Em outros momentos, os textos apresentam relações entre HFC, NdC e ensino mas também não citam Matthews (1995), nem fazem menção explícita à perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências mas defendem aspectos similares à perspectiva (como a necessidade de contextualização das práticas educativas, NdC como fornecedora de uma “imagem mais adequada” de ciência, as funções que HFC teria na inserção dessa imagem na prática educativa, dentre outras).

Para contornar esse problema inicial, entendemos que seria necessário realizar uma busca que ao mesmo tempo contemplasse os textos que: (i) se referem a Matthews (1995); (ii) discutem as relações entre NdC, HFC e ensino na perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências e (iii) que utilizam e desenvolvem o termo “ensino *em* e *sobre* ciências” explicitamente e outros termos similares, como “ensino em e sobre ciência”; “ensino sobre ciência”; “ensino sobre ciências”; “ensino sobre a ciência” e “ensino sobre as ciências”. Além de pesquisar esses termos⁷⁴, consultamos cada um dos números organizados nos periódicos, sempre fazendo a leitura do título e do resumo para ajudar nessa filtragem inicial.

A partir disso, escolhemos uma fonte: a caixa de busca dos periódicos que foram selecionados para a análise. Os periódicos que consultamos foram: *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*; *Ciência & Educação (Bauru)*; *Alexandria*; *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*; *Investigações em Ensino de Ciências*; *Revista Brasileira de História da Ciência* e *Revista Brasileira de Ensino de Física*. Assim, nossa fonte passou a ser os periódicos com o filtro de que os artigos deveriam ser sobre o campo de pesquisa em Ensino de Física, publicados entre 1995 e 2023⁷⁵, de modo que os textos selecionados para a análise deveriam discutir a perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências, seja de maneira mais explícita ou em discussões que, a partir das relações entre HFC, NdC e ensino, tocassem nessa perspectiva.

⁷⁴ A principal motivação em consultar número por número se deu porque o sistema de busca dos periódicos, muitas vezes não mostra todos os resultados, a menos que os termos sejam exatamente iguais. Por exemplo: muitas vezes pesquisávamos “História e Filosofia da Ciência” e um texto que tivesse o termo “História da Física”, não aparecia nessa busca, apenas consultando número por número.

⁷⁵ Esse período para a análise foi escolhido devido à tradução de Matthews (1992), publicado nos Estados Unidos e traduzido para o Brasil em 1995, no *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*.

Nessa busca inicial, fizemos uma filtragem lendo título e resumo dos artigos para selecioná-los considerando nosso recorte (de período e temática), ficando com um *corpus* inicial⁷⁶ para análise com **748 artigos**.

Outro aspecto que observamos nessa filtragem inicial, além de se concentrar nas relações entre HFC, NdC e ensino, é como muitos textos indicam o uso de História da Ciência e/ou realizam discussões sobre Natureza da Ciência de maneira mais como uma questão “de fundo” e não necessariamente como objeto central de discussão. Muitos textos desse tipo, têm como central uma discussão sobre ensino-aprendizagem (seja a respeito de concepções sobre cognição, ensino, aprendizagem, ou sobre algum método, proposta didática ou análise de materiais, por exemplo).

Nesse sentido, uma vez que um dos nossos interesses era evidenciar aquilo que no segundo capítulo indicamos como *Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo*, muitos dos textos escolhidos nessa filtragem inicial foram escolhidos também por tratarem de questões sobre cognição, ensino e aprendizagem, que apesar de estarem conectados com as relações entre HFC, NdC e ensino, muitas vezes têm essas questões como centrais. Em outras palavras: muitos textos se engajam nas relações entre HFC, NdC e ensino com o compromisso principal de expressar (propagar e reafirmar) não apenas concepções *sobre* ciência, mas também sobre história, filosofia, educação e, principalmente, sobre desenvolvimento humano e os processos de ensino-aprendizagem.

Para fazer uma seleção/exclusão mais precisa, após essa amostra inicial de 748 artigos, lemos a introdução e conclusão de cada um deles, além do título e resumo, ficando com um *corpus* final para análise com **465 artigos** cujos quais alguns foram lidos parcialmente e outros na íntegra.

Esse tipo de leitura ajudou a contornar um outro problema que se encontra em muitos textos do campo de pesquisa em Ensino de Física brasileiro: a famigerada seção de “implicações para o ensino de ciências”. Ao lermos o resumo de muitos textos, alguns aparentam se tratar de textos que irão fazer uma discussão educacional/pedagógica *sobre* ciências, ou sobre as contribuições das relações entre HFC, NdC e ensino, e que estas contribuições serão discutidas ao longo do texto. No entanto, ao analisarmos o texto, infelizmente, muitos deles fazem uma profunda análise historiográfica e/ou epistemológica de algum conteúdo ou episódio histórico e

⁷⁶ O detalhamento de quais foram esses artigos e quais os periódicos em que foram publicados pode ser encontrado no **Apêndice 1**, ao final do texto da tese.

apenas adicionam essa pequena seção ao final com “implicações para o ensino” que muitas vezes são extremamente difusas e não implicam realmente em muitas propostas ou discussões *sobre* educação ou *sobre* os processos de ensino-aprendizagem. Não estamos dizendo que essa seção não seria importante, tampouco que discutir implicações para o ensino seja pouco relevante. É exatamente o contrário. O que estamos chamando a atenção, e o que esperamos que fique mais claro na seção seguinte onde apresentaremos as análises, é de que as discussões sobre educação - as “implicações para o ensino” - não deveriam ser implicações ou serem colocadas numa seção final, quase que de forma postiça, como um adereço. Estas implicações deveriam ser organicamente conectas e desenvolvidas como *objeto* de estudo para que as relações entre HFC, NdC e ensino (e em certa medida a própria perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências) fossem mais conectadas com os problemas e contradições que destas relações emergem e menos como um adereço para aparentar que são objeto de estudo, ou muitas vezes apenas para que os artigos sejam publicados em periódicos de educação/ensino de ciências.

De forma similar ao problema da seção “implicações para o ensino”, cabe destacar também que alguns textos não foram lidos na íntegra porque ao analisarmos o resumo, a introdução e a conclusão, as únicas partes do texto onde efetivamente se discutiam (ou apenas eram indicadas) questões sobre educação e/ou ensino-aprendizagem de maneira geral (ou mais especificamente em relação ao ensino *em* e *sobre* ciências) eram nestas partes, ou nas seções de “implicações para o ensino”. Muitos destes textos, apesar de terem sido publicados em periódicos de educação e/ou ensino, são textos sobre Física, que discutem fenômenos físicos e deduzem equações, o que poderíamos alcunhar de textos de “Física pela Física”⁷⁷. Não estamos dizendo que textos que aprofundem questões de Física não tenham valor, apenas estamos destacando que estes textos, publicados em periódicos de educação e/ou ensino, não tomam como objeto de discussão nenhuma questão sobre educação e/ou ensino e, conseqüentemente, não trazem nenhuma contribuição especificamente ao campo de pesquisa em educação e/ou ensino.

Esse tipo de texto, tanto estes com “implicações para o ensino” desconectadas do ensino/educação como objeto quanto estes de “Física pela Física” acabam por não se aprofundar, em praticamente nenhum dos tópicos que levantam no início do texto de forma mais superficial com a promessa de que irão aprofundar, tampouco considerar implicações reais e apontamentos

⁷⁷ Isso pode ser encontrado em vários periódicos do campo de pesquisa em Ensino de Física, mas cabe destacar que, dos periódicos que analisamos, os que mais apresentam artigos nesse formato são a Revista Brasileira de Ensino de Física e o Caderno Brasileiro de Ensino de Física.

para o futuro, uma vez que nada (ou muito pouco) daquilo que se considera no final foi desenvolvido ao longo do texto. Pelo contrário: em muitos casos temos “textos de Física” e/ou “textos de epistemologia” (que se debruçam profundamente sobre esses campos, e disso não temos dúvida), parecem apenas serem “enfeitados” ao final com essas indicações vagas sobre educação e/ou ensino.

Outra questão problemática que emergiu durante as análises foi no momento de organizarmos os enunciados dentro das categorias de “cognitivismo”, “transmissividade” e “passividade”. Mesmo considerando que os enunciados que analisamos não estão desconectados entre si, pois formam a totalidade do Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo, para fins de organização e apresentação das análises, organizamos os enunciados que mais explicitamente expressassem compromissos relacionados à cada uma das categorias separadamente. Dessa forma, enquanto analisamos os textos, identificamos enunciados que mais se relacionavam com uma categoria ou outra. Uma vez que essa relação se constitui na natureza responsiva desses enunciados, começamos a perceber que dentro de cada categoria, alguns destes enunciados apresentavam características específicas comuns, o que nos levou a organizá-los dentro de subcategorias⁷⁸, como apresentamos na sequência:

⁷⁸ É importante notar que estas subcategorias têm também dimensão de enunciados escritos, de modo que como estas foram emergindo durante as análises dos enunciados estabilizados em relação à cada uma das categorias, representam de forma específica essa estabilização.

Categorias	Subcategorias
<i>Cognitivismo</i>	a. Mudanças nas concepções dos estudantes e professores b. Mudanças na “estrutura cognitiva” c. Identificação de “deficiências/falhas” cognitivas
<i>Transmissividade</i>	a. Transmissão de uma imagem de ciência e/ou epistemologia b. Transmissão de conteúdo/conceito/saber c. Ensinar-aprender ciências como uma mimese da atividade científica
<i>Passividade</i>	a. O material e/ou abordagem contém em si mesmo os elementos transformadores b. Professores e estudantes não estão “preparados o suficiente” para aprender/ensinar sobre HFC e/ou NdC c. Adaptação/acomodação de conhecimentos de forma passiva/adaptativa

Tabela 1- Categorização para a análises dos enunciados estabilizados.

Como essa organização foi feita durante as análises, essas subcategorias foram criadas a partir de como estávamos interpretando os textos durante as leituras, de modo que sabíamos que mais subcategorias poderiam aparecer, uma vez que, por exemplo, alguns enunciados se enquadrassem em uma das categorias (“cognitivismo”, “transmissividade” e “passividade”) mas parecessem não se relacionar com essas subcategorias, sendo que então uma nova subcategoria seria criada.

Apesar dessa forma de fazer se mostrar satisfatória principalmente em termos de tentar não perder de vista o todo, a problemática que encontramos foi que em certo momento da análise não percebíamos mais a necessidade de criar novas subcategorias - como se todos os enunciados que estávamos analisando pudessem ser relacionados às que já tínhamos produzido. Em outras palavras: era como se tivéssemos “saturado” a subcategorização.

Esse tipo de saturação pode acontecer em pesquisas que envolvem a necessidade de categorizações mais específicas, seja para fins de organização e apresentação como é o nosso caso, seja em metodologias que essa saturação pode representar que não há mais necessidade de se buscar fontes adicionais (no caso de a saturação indicar que o problema de pesquisa já possa ser respondido, por exemplo). Nesse caso, dentro do amplo espectro do que se pode considerar como “pesquisa qualitativa”, uma metodologia conhecida como “amostragem em bola de neve”

(*snowballing*) vêm se mostrando efetiva, principalmente em detrimento a outros métodos de amostragem por conveniência, por exemplo (Naderifar; Goli; Ghaljaie, 2017). De forma muito resumida, nessa metodologia, o ponto de partida utilizado são as referências citadas nos textos em que se está analisando, de modo que existe uma probabilidade de que as referências utilizadas pelos autores dos textos analisados sejam também de interesse do pesquisador.

Apesar de não termos utilizado essa metodologia de *snowballing*, ter tido contato com ela (ainda que superficialmente) nos ajudou a entender melhor essa problemática da saturação. Inicialmente, pensamos que a identificação dessa saturação poderia ter sido um problema da nossa análise, seja em termos dessa análise enquanto *produção do fenômeno* do Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo a que estávamos nos propondo (a partir da denúncia que fizemos no segundo capítulo), seja em termos de interpretação, uma vez que poderíamos estar identificando tal saturação porque não estávamos mais conseguindo compreender *se e como* os enunciados se estabilizavam de acordo com os compromissos que estávamos identificando. No entanto, como destacam Naderifar, Goli e Ghaljaie (2017) é comum encontrar esse tipo de problema em pesquisas qualitativas:

Um dos principais desafios da pesquisa qualitativa é selecionar as amostras, determinar o tamanho suficiente da amostra e explicar o procedimento de amostragem. Embora muitos especialistas em pesquisa qualitativa acreditem que a saturação dos dados seja um fenômeno subjetivo, há também a visão de que **mais observações e entrevistas não afetam a interpretação dos resultados** (Naderifar; Goli; Ghaljaie, 2017, p. 3, tradução e grifos nossos).

Não entrando no mérito sobre subjetividade e objetividade, tampouco na especificidade dessa metodologia, o que mais nos interessa aqui é explicitar que a saturação trata-se, nessa perspectiva, de um indicativo de que possivelmente as categorizações para análise produzidas até aquele momento são suficientes empiricamente como resultados de pesquisa. Ou seja, a partir desse entendimento, percebemos que a problemática de se deparar com a saturação da nossa subcategorização tenha se configurado não necessariamente como um “erro” ou “defeito”, mas como um indicativo positivo de que a produção e análise do fenômeno cognitivista-transmissivo-passivo seriam sustentadas pela subcategorização que havíamos produzido naquele momento.

Partindo do que defendemos no primeiro capítulo em relação aos nossos pressupostos ideo-metodológicos, especialmente na interpretação de “problemas” não como “erros” ou

“defeitos”, mas sim como *possibilidade de desenvolvimento* - uma vez que fenômenos são *produzidos* para análise e não “descobertos” - entendemos, portanto, que nossa categorização e subcategorização é suficiente para organizar e apresentar nossas análise dos enunciados.

Assim, na próxima seção, iremos aprofundar a análise que fizemos, apresentando-a por meio dos enunciados estabilizados nos textos e discutindo-os, apontando os principais resultados que obtivemos.

3.3 Apresentação e análise dos enunciados.

Nesta seção, iremos apresentar e analisar os enunciados que permitem sustentar a denúncia que fizemos no segundo capítulo a respeito do campo de pesquisa em Ensino de Física ter assumido, até o momento histórico, compromissos axio-onto-epistemológicos que são cognitivistas, transmissivos e passivos, de modo que estes compromissos constituem o que estamos chamando de *Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo*.

Como argumentamos no primeiro capítulo, os enunciados se estabilizam, sintetizando os compromissos dos autores dos textos do campo de pesquisa em Ensino de Física, de modo que analisando tais enunciados podemos compreender estes compromissos assumidos pelo campo de pesquisa, até o momento histórico. Aprofundaremos ao longo desta seção a denúncia que fizemos no segundo capítulo, de que estes compromissos, que são compromissos axio-onto-epistemológicos, além de sustentarem concepções cognitivistas sobre como os seres humanos aprendem, transmissivas sobre como os seres humanos ensinam e passivas sobre como os seres humanos agem no mundo com o que aprendem-ensinam, também expressam concepções reificadas de história, filosofia, ciência e educação. Tais compromissos, argumentamos, servem mais ao reforço do *status quo* da sociabilidade capitalista do que contribuem para o desenvolvimento concreto de possibilidades coletivas de superá-lo.

O ponto central nesta seção é que possamos explicitar essas concepções para que estas preparem o terreno para que possamos, no quarto capítulo, realizar a tarefa que nos deixa Freire de ir da *denúncia* ao *anúncio*, buscando avançar em relação às críticas que estamos fazendo (tanto no segundo capítulo quanto nesse) em direção às proposições que precisamos fazer por meio do que estamos chamando de *Ensino de Física Ativista Transformador*.

3.3.1 Enunciados estabilizados: *cognitivismo*.

Os enunciados que se estabilizam e expressam compromissos cognitivistas em relação a como as pessoas aprendem, apesar de suas especificidades, compartilham em comum a defesa pelo compromisso de “modificar as concepções” de professores e estudantes sobre vários temas, desde um determinado conceito físico ou referente a algum aspecto da atividade científica, por exemplo. Essa necessidade de mudança emerge de diferentes formas, como na defesa pela existência de uma “estrutura cognitiva” que precisa ser “modificada” onde entende-se que o Ensino de Física deve ser capaz de realizar tanto a identificação dessa estrutura, conhecendo suas “deficiências” e/ou “falhas”, e ainda conseguir mudá-las, tendo essa mudança como um objetivo central.

Assim, enquanto compartilham essa defesa comum, as especificidades (que aqui serão representadas pelas subcategorias que mencionamos) se estabilizam de um modo a propor diferentes formas pelas quais tanto a identificação quanto as respectivas propostas de modificação dessa “estrutura cognitiva” podem ser concretizadas. Muitas vezes essa necessidade de modificação aparece de forma mais implícita, nas propostas de modificar as concepções dos estudantes e professores a respeito de um aspecto de NdC, por exemplo, ou sobre as relações existentes entre o ensino de determinado “conteúdo da Física” com HFC. Em outras, de forma mais explícita, é discutida a necessidade de literalmente *modificar* essa estrutura cognitiva, como se esta fosse uma “coisa” completamente acessível e manipulável.

Portanto, um dos aspectos mais importantes da análise que estamos desenvolvendo, é compreender que a possibilidade de concretizar, tanto a identificação do que seria essa (suposta) “estrutura cognitiva” quanto quais seriam as formas de promover “mudanças” nela, parte de um conjunto de compromissos cognitivistas no sentido que estes expressam, dentre vários aspectos, quais seriam os *procedimentos* de identificação e modificação dessa “estrutura cognitiva”:

Sem dúvida alguma, a maior influência nas ciências sociais e na educação ainda é **tradição empirista**, segundo a qual a mente humana é um **dispositivo que recebe sinais do ambiente externo através dos órgãos de sentido** e os processa por meio do cérebro, à maneira como um computador. Dentro desta perspectiva, o conhecimento é produzido de maneira unidirecional e linear, do mundo exterior para o mundo interior do cérebro humano, que é **essencialmente passivo** neste processo de reproduzir no plano cognitivo as imagens do mundo (Camillo, 2015, p. 54, grifos nossos).

Em certa medida, isso que Camillo (2015) destaca como “tradição empirista” não se trata apenas de uma discussão que possa ser reduzida puramente à sua dimensão epistêmica, como se esta se tratasse apenas de uma “concepção sobre a atividade científica”. Essa redução, que acontece (também) na perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências, como já destacamos, precisa ser superada principalmente porque o que se considera “positivismo” e se reduz apenas à dimensão epistêmica envolve uma ampla visão de mundo e desenvolvimento humano que se configura como expressão do ethos de adaptação e passividade e que serve também à sua manutenção e perpetuação. Ou seja, essa discussão envolve a própria história da Educação em Ciências, de modo que este aspecto histórico “se depara com outras perspectivas, como a da história educacional, particularmente a história escolar, e a da história de vida dos indivíduos” (Mattos, 2019, p. 102).

Nesse sentido, seja por meio da modificação das concepções que professores e estudantes expressam ou então, no limite, (supostamente) por meio da alteração de cada um dos “elementos” dessa estrutura, estes compromissos se expressam não apenas explicitando a necessidade de explicar como “a cognição opera ao aprender-ensinar Física” mas sim como entende-se que “Ensinar Física pode alterar mecanicamente a estrutura da cognição”.

Antes de qualquer especificidade em relação a esses compromissos que iremos explorar com os enunciados, é importante destacar que estes expressam um movimento de reificação da cognição, tanto de forma específica quanto geral. Específica em relação à ideia de que a cognição possua uma estrutura cognoscível por meio de procedimentos pedagógicos de identificação - e que estes são comuns a todas as pessoas, bem como também é comum a maneira com a qual os novos conhecimentos irão se “acomodar” nessa estrutura, ocupando o lugar que os conhecimentos “prévios” ocupavam. De forma mais geral, em relação à própria concepção que se tem da mente humana enquanto essa estrutura que se encontra formada “dentro do crânio” e representa a totalidade da mente, que não só *pode* como *deve* ser modificada por meio destes procedimentos.

Essa reificação não se trata, no entanto, de um fenômeno específico do campo de pesquisa em Ensino de Física. Como Stetsenko (2016) bem aponta, apoiada na perspectiva cultural-histórica, estas interpretações a respeito da cognição e da mente humana - especialmente na tentativa de igualar a mente com o cérebro em si - são expressão do ethos de adaptação e passividade que se faz presente atualmente e que se manifesta de diferentes formas, em diferentes atividades. Assim, mesmo as abordagens que buscam avançar na conceitualização da mente

humana, quando não assumem como uma de suas premissas centrais a necessidade de superação desta concepção cognitivista, estarão ainda atuando muito mais para seu reforço do que efetivamente para sua superação:

os desafios para equiparar a mente com o cérebro ou com algo "na cabeça", mesmo que a mente não seja entendida como completamente "presa ao crânio", ainda muitas vezes não vão longe o suficiente. Isso deixa intacta a premissa básica do cérebro como processando informações por meio de cálculos, ou produzindo representações mentais, ou dando origem à mente como um mero epifenômeno de suas atividades (Stetsenko, 2016, p. 316, tradução nossa).

Ao invés disso, é necessário assumir compromissos que busquem superar essa concepção cognitivista e que tenham essa superação como uma perspectiva central e não apenas para “enfeitar” as discussões que se fazem sobre os processos de ensino-aprendizagem. É necessário, como buscaremos apontar ao longo desta seção, uma perspectiva onde a mente humana seja compreendida não como coisa isolada mas sim como:

uma **instanciação das atividades desse mundo por agentes intencionais encarnados** – agindo juntos dentro de matrizes complexas de práticas sociais, vinculadas à materialidade da estruturação e temporalidade dessas práticas, incluindo suas convenções culturais e ferramentas culturais (meios meditativos) como instrumentos de simbolização e interação (Stetsenko, 2016, p. 266, tradução e grifos nossos).

Em outras palavras: a cognição humana, ou mesmo o que se entende como “mente”, não existem em si mesmas, isoladas das práticas humanas intencionais e colaborativas; não existem apartadas das *atividades humanas*.

Ao longo das análises dos enunciados, percebemos que alguns estabilizam-se explicitando o compromisso de mudar as concepções de professores e estudantes e, ainda que mencionem aspectos cognitivos de forma mais superficial, não adentram a fundo o argumento de que é necessário identificar e modificar uma (suposta) “estrutura cognitiva”. No entanto, outros enunciados, por sua vez, tomam a existência dessa estrutura - e a necessidade de modificá-la - como premissa e, partindo dessa premissa, explicitam inclusive uma série de conceitos que representam a composição dessa estrutura e quais procedimentos devem ser realizados para que a modificação seja efetiva. Outros enunciados, ainda, explicitam compromissos sobre essa identificação e modificação em relação ao que seriam “falhas cognitivas”, especificando ainda mais a categorização do que precisa ser modificado, por exemplo.

Assim, com o intuito de não perder de vista a totalidade destes compromissos mas também buscando discutir as especificidades cognitivistas destes compromissos, foi que organizamos estes enunciados por meio das subcategorias que apresentamos na **Tabela 1** anteriormente. A partir de agora, iremos operar com estas subcategorias, de tal forma que:

- a. Enunciados que se estabilizam explicitando o compromisso de modificar as concepções de professores mas que tocam mais superficialmente na descrição desta “estrutura cognitiva” serão organizados a partir da subcategoria *mudança nas concepções de professores e estudantes*;
- b. Enunciados que se estabilizam explicitando o compromisso de especificamente identificar os elementos dessa “estrutura cognitiva” e como melhor modificá-la serão organizados a partir da subcategoria *mudanças na “estrutura cognitiva”*;
- c. Enunciados que se estabilizam explicitando o compromisso de identificar o que precisa ser modificado nesta “estrutura cognitiva” por meio de (supostas) falhas, serão organizados a partir da subcategoria *identificação de “deficiências/falhas” cognitivas*.

Cabe destacar que, nas análises, a subcategoria que mais encontramos enunciados estabilizados foi a de *mudanças na “estrutura cognitiva”*, o que provavelmente nos influenciou especificamente nessa subcategorização, de modo que os compromissos em relação à “estrutura cognitiva” são uma espécie de “carro-chefe” da perspectiva cognitivista no campo de pesquisa em Ensino de Física.

Diante do exposto até aqui, por meio da subcategoria *mudanças nas concepções dos estudantes e professores*, percebe-se os compromissos de *identificar* para depois *modificar* as concepções de estudantes e professores, pois estas são (supostamente) “equivocadas”, de modo que precisam ser identificadas, desconstruídas e, com a ajuda dos especialistas, construída novamente, desta vez de forma “correta”:

A aprendizagem implicará, então, numa estruturação, ou seja, numa interação das estruturas cognitivas com os novos acontecimentos, atribuindo-lhes significações, portanto, assimilando-os às estruturas mentais (Batista, 2004, p. 464).

Sobre a natureza do conhecimento científico, o problema educacional comum pode envolver entendimentos errôneos relacionados à natureza dos modelos científicos, à natureza do método científico, à influência social no conhecimento científico, às

controvérsias dentro de uma comunidade científica, e por aí em diante (Silva; Laburú; Nardi, 2012, p. 66).

Consideramos que a desconstrução de concepções equivocadas de ciência deve vir acompanhada de uma cuidadosa construção de visões mais atuais e adequadas. E não de visões que levem a atitudes anticientíficas. Caso contrário, corremos o risco de “jogar o bebê com a água do banho” (Martins, 2015, p. 716).

Os objetivos das AE [aula expositiva-dialogada] eram o de guiar a construção significativa de novo conhecimento na etapa predicativa e de tornar mais fácil a organização conceitual das estruturas cognitivas (Pantoja; Moreira, 2021, p. 1427).

Certamente, esta não é uma perspectiva que possa ser considerada *nova* no campo de pesquisa em Ensino de Física, especialmente porque “o passado, ao mesmo tempo que não está acabado frente ao trabalho humano, determina a atividade humana” (Mattos, 2019, p. 102), de modo que esta perspectiva, por exemplo, guarda relações e herda muitas concepções sobre desenvolvimento humano e ensino-aprendizagem emergentes (não somente mas também) do movimento que, a partir da década de 1970, ficou conhecido como *concepções alternativas*:

A partir da década de 1970 foram realizadas pesquisas em Ensino de Ciências que objetivaram evidenciar as ideias dos estudantes sobre os conceitos científicos, antes de serem apresentados formalmente aos referidos conceitos. Ou seja, essencialmente devido à cultura e a sua própria experiência fenomenológica, é natural supor que os indivíduos tenham sido expostos em algum momento de suas vidas a ideias cujos conceitos formais da ciência divergem dos que ele mesmo formulou para si. Essas ideias prévias dos estudantes foram abordadas em diversos estudos, sendo tratadas por sinônimos como: senso comum, crença, pré-conceitos, ideias ingênuas, conceitos intuitivos, representações, concepções alternativas, concepções espontâneas e concepções prévias (Milani; Arthury, 2019, p. 417).

Assim, a perspectiva de mudança na concepção dos estudantes e professores pode se relacionar tanto à identificação de concepções alternativas que são consideradas “diferentes”, ou muitas vezes erradas em relação às concepções tomadas como “científicas”, mas também como concepções “prévias” - no sentido que são prévias às atividades de ensino desenvolvidas e que têm, nessa perspectiva, função principal de modificá-las, produzindo uma clara diferenciação do “estágio cognitivo” dos estudantes e professores “antes” e “depois”:

A reiterada incapacidade do ensino tradicional em promover a mudança das CAs [concepções alternativas] para as concepções científicas deve-se, supostamente, a que as primeiras não são tomadas como um conhecimento prévio, como um **"holofote mental"** a ser substituído (Silveira, 1996, p. 228, grifos no original).

Isso [explicação dos estudantes sobre um fenômeno] os levará a refazer a explicação ingênua, deixando uma lacuna para a entrada do modelo conceitual do mundo científico (Heineck, 1999, p. 230).

Estes momentos em que discussões surgem no grupo são extremamente produtivos para o desenvolvimento cognitivo de cada aluno, pois é quando este se encontra totalmente envolvido com o fenômeno em estudo, confrontando seus conceitos prévios com as situações apresentadas (Sias; Ribeiro-Teixeira, 2006, p. 376).

Tal saber [sobre a ciência] deve, necessariamente, representar uma superação de visões de senso comum acerca desse empreendimento humano, contextualizado histórica e socialmente, chamado ciência. A pesquisa em ensino de ciências avançou muito nessa direção e estamos, hoje em dia, em melhor posição para informar educadores, em geral, e elaborados de currículos, em particular, em relação a esse tipo de conteúdo *metacientífico* (Martins, 2015, p. 730, *itálicos no original*).

A avaliação foi condizente com o curso proposto, exigindo um nível de conhecimento cognitivo adequado ao estágio de desenvolvimento do estudante (Souza *et al.*, 2021, p. 939).

Por conhecimento prévio entende-se conceitos, proposições, modelos, concepções, crenças, enfim, o que já existe na estrutura cognitiva de quem aprende e pode funcionar como precursor de novos conhecimentos ou como obstáculo epistemológico (Moreira, 2021, p. 4).

é possível inferir que a reflexão metacognitiva é produtiva na tomada de consciência do pensamento metacognitivo dos discentes, levando-os a identificar conhecimentos e estratégias necessárias para resolver determinada atividade. Essa conjuntura permite que tenham ciência do caminho percorrido e avaliem **as escolhas relacionadas à sua estrutura cognitiva ativada durante o desenvolvimento da atividade** e, dessa forma, melhorem seus processos de aprendizagem (Maman; Quartieri; Neide, 2022, p. 765, *grifos nossos*).

É importante destacar que não estamos apontando isso como problema porque não acreditamos que o Ensino de Física possa mudar as concepções que temos sobre a realidade. No entanto, defendemos que essa mudança não é realizada de forma mecânica, como se uma estrutura prévia fosse alterada para uma nova estrutura. Essa é uma perspectiva cognitivista sobre o desenvolvimento humano e os processos de ensino-aprendizagem e que precisa ser superada, de modo que ao invés de investirmos na ideia de *modificar* concepções prévias, poderíamos partir de uma perspectiva complexa, onde as concepções de mundo seriam *complexificadas*.

Na perspectiva cultural-histórica, justamente pela sua fundamentação dialética-complexa (Pazello; Mattos, 2011), a complexificação das visões de mundo é diferente dessa perspectiva cognitivista. Enquanto na perspectiva cognitivista modificar as concepções envolve *retirar* elementos do que se considera “errado” e *adicionar* elementos do que se considera “adequado”, na perspectiva cultural-histórica a complexificação nunca envolve retirar elementos (isolados em

si mesmos), mas sim adicionar *contextos* (múltiplas relações e suas inter-relações com significados sustentados pelas atividades) enriquecendo cada vez mais a consciência de multideterminações. Na medida em que se estabelecem mais relações com redes conceituais e formas de explicar a realidade mais rica será essa realidade, bem como as possibilidades concretas de coletivamente transformá-la, que não separam-se da explicação que fazemos dela, uma vez que também não se separam os processos de ser-saber-fazer a realidade (Stetsenko, 2016). Nessa perspectiva, a formação de conceitos se desenvolve de maneira completamente diferente, fundamentada na *hipercontextualização*, onde a complexidade de um conceito é ampliada não quando algo é considerado apenas “mais difícil de entender”, mas sim mais complexo porque mais relações são articuladas com a *rede conceitual* que sustenta determinado conceito (ou conjunto de explicações) (Azeri, 2013; Mattos, 2019).

Azeri (2013) se aprofunda na discussão sobre formação de conceitos a partir da perspectiva cultural-histórica, discutindo que conceitos são “órgãos cognitivos-conceituais”, numa perspectiva onde a própria cognição e a consciência não são *coisas* apartadas das atividades humanas e situadas dentro do crânio mas sim *processos* emergentes das/nas atividades humanas. Essa perspectiva está em consonância com a Teoria da Atividade Cultural-Histórica, principalmente na conceitualização da unidade entre atividade e consciência:

É somente pela análise, ao mesmo tempo genética (histórica) e sistêmica (nas suas complexas relações), que se é capaz de apreender a gênese e o desenvolvimento da consciência humana, intimamente relacionada com a própria emergência do trabalho. Assim, **a consciência passa a ser compreendida não como um estado, mas como processo** – ou seja, passa a ser compreendida na sua processualidade ontológica –, no interior do próprio processo histórico de desenvolvimento da humanidade. É nele que a efetivação de determinadas condições concretas permite, a partir de um certo estágio do desenvolvimento, a **efetiva emergência da consciência** (Camillo, 2015, p. 78, grifos nossos).

Assim, os conceitos não são entendidos como coisas que tomam o lugar de outras coisas num processo mecânico de substituição mas “são extensões dos órgãos dos sentidos, ou, para ser mais preciso, são órgãos que são extensões do corpo e de sua atividade” (Azeri, 2013, p. 1097, tradução nossa).

Aprofundando essa discussão sobre formação de conceitos, partindo de relações entre a perspectiva de Vigotski sobre a formação de conceitos e a discussão sobre a estrutura da atividade de Leontiev, Lago e Mattos (2021) desenvolvem o que os autores chamam de

“conceito-atividade”. O conceito-atividade expressa essa necessidade genética-estrutural de compreender a formação conceitual, uma vez que esta não pode ser compreendida como acontecendo apenas “dentro da cabeça”, apartada das atividades humanas, tampouco pode ser compreendida em si mesmo, como coisa isolada destas atividades. Na perspectiva do conceito-atividade, um conceito não é uma *coisa* em si, mas um *processo*:

Um conceito real é uma imagem de uma coisa objetiva em sua complexidade. Somente quando reconhecemos a coisa em todas as suas conexões e relações, somente quando essa diversidade é sintetizada em uma palavra, em uma imagem integral por meio de uma infinidade de determinações, desenvolvemos um conceito (Lago; Mattos, 2021, p. 33, tradução nossa).

Um conceito, portanto, não está dissociado da estrutura das atividades que interagem para sustentar diferentes significados e relações entre diferentes sistemas conceituais que, formando uma ampla rede complexa, permitem que o conceito venha a existir enquanto “um processo que dá conta da essência do objeto em toda a sua complexidade e diversidade e na conexão e relação com a realidade” (Lago; Mattos, 2021, p. 34, tradução nossa).

Na perspectiva do conceito-atividade, entendemos que um conceito não pode ser tomado como apenas algo idealizado *dentro* da “estrutura cognitiva”, tampouco como um ente puramente abstrato, como pura idealização da realidade:

Dialeticamente, os conceitos são dados nas/pelas atividades, enquanto as atividades são construídas em torno de conceitos compartilhados. Em outras palavras, o conceito-atividade não é apenas a atividade intelectual-ideal ou inferior à atividade material-prática, mas uma unidade, **é uma emergência momentânea e transitória da síntese entre pensamento-fala e consciência-atividade** (Lago; Mattos, 2021, p. 34, tradução e grifos nossos).

Um conceito é, nesse sentido, uma síntese de diferentes relações e significados - uma síntese de diferentes práticas sociais (*atividades*)⁷⁹ que interagem enquanto sistema conceitual e que o sustentam.

Assim, um dos principais problemas com a maneira cognitivista de explicar a modificação das concepções de professores e estudantes está justamente no fato de que nessa perspectiva essa

⁷⁹ “Por um lado, conceitos desvinculados das atividades são entidades cristalizadas e estereis que perderam suas relações com o mundo. Por outro lado, atividades são impossíveis de serem realizadas sem conceitos, não há como uma atividade ser coletiva e objetivada sem negociar e compartilhar significados” (Lago; Mattos, 2021, p. 34, tradução nossa).

modificação não é tomada como uma *hipercontextualização*, onde enriquecem-se de conceitos e relações, mas numa perspectiva de eliminar o que o especialista considera “errado” e substituir pelo que se considera “certo” - sendo que essa consideração sempre é indicada pelo que “a ciência” diz, ou no caso específico da perspectiva do ensino *em e sobre* ciências, pelo que nos informam as pesquisas sobre HFC e NdC. Nesse aspecto, o pesquisador de HFC e NdC se posiciona como “o especialista” enquanto os professores e/ou estudantes são os que apresentam as “concepções inadequadas” que precisam ser corrigidas. Além de desvalorizar aquilo que professores e estudantes *já sabem*, justamente por considerar que são concepções prévias que precisam ser modificadas, a perspectiva cognitivista falha justamente por perder a oportunidade de enriquecer aquilo que *já é sabido* com aquilo que pode ser considerado *novo* no desenvolvimento daquela atividade.

Esse enriquecimento se desenvolve também, como bem destaca Pazello e Mattos (2011) dado o caráter *fractal* da atividade humana. Os autores usam essa adjetivação para explicitar que a atividade humana é fractal “na medida em que suas partes preservam semelhanças com o todo” (ibid., p. 7) sendo que não faz sentido, na perspectiva da Teoria da Atividade Cultural-Histórica, por exemplo, operar com essa lógica de “fatiar” a cognição humana em pedaços que podem ser substituídos por novos pedaços de forma mecânica. Dialeticamente, não existe cognição isolada dentro do cérebro de um indivíduo, de modo que não existe também complexificação das concepções que aconteça nesse reino isolado da mente, apartado das atividades humanas, sem que haja, nesse processo de complexificação, a negociação de significados ao invés da substituição destes:

Somos professores de ciências porque a valorizamos enquanto construção histórico-cultural. Em uma situação de ensino-aprendizagem de ciências, a questão de a argumentação científica poder não ser aceita é mais um indício de que os conceitos científicos não constituem entes descontextualizados, pois se assim os fossem, não careceriam de negociação de significados, de estabelecimento de intersubjetividade: seriam estáticos, estranhos ao homem [sic], *mortos* (Pazello; Mattos, 2011, p. 10, *itálicos no original*).

Na perspectiva cultural-histórica, a complexificação dos conceitos não implica na substituição principalmente porque não considera a cognição humana, tampouco a consciência, dessa forma mecânica de uma estrutura que é modificada, mas sim de forma co-generativa às atividades, de modo que “a complexificação dos conceitos está relacionada à complexificação das

atividades em que o sujeito está inserido, logo ligada à complexificação de sua consciência” (Mattos, 2019, p. 18). Ou seja, aprender algo considerado “novo” não significa a substituição do que (supostamente) é considerado “velho” (ou errado) mas sim um constante movimento de enriquecimento daquilo que já se conhece do mundo, sendo sempre possível hipercontextualizar e adicionar contextos e relações:

A aquisição de novos conceitos científicos não começa com a aquisição de uma nova orientação para o mundo objetivo. Pelo contrário, a aquisição de conceitos científicos em geral, e a formação e aquisição de novos conceitos científicos em particular, é **sempre mediada por um sistema conceitual**, em particular pela linguagem natural. Ressalta-se, ainda, que **conceitos, cotidianos e científicos, sofrem mudanças e se desenvolvem** (Azeri, 2013, p. 1101, tradução e grifos nossos).

Na perspectiva cognitivista, portanto, parte-se sempre do pressuposto que estudantes e professores não estão “devidamente preparados” para as complexas discussões *sobre* ciência. No caso específico dos professores, dado as cobranças sociais referentes a seu *status* de educador, esse pressuposto acaba produzindo efeitos desumanizadores, pois o professor não é considerado, em nenhum momento, como produtor de conhecimento - apenas como mero aplicador daquilo que os especialistas nele “depositam” como adequado em relação às suas concepções prévias. Além disso reforçar o ethos de adaptação e passividade, agrava ainda mais esses efeitos desumanizadores, pois explicita que os professores nunca estão “bem preparados” para o exercício da docência.

Essa noção de que os professores precisam estar “bem preparados” reduz a necessidade desse preparo à adequação das concepções dos professores com aquilo que os pesquisadores (“especialistas”) entendem, à luz da “epistemologia contemporânea”⁸⁰, como um conjunto de aspectos que formam o que seriam as “concepções adequadas” sobre a atividade científica. Além de reduzir essas “concepções adequadas” puramente à dimensão epistêmica, é também nesse sentido, como discutimos no início desse capítulo, que a perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências, emergente das relações que se estabelecem entre HFC, NdC e ensino - especialmente relacionada à produção do que se considera uma *imagem mais adequada* (ou “menos distorcida”) sobre a atividade científica - se fundamenta:

⁸⁰ Além desse, outro termo que também se associa aos mesmos compromissos é “moderna filosofia da ciência”, frequentemente encontrado nas publicações do campo de pesquisa em Ensino de Física.

Apesar dos recentes esforços de pesquisa realizados em educação científica, modelos de mudança conceitual, aprendizagem de concepções alternativas, estratégias construtivas piagetianas e o uso da ciência como “Verdade” são fantasmas que envolvem a maioria dos estudos nesta área de pesquisa (Mattos, 2019, p. 99).

Ou seja, as concepções do que se considera (ou não) como ciência são importadas da interpretação que os pesquisadores do campo de pesquisa fazem de alguns epistemólogos, de modo que as relações entre HFC, NdC e ensino, muitas vezes, servem somente para tomar a epistemologia como referente de “verdade” - no sentido que esta (supostamente) informaria a verdadeira *imagem* sobre a atividade científica.

Desta forma, uma maneira de potencializar a tarefa de mudar as concepções dos estudantes e professores se manifesta no compromisso de mudar a própria *estrutura cognitiva* deles. Uma vez que essa estrutura cognitiva é *acessada* e pode ser *modificada*, os enunciados sobre cognitivismo expressam compromissos a respeito de produzir - ou adaptar de outros referenciais do amplo espectro da psicologia cognitivista, por exemplo - e utilizar métodos considerados pelos autores dos enunciados como “eficazes” para essa identificação, acesso e modificação.

Assim, ainda dentro dos compromissos cognitivistas assumidos, os enunciados que se estabilizam e expressam esse compromisso de mudar a estrutura cognitiva com base em referenciais da psicologia cognitiva⁸¹, têm como o principal representante desta psicologia no campo de pesquisa no Ensino de Física (senão o maior) a “Teoria da Aprendizagem Significativa”. Com diversas variantes, como “Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica” e “Aprendizagem Significativa Subversiva”, esse referencial que conta com Marco Antonio Moreira⁸² como seu principal expoente brasileiro, especialmente no campo de pesquisa em

⁸¹ Estamos cientes da possível polissemia quando apenas indicamos “psicologia cognitivista” sem especificar os autores que estamos envolvendo neste termo. No entanto, nas nossas análises, fica evidente que duas perspectivas são dominantes no campo de pesquisa em Ensino de Física ao longo dos anos: a perspectiva ausubeliana e a perspectiva piagetiana.

⁸² Cabe destacar que, dado o vasto número de publicações de Moreira dentro e fora do Brasil, alguns textos dele que aqui citamos são versões mais recentes, revisitadas pelo próprio autor e adaptadas de outros textos de congressos e palestras envolvendo o tema da aprendizagem significativa. Esses textos adaptados podem ser encontrados na página do autor em <<http://moreira.if.ufrgs.br/>>. Optamos por essa busca nessa fonte porque na página do autor encontramos os textos organizados pelos “temas” mais específicos do referencial da aprendizagem significativa, como “subsunçores”, “organizadores prévios”, dentre outros. No geral, textos de Moreira e colegas sobre aprendizagem significativa e Ensino de Física que aqui citamos são provenientes dos periódicos do campo.

Ensino de Física, é pautado na psicologia cognitivista (e, em certa medida, na psicologia behaviorista) de autores como David Ausubel (1918-2008), Joseph Novak (1930-2023) e Carl Rogers (1902-1987).

Por meio da subcategoria *mudanças na “estrutura cognitiva”*, discutiremos os enunciados que se estabilizam⁸³ com os compromissos de *acessar, identificar e modificar* o que se considera essa estrutura. Como já expomos até aqui com as discussões que fizemos sobre a “Teoria da Aprendizagem Significativa”, este compromisso parte do pressuposto que essa estrutura existe como algo que pode ser acessado e compreendido, mas que a principal tarefa é assumir a possibilidade de modificá-la. Certamente, nos enunciados, não encontraremos explicitamente uma diferenciação entre a *identificação, acesso e modificação* dessa estrutura, mas como poderemos notar, os enunciados se estabilizam expressando-se de maneira a representar os compromissos cognitivistas assumidos.

Mesmo cientes dessa falta de diferenciação explícita, apenas a título de melhor apresentar os resultados, buscaremos destacar na sequência estes de acordo com esses compromissos, de modo que o primeiro remete à *identificar* essa estrutura cognitiva:

Contudo, o que sem dúvida permite o acesso consciente e responsável do indivíduo em tarefas de resolução de problemas é o conhecimento específico que possui na área de abrangência do mesmo e de **como este conhecimento se encontra organizado e disponível em sua estrutura cognitiva** (Pezuzzi, 1997, p. 234, grifos nossos).

Na escola, entretanto, algumas aulas são dadas apenas visando ao desenvolvimento da matéria, a uma maneira de manter ordem e atenção na classe, **pouco se investigando sobre os modelos cognitivos existentes na mente dos alunos** e como irão se interagir com o que se está dizendo (Heineck, 1999, p. 230, grifos nossos).

É evidente, sob essa abordagem [teoria de aprendizagem de Ausubel], que a estrutura cognitiva preexistente desempenha papel preponderante na resolução de problemas, ainda mais se levando em conta que a busca de solução de qualquer problema envolve uma **readaptação do resíduo da experiência prévia** frente às demandas da nova situação problemática a ser enfrentada. **Se a estrutura cognitiva já possui as subsunções adequadas para permitir a reorganização do conhecimento**, a resolução do problema terá cumprido o seu papel para a aprendizagem significativa (Costa; Moreira, 2001, p. 264, grifos nossos).

Além de **identificar partes da estrutura cognitiva do aprendiz**, também foi identificada a disposição deste para relacionar o novo material, de maneira substantiva e não-arbitrária, à sua estrutura cognitiva (Cardoso; Dickman, 2012, p. 907, grifos nossos).

⁸³ É importante destacar que, nos enunciados estabilizados sobre cognitivismo, essa subcategoria é a que mais possui enunciados, de modo que os que apresentaremos aqui já são um filtro da ampla seleção que fizemos, buscando considerar os enunciados estabilizados ao longo de diferentes anos e diferentes periódicos.

Todos estes conceitos já haviam sido supostamente estudados na disciplina de Química, mas **não estavam presentes de forma significativa na estrutura cognitiva dos estudantes no início da implementação da UEPS** [Unidades de Ensino Potencialmente Significativas], de forma que não apareceram nas atividades iniciais propostas para verificar os conhecimentos prévios dos estudantes (Calheiro; Garcia, 2014, p. 188, grifos nossos).

Enfatizamos até este ponto a importância dos conhecimentos prévios no processo de aprendizagem significativa, porém, **o que fazer quando não existem tais conhecimentos?** A TAS propõe a utilização de organizadores prévios que possam fazer uma ligação entre aquilo que o aluno já sabe e aquilo que ele precisa aprender. Assim, organizadores prévios são materiais introdutórios, apresentados antes do material que precisa especificamente ser aprendido, todavia, em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade (Giacomelli; Rosa, 2021, p. 7, grifos nossos).

Uma vez identificada, essa estrutura passaria então a ser conhecida pelos pesquisadores, de modo que um dos desafios ainda atrelados à essa identificação envolveria também as formas mais adequadas de representar “externamente” essa estrutura “interna”:

Estas representações são “tipo-linguagem”, mas trata-se de uma linguagem que não tem a ver com a língua nem com a modalidade de percepção, **é uma linguagem da mente que poderíamos chamar de “mentais”**. Representações proposicionais não são frases em uma certa língua. São entidades individuais e abstratas **formuladas em linguagem própria da mente** (Moreira, 1996, p. 194, grifos nossos).

Admitimos que a estrutura das representações internas dos indivíduos é refletida nas suas representações externas. Consideramos que tudo o que os alunos fizessem (escrevessem, desenhassem, perguntassem e dissessem) **nos daria indícios sobre a forma como operavam mentalmente** (Lagrecia; Moreira, 1999, p. 205, grifos nossos).

Tais métodos [árvores, mapas e proposições conceituais] são capazes de gerar uma representação gráfica instantânea que, se não é absolutamente fiel à estrutura cognitiva de um indivíduo num instante de tempo, pelo menos tem alguma semelhança com ela (Nogueira *et al.*, 2000, p. 518).

O fato é que a computação tem a oferecer subsídios importantes para o desenvolvimento da representação da estrutura cognitiva humana. Contudo, os pesquisadores da área ainda devem gastar muitos anos de pesquisa até delinearem de forma mais objetiva qual deve ser o melhor espaço *n*-dimensional para representar tal estrutura (Nogueira *et al.*, 2000, p. 519, *itálicos no original*).

Mesmo fazendo referência a resultados determinados pelos observadores em repouso em relação ao múon, como a contração da distância, o estudante ainda se refere ao movimento do múon. Estas respostas podem ser interpretadas considerando que na estrutura cognitiva do estudante predomina a noção de referencial absoluto (Filho, 2010, p. 167).

é necessário que o professor considere e compreenda como o processo de aprendizagem ocorre na estrutura cognitiva do aluno. Para tanto, **é preciso entender o que são esquemas mentais identificando, assim, as suas funções**, compreender o papel dos

obstáculos cognitivos, e refletir ainda sobre processo irreprimível do erro no processo de aprendizagem do sujeito epistêmico (Silva; Sales; Alves, 2018, p. 30, grifos nossos).

Em termos gerais, pode-se **encontrar indícios de elaboração dos significados** de uma parcela grande de estudantes, em especial por processos de subsunção correlativa e, em menor frequência, por superordenação. A subsunção correlativa, **a elaboração de uma ideia na estrutura cognitiva, fica evidente tanto quantitativamente como qualitativamente**, nas dimensões conceitual e histórico-epistemológica, quando na comparação entre as atividades (Macedo; Pantoja; Moreira, 2020, p. 238, grifos nossos).

A estrutura cognitiva, seguindo essa perspectiva, teria também a função de “armazenar” os conhecimentos aprendidos, seja naquilo que se entende como seria essa estrutura de armazenamento, seja quando se identifica essa estrutura como a própria memória:

Assim como o computador opera com um código binário, mas os programadores trabalham com linguagens de alto nível, **a mente humana, em última instância, operaria com algum código próprio**, mas seu funcionamento poderia ser descrito em termos de modelos mentais, imagens e proposições sem ter acesso (e, de fato, não se tem, pois é não-consciente) a esse código (Sousa; Moreira, 2000, p. 226, grifos nossos).

Neste trabalho vamos adotar a visão de modelos mentais como estruturas cognitivas idiossincráticas, determinadas e concretas, que acontecem na memória de trabalho do sujeito que quer compreender, explicar ou predizer uma situação ou processo específico, atuando como análogos estruturais dessa situação ou processo. Podemos entendê-los como "simuladores" dessas situações, **de forma semelhante a como os computadores analógicos simulam um sistema físico** (Greca, 2000) (Greca; Moreira, 2002, p. 32-33, grifos nossos).

Nesse contexto, o aluno frente a uma situação inusitada tende a ficar desestruturado, pois **não possui elementos na sua estrutura cognitiva** que o auxiliem na confecção de um raciocínio para resolver o problema. O aprendiz que somente faz uso de uma aprendizagem mecânica, ou seja, caracterizada pelo **armazenamento temporário de informações de forma arbitrária e sem conexão com os conhecimentos prévios da sua estrutura cognitiva**, terá uma imensa dificuldade em resolver problemas novos, pois estes requerem competências e habilidades a serem desenvolvidas em uma aprendizagem significativa (Cardoso; Dickman, 2012, p. 897, grifos nossos).

Assim, o *design* instrucional atua tanto na direção de reduzir a carga cognitiva quanto no favorecimento de processos de recuperação e transferência dos conhecimentos armazenados na memória de longo prazo e, consequentemente, na direção de possibilitar uma aprendizagem mais efetiva (Silva, 2012, p. 871, *itálicos no original*).

Isso é importante, pois é o que permite tratar a estrutura cognitiva interna como um sistema simbólico que pode, também, ser representado *externamente*. Essa representação externa é, evidentemente, limitada, não apenas na sua própria capacidade de representação, mas também, no tempo. Com isso, queremos assinalar que **as representações externas são estáticas e podem aspirar a captar a estrutura interna apenas durante um período curto de tempo**, durante o qual a estrutura interna não se modificou substancialmente. Isso não invalida o uso de representações externas, até mesmo porque elas são *hipóteses de trabalho* e, principalmente, são o único com que se pode contar, para estudar objetivamente o processo de aprendizagem (Polito; Coelho, 2021, p. 330, *itálicos no original e grifos nossos*).

Por seu caráter cognitivista, a TAS [Teoria da Aprendizagem Significativa] privilegia as noções de aquisição, armazenamento e organização das ideias na constituição da estrutura cognitiva, consignando que sua cúspide é a capacidade de acionamento, uso e ressignificação de conhecimentos em problemáticas contextualizadas e avançadas (Filho; Ferreira, 2022, p. 2).

A aprendizagem apenas ocorre quando a informação processada na MT [memória de trabalho] é transferida para a MLP [memória de longo prazo]. Contudo, o processamento que ocorre na MT pode ser prejudicado devido às suas limitações (Neto *et al.*, 2023, p. 1).

Essa (suposta) identificação da estrutura cognitiva de estudantes e professores ganha um peso significativo a partir dos discípulos da “Teoria da Aprendizagem Significativa”, especialmente por meio do conceito de “subsunçor”:

Dentro da teoria de Ausubel (AUSUBEL, 1969; MOREIRA, 1983), para que haja uma assimilação significativa do novo conteúdo, é necessário que exista na estrutura cognitiva um ou mais conceitos aos quais o novo conceito se ligue de forma significativa, os subsunçores. Quando este(s) conceito(s) não existe(m), uma alternativa é usar um material instrucional que estabeleça essa *ponte conceitual* entre o novo conceito e a estrutura cognitiva, chamado de organizador prévio. Um audiovisual é uma boa alternativa para ser usado como organizador prévio (Rosa, 2000, p. 40, *itálicos no original*).

a utilização de computadores para o ensino pode se tornar mais eficiente se uma *interface* apropriada, entre aluno e máquina estiver disponível, fazendo com que o aprendiz possa aprimorar sua estrutura cognitiva a partir de seus subsunçores (Nogueira *et al.*, 2000, p. 518, *itálicos no original*)

segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa a nova informação relaciona-se com um aspecto relevante e específico da estrutura cognitiva do indivíduo. Esta estrutura específica é denominada, de acordo com a teoria, de subsunçor, no qual as novas informações são ancoradas (Zompero; Laburú, 2010, p. 33).

Mesmo fazendo referência a resultados determinados pelos observadores em repouso em relação ao múon, como a contração da distância, o estudante ainda se refere ao movimento do múon. Estas respostas podem ser interpretadas considerando que na estrutura cognitiva do estudante predomina a noção de referencial absoluto (Filho, 2010, p. 167).

Ao final desse encontro, os acadêmicos analisaram os resultados obtidos através das respostas dadas pelos alunos ao pré-teste, mapas conceituais e comentários feitos durante os debates. As análises serviram para identificar o conhecimento prévio dos alunos acerca dos conceitos físicos apresentados na UEPS [Unidades de Ensino Potencialmente Significativas], bem como a presença (ou não) de subsunçores relevantes na estrutura cognitiva dos alunos em relação ao eletromagnetismo (Spohr; Garcia; Santarosa, 2017, p. 169).

acadêmicos demonstraram preocupação em utilizar metodologia adequada para oferecer os organizadores prévios para aqueles alunos que não apresentavam subsunçores relevantes e também para oferecer subsídios para que os alunos que já possuíam

subsunções pudessem ancorar os novos conhecimentos a eles, cada um a seu tempo (Spohr; Garcia; Santarosa, 2017, p. 171).

O primeiro tema, previsto para ser discutido em duas aulas, tem como objetivo abordar a influência da luz e de seus fenômenos na concepção de obras de arte contemporâneas. Tais discussões permitirão ao professor **estabelecer os subsunções presentes nos estudantes** e assegurar-se de que todos serão capazes de prosseguir com o processo de aprendizagem significativa (Ferreira *et al.*, 2020, p. 6, grifos nossos).

Em particular, **não se pode prescindir da clara identificação desses objetos conceptuais que, pertencentes a estrutura cognitiva interna do aprendiz**, espera-se que funcionem como as verdadeiras estruturas assimiladoras daqueles conceitos-alvo que lhe são externos. Daí a **necessidade de, em cada aplicação da teoria, fazer a cuidadosa caracterização e a prospecção do conjunto potencial de subsunções** e de estabelecer de que modo se dá a relação entre esse conjunto e o conjunto de objetos conceptuais que deverão ser assimilados (Polito; Coelho, 2021, p. 327, grifos nossos).

A perspectiva teórica ausubeliana está apoiada no entendimento de que **há um conhecimento já significativo na estrutura cognitiva do aprendiz**, o qual deve ser resgatado para ancorar o novo conhecimento, que, por sua vez, será modificado à medida que se tornar significativo para esse indivíduo. Em outras palavras, Ausubel defende que **a aprendizagem significativa representa um processo de interação da nova informação com uma estrutura específica de conhecimento existente no sujeito que aprende**. Essa estrutura é denominada de “subsunção” e representa um conceito, uma ideia, uma proposição já presente na estrutura cognitiva e que poderá servir para ancorar a nova informação, de modo a adquirir significado para o sujeito (Giacomelli; Rosa, 2021, p. 5, grifos nossos).

Nota-se que todos partem de uma série de concepções reificadas sobre conceitos que envolvem “cognição”, “consciência”, “aprendizagem” e, em certa medida, o que se entende por “mente”. Numa perspectiva ativista transformadora, esses conceitos são entendidos de maneira diferente, buscando superar essas concepções reificadas. Nessa perspectiva:

uma série de passos podem ser dados para desafiar ainda mais as representações passivas, reducionistas, solipsistas e neutras da memória para, em vez disso, conectá-la ao desenvolvimento da identidade, à criação de significado e aos processos agentivos de devir das pessoas como agentes de práticas sociais (...) a memória não pode ser entendida como um **armazenamento mental de eventos passados** que estão empilhados em algum lugar nas profundezas do cérebro como constelações de neurônios, fixados em traços que são catalogados e preservados intactos e inalterados - até que sejam **recuperados sob demanda**, em algum ato intencional de lembrança (Stetsenko, 2016, p. 305, tradução e grifos nossos).

Apoiado em seus contemporâneos mas buscando expandir suas ideias, Vygotsky (1997) defende que a discussão sobre conceitos como “mente”, “consciência” e “inconsciente” não se tratam apenas de discussões específicas da psicologia mas de questões metodológicas e epistemológicas mais amplas, de como entendemos o próprio fazer científico. Nesse sentido, o

autor discute que uma explicação para o desenvolvimento da mente não pode se pautar apenas em uma questão puramente fisiológica das “funções cerebrais”, ao mesmo tempo que não pode ignorar o cérebro como parte da totalidade que compõe a cognição humana. O ponto central de sua psicologia cultural-histórica é justamente não tratar a cognição humana como algo isolado das práticas humanas ou como se fosse algo localizado apenas internamente na cabeça, independente dessas práticas.

Diferentemente do que defende a perspectiva cognitivista, na qual a cognição é reduzida à uma “estrutura cognitiva” onde a aprendizagem acontece devido ao armazenamento de informações e de modificações feitas nesta estrutura a partir dessas informações passivamente recebidas, na perspectiva cultural-histórica “não podemos isolar a mente dos processos dos quais ela forma uma parte **inalienável** e depois perguntar qual é a sua utilidade, que papel ela desempenha no processo geral da vida” (Vygotsky, 1997, p. 115, tradução e grifos nossos). Ou seja, um dos principais problemas relacionados à perspectiva cognitivista é essa reificação da cognição, ora reduzida ao que defendem ser a “estrutura cognitiva”, ora entendida como as “funções” que parte dessa estrutura - como no caso da memória - desempenham na aprendizagem.

Essa reificação, como já discutimos anteriormente, é problemática em diversos níveis, principalmente porque expressa (e reforça) uma concepção passiva de desenvolvimento humano e aprendizagem⁸⁴. Muito além dessa concepção poder ser posicionada apenas como uma “questão teórica”, ao defender que exista uma estrutura que é “interna” e que possa ser manipulada “externamente”, a perspectiva cognitivista se utiliza dessa concepção de cognição para desenvolver práticas pedagógicas, de modo que essa não se trata apenas de um conjunto de ideias teóricas sobre como entendemos como as pessoas aprendem, pois é também, em certa medida, uma expressão da dicotomia entre teoria e prática.

Como bem destaca Stetsenko (2008b), apesar de diversas perspectivas em diferentes contextos de pesquisa discutirem a importância da relação entre teoria e prática e sobre como não devemos dicotomizá-las, a lógica em separá-las continua persistindo. Essa persistência é uma expressão das concepções de mundo mentalistas - como é a perspectiva cognitivista:

⁸⁴ Como bem destaca Stetsenko (2016, p. 305, tradução nossa) “a memória humana é uma forma de ação de pessoas que não estão apenas situadas e inseridas em ambientes, mas também estão agindo como agentes de práticas comunitárias que as realizam e mudam em uma busca constante e pessoalmente significativa e lutando por um futuro buscado”

A persistência desse ponto de vista tem a ver com a noção de que **o conhecimento é um fenômeno puramente ‘mental’** contido e confinado a um reino separado dos processos tangíveis e materiais, ‘bagunçados’ no mundo associados **a fazer as coisas em vez de pensar nelas ou compreendê-las**. Na cosmovisão clássica que ainda permeia as ciências, **o conhecimento é definido como a representação interna de uma realidade e fenômenos externos e independentes da mente** – uma representação que tem pouco a ver com ações práticas (isto é, tangíveis e materiais) no e sobre o mundo (Stetsenko, 2008b, p. 530, tradução e grifos nossos).

A dicotomia entre teoria e prática é insustentável, especialmente na perspectiva cultural-histórica, onde “o pensamento teórico não é uma dimensão apartada da realidade ou uma instância essencialmente independente, mas existente somente em unidade com a prática social, na transformação da realidade pelo ser humano ao longo da história” (Camillo, 2015, p. 65). Um conjunto de ideias não se isola num (suposto) mundo das ideias mas se encarna como *atividade*, no sentido de que com ele se organizam estas práticas que mesmo não explicando suficientemente a complexa totalidade da cognição humana e dos processos de ensino-aprendizagem, ao explicá-los desta forma reificada, por meio dela também atuam e condicionam estes processos para o reforço de que seres humanos são passivos e que a cognição humana é uma estrutura que deve ser identificada, especialmente em relação às suas lacunas, e que pode ser mecanicamente manipulável e ter essas lacunas preenchidas.

Como destacamos nos enunciados acima, a perspectiva cognitivista, apresenta a cognição humana como essa coisa interna, que se estabelece *dentro* do cérebro e que deve ser *modificada*, por isso precisa além de identificada ser devidamente *representada*. Essa representação é sempre “externa”, em forma de “representação mental” - como o (suposto) “mentalês” destacado por Moreira (1996). Deste modo, nessa perspectiva é defendido que existem diferentes estratégias para que essa representação seja mais efetiva. Uma vez que utilizada a estratégia correta, mais efetiva se dará essa identificação e conseqüentemente sua representação, que pode ocorrer de maneira verbal, escrita (como respostas a testes) ou em “mapas conceituais”, por exemplo.

Ainda relacionado à perspectiva cognitivista sobre a “estrutura cognitiva”, como vimos em alguns enunciados apresentados, existe um apelo à memorização, no sentido que as concepções identificadas na estrutura, após serem modificadas, precisam ficar “retidas” na memória. Nesse sentido, os enunciados que discutiremos na sequência expressam compromissos de *acessar* e *modificar* essa estrutura cognitiva, uma vez que ela já tenha sido *identificada* e,

como apontamos até aqui, *representada* “externamente”, buscando garantir que essa memorização (ou “retenção”) seja eficaz.

Assim, alguns enunciados expressam mais o compromisso de *acessar* essa “estrutura cognitiva”:

Possíveis metodologias para investigar modelos mentais estão baseadas na premissa de que as representações mentais das pessoas podem ser inferidas (modeladas) a partir de seus comportamentos e verbalizações. Além disso, supõe-se também que esses modelos podem ser simulados em computador (Moreira, 1996, p. 210).

Todo este conjunto integrado de ações contribui, enfim, para que o estudante proceda à resolução significativa de um problema, incorporando a solução à sua estrutura cognitiva (Peduzzi, 1997, p. 234).

Para a resolução de questões que exigem raciocínio e análise, o estudante deverá selecionar, em sua estrutura cognitiva, os conhecimentos prévios necessários e integrá-los para a elaboração de uma resposta a um problema que é, em geral, inédito. Neste grupo se enquadram questões de análise de gráficos e tabelas, pois estas exigem a interpretação e correlação de dados para a elaboração de asserções que são específicas do contexto (Maia; Justi, 2008, p. 441).

Os objetivos das AE [aula expositiva-dialogada] eram o de guiar a construção significativa de novo conhecimento na etapa predicativa e de tornar mais fácil a organização conceitual das estruturas cognitivas (Pantoja; Moreira, 2021, p. 1427).

Esta última providência visa também ampliar a utilização de conceitos existentes na estrutura cognitiva dos estudantes. Quanto maior o número de conceitos **formados e/ou acessados**, maiores serão as relações que um estudante conseguirá estabelecer para explicar os fenômenos observados, ampliando cada vez mais sua cadeia conceitual, desenvolvendo uma aprendizagem significativa (Carvalho *et al.*, 2023, p. 6, grifos nossos).

Além desses, outros expressam mais o compromisso de *modificar* essa estrutura:

É esta discussão que promoverá a acomodação conceitual da estrutura cognitiva em um novo patamar, de modo a incorporar (em um sentido ausubeliano) o novo ao velho (Rosa, 2000, p. 42).

Desde a década de 80, os pesquisadores da área passaram a se preocupar não somente como os conceitos estão hierarquizados na estrutura cognitiva do aprendiz, mas também em **como essa hierarquia muda em função da educação** e em função do próprio cotidiano do indivíduo (Nogueira *et al.*, 2000, p. 518, grifos nossos).

É evidente, sob essa abordagem [teoria de aprendizagem de Ausubel], que a estrutura cognitiva preexistente desempenha papel preponderante na resolução de problemas, ainda mais se levando em conta que a busca de solução de qualquer problema envolve uma readaptação do resíduo da experiência prévia frente às demandas da nova situação problemática a ser enfrentada. Se a estrutura cognitiva já possui as subsunções adequadas para permitir a reorganização do conhecimento, a resolução do problema terá cumprido o seu papel para a aprendizagem significativa (Costa; Moreira, 2001, p. 264).

A utilização no ensino de diferentes modos e formas de representação é igualmente coerente com o conceito de *reconciliação integrativa*, sendo esta um dos tipos de Aprendizagem Significativa. De acordo com esse conceito, quando novas informações são adquiridas, os elementos existentes na estrutura cognitiva do indivíduo podem reorganizar-se, produzindo assim novos significados (Zompero; Laburú, 2010, p. 35, *itálicos no original*).

Assim é fundamental que estudos sejam realizados com o intuito de avaliar como essa metodologia [modelagem] pode modificar a estrutura cognitiva dos estudantes (Heideman; Araujo; Veit, 2012, p. 1002).

Para que o material seja efetivamente significativo para um indivíduo em particular, duas condições devem ser satisfeitas: o material deve ter estruturação lógica adequada e o indivíduo possuir os subsunçores apropriados em sua estrutura cognitiva (Dorneles; Araújo; Veit, 2012, p. 106).

ao utilizar sua base de conhecimentos para construir suas representações mentais, o sujeito estará ancorando as novas informações nas que já estão disponíveis em sua estrutura cognitiva, possibilitando, assim, uma aprendizagem significativa durante a resolução de problemas. Logo, a partir de relações formais do conhecimento físico, ele poderá fazer sua representação do mundo (Rosa; Ghiggi, 2017, p. 108).

No processo de aprendizagem, de certa forma ocorre uma reorganização das estruturas cognitivas, que deverá resultar em um modelo explicativo que se aproxima do modelo conceitual alvo (Pessanha, 2018, p. 387).

Consequência da qualidade do processo de aquisição é a modificação consequente à aprendizagem. Quando mais significativa a aprendizagem, mais tende a modificar os subsunçores, além de costumar deixá-los mais claros, estáveis e diferenciados. Por outro lado, na proximidade do polo mecânico da aprendizagem, os processos de assimilação tendem a tornar a estrutura cognitiva pouco relacionável, pouco clara e diferenciada (confusa) (Macedo; Pantoja; Moreira, 2020, p. 237).

A teoria [da aprendizagem significativa], inicialmente, assume que o principal fator influenciador da aprendizagem é a quantidade, a clareza e a organização do que já é conhecido pelo estudante. O segundo aspecto é a natureza do material de ensino, que deve se relacionar com a estrutura cognitiva de maneira substantiva, isto é, o significado de um conceito não deve se alterar, mesmo que o léxico utilizado para o definir se modifique. A relação entre o material e a estrutura cognitiva também deve ser não-arbitrária, isto é, aquele que busca aprender não deve memorizar conceitos e proposições de maneira aleatória e sem relevância, sem que se depreendam significados no que está aprendendo (Ferreira *et al.*, 2020, p. 3).

Nesse sentido, a aprendizagem é considerada como um processo de ampliação e reorganização da estrutura cognitiva frente a elementos que nela não se encontram ou encontram-se em desordem, desconexos. Entretanto, essa ampliação pela assimilação de novos conceitos pode ocorrer de maneiras distintas, sempre na relação que estabelecem com aqueles já existentes na estrutura cognitiva. Assim, uma aprendizagem significativa, conceito diretor da TAS [Teoria da Aprendizagem Significativa], só ocorre quando a assimilação se estabelece de maneira não arbitrária, isto é, quando os novos conceitos são assimilados pela estrutura cognitiva a partir de uma ancoragem conceitual em outros já existentes (Filho; Ferreira, 2022, p. 2).

Com essa conceitualização mecanicista da cognição humana, a perspectiva cognitivista nos remete a um problema que envolve certa necessidade de *localizar* a mente humana, que nessa perspectiva já se pressupõe como uma coisa interna, tomando a memorização como principal função da aprendizagem, para depois *modificá-la*. Por mais que os defensores dessa perspectiva insistam que ela se diferencia de uma concepção mecânica de aprendizagem (Moreira, 1999; Moreira, 2009; Moreira, 2012; Macedo; Pantoja; Moreira, 2020) a perspectiva cognitivista carrega como premissa que ao conseguir localizar a aprendizagem “dentro” da estrutura cognitiva, uma vez que se consegue fazer com que estudantes expressem externamente essa estrutura, a partir de ferramentas pedagógicas adequadas, tudo que os professores precisam fazer é operar com a substituição das concepções inadequadas presentes nessa estrutura por outras consideradas por eles (devidamente instruídos pelos especialistas) como mais adequadas.

Essa premissa é completamente insustentável, na perspectiva cultural-histórica, especialmente na escola vigotskiana e em seus desdobramentos no desenvolvimento da Teoria da Atividade Cultural-Histórica. Para explicitar essa insustentabilidade, discutiremos na sequência alguns contrapontos feitos por essa perspectiva sobre a conceitualização da mente e dessa suposta localização dela “dentro do crânio”, bem como de sua representação “externa” enquanto apontaremos mais especificidades da perspectiva cognitivista.

Tal insustentabilidade se pauta numa perspectiva de internalização, no sentido de que aquilo que for ensinado pelos professores para os estudantes, uma vez que as lacunas de sua cognição foram devidamente identificadas, irá se acomodar na estrutura cognitiva, substituindo o que havia lá antes. A perspectiva cognitivista, nessa internalização, posiciona a aprendizagem como ocorrendo “dentro da cabeça” e expressa compromissos de tratar a cognição humana como uma espécie de máquina. Esses compromissos se baseiam em interpretações que:

em grande medida, ainda estão emaranhados em noções mecanicistas derivadas do cognitivismo ortodoxo com suas noções de conhecimento como representação de informações armazenadas “na cabeça” (**a serem recuperadas sob demanda**) e de pensar como um processo inteiramente interno de manipulação de símbolos ocorrendo isoladamente do mundo real e do envolvimento humano nele (Stetsenko, 2009, p. 6, tradução e grifos nossos).

Especialmente no que Stetsenko (2009) destaca em relação a esses conhecimentos serem recuperados “sob demanda” reside um dos núcleos da perspectiva cognitivista que aqui estamos explicitando: de que esses novos conhecimentos serão acomodados na estrutura cognitiva dos

estudantes, “acessados” e “acionados” quando necessário, seja numa tarefa de resolução de problemas ou em algum teste específico:

Os modelos mentais são como blocos de construção cognitivos que podem ser combinados e recombinaados conforme for necessário (Sousa; Moreira, 2000, p. 226).

Esses artefatos cognitivos são construídos a partir dos conhecimentos e saberes que o indivíduo é capaz de mobilizar sobre o tópico em questão e são delimitados pela visão de cada pessoa sobre como o mundo funciona, pelas vivências individuais, **pela competência dos sujeitos em ativarem e aplicarem seus conhecimentos, saberes e crenças de acordo com as demandas** das situações enfrentadas (Barbosa; Borges, 2006, p. 189, grifos nossos).

Como produto desse campo de estudo, pesquisas em educação científica e matemática vêm concentrando esforços no sentido de entender o papel instrucional do emprego de variadas formas e de diversos modos representacionais **para gerar ativações cognitivas** com o objetivo de proporcionar maior qualidade da aprendizagem (Laburú; Zompero; Barros, 2013, p. 9, grifos nossos).

Essas ações mostram a evocação do pensamento metacognitivo, **pois os alunos ativaram elementos cognitivos ao lembrarem o que já sabiam** sobre força e descreveram “caminhos” para chegar ao objetivo da atividade, ou seja, se monitoraram e pensaram metacognitivamente (Maman; Quartieri; Neide, 2022, p. 756, grifos nossos).

Essa ideia é sintetizada, no caso da “Teoria da Aprendizagem Significativa”, por exemplo, na conceitualização do *subsunçor*, como sendo a estrutura que se encontra (ou não) presente previamente na estrutura cognitiva dos estudantes. Quando os estudantes apresentam que já possuem os subsunçores (como se fossem parâmetros de uma máquina) estão “prontos para aprender” - o que essa teoria associa como “disposição para aprender”. Quando os estudantes não possuem os subsunçores, outros materiais (os “organizadores prévios”) se encarregarão de, por si só, *fornecer* os subsunçores faltantes.

Na perspectiva cognitivista, portanto, a aprendizagem se constitui desse processo de internalização de fatores externos, provenientes de materiais e/ou abordagens que contém em si mesmos todas as potencialidades necessárias para preencher as lacunas cognitivas dos estudantes⁸⁵. Isso fica bastante evidente (não apenas mas também) na “Teoria da Aprendizagem Significativa” na conceituação das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). A argumentação em torno das UEPS se pauta numa filosofia onde “só há ensino quando há aprendizagem e esta deve ser significativa; ensino é o meio, aprendizagem significativa é o fim;

⁸⁵ Essa perspectiva lacunar ficará ainda mais evidente quando discutirmos, ainda nessa seção, sobre os enunciados que expressam compromissos em relação às “deficiências/falhas cognitivas”.

materiais de ensino que busquem essa aprendizagem devem ser potencialmente significativos” (Moreira, 2011, p. 2)⁸⁶. Nas UEPS, que são uma espécie de “sequência didática”, essas unidades de ensino devem levar em consideração quais são os subsunçores faltantes na estrutura cognitiva do estudante, escolher organizadores prévios que possam fornecer esses subsunçores e então aplicá-los no desenvolvimento da UEPS:

Na prática, organizadores prévios funcionam melhor quando explicitam a *relacionabilidade* entre novos conhecimentos e aqueles existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Muitas vezes o aprendiz tem o conhecimento prévio mas não percebe que está relacionado com aquele que lhe está sendo apresentado (Moreira, 2011, p. 11, *itálicos no original*).

É nesse sentido que tais organizadores prévios e as UEPS são considerados significativos *em si mesmos*, pois carregam em si as potencialidades de preencher o que internamente falta na cognição dos estudantes. Nessa perspectiva, se a internalização e a consequente acomodação na estrutura cognitiva não foram feitas de forma adequada, o problema reside ou na dificuldade de identificar essas lacunas na estrutura cognitiva dos estudantes ou na escolha do organizador prévio que, compondo uma UEPS, mais eficientemente poderá promover a substituição na estrutura cognitiva.

É importante deixar claro, como já explicitamos na discussão sobre complexificação, que a perspectiva cultural-histórica não desconsidera que a consciência e cognição humanas são imutáveis, como se fossem coisas estáticas. No entanto, nessa perspectiva, entende-se a cognição como co-constituída nas atividades humanas, também nelas distribuída e, por meio delas, complexificada.

Essa perspectiva se diferencia muito da perspectiva cognitivista, principalmente porque não reduz todas as objetivações humanas a um único indivíduo singular, isolado. Tal indivíduo, nessa perspectiva cognitivista, deveria supostamente, por si só (dotado de sua individual “disposição para aprender”), se apropriar de um material específico (um ou mais “organizadores prévios”), também tomado em si mesmo como “potencialmente significativo” (ou como contendo tudo que é necessário para que a aprendizagem se efetive no interior da cognição, organizado na estrutura de uma UEPS), derivando dessa apropriação, como resultado linear, as mudanças na sua

⁸⁶ Esse texto é a versão em português, original para ser publicada, encontrada no site do professor Moreira na URGs <<http://moreira.if.ufrgs.br/UEPSport.pdf>>. A versão publicada desse texto é uma tradução integral dele para o espanhol e pode ser conferido na revista “Aprendizagem Significativa em Revista”, disponível em <https://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf>.

“estrutura cognitiva”. É importante destacar que isso nos reforça a ideia de que tais diferenças entre a perspectiva cultural-histórica não são somente epistêmicas, mas se constituem com outros valores, outras concepções ontológicas de ser humano e desenvolvimento e também outras formas de compreender o conhecimento. Em suma, como já argumentamos, tratam-se de diferenças radicais e de natureza axio-onto-epistemológica.

Na perspectiva cognitivista, esse processo de internalização, como aponta Stetsenko (2009), é tomado como algo que acontece apartado da realidade, como se a cognição e o desenvolvimento da consciência fossem completamente independentes da atividade humana, ocorrendo apenas no “reino mental” e podendo ser alteradas de forma mecânica. Esse é outro ponto desenvolvido pela perspectiva cultural-histórica, que abordaremos brevemente na sequência, especialmente a partir dos trabalhos de Leontiev e colaboradores, a fim de conectá-las com as análises que estamos aqui desenvolvendo.

Duarte (2004), se apoiando principalmente na obra de Leontiev, discute que a psicologia constituída por esse autor (e o desenvolvimento dela para a educação) envolve, dentre vários aspectos, tratar da formação da consciência a partir das atividades humanas. Em resumo, isso significa que a estrutura da consciência, bem como sua complexificação, são determinadas pela estrutura das atividades. As atividades humanas, estruturadas por diferentes ações e operações, na perspectiva de Leontiev, configuram a relação entre o conteúdo destas ações e operações e o sentido que estas têm na dinâmica coletiva da atividade, de modo que “o sentido da ação é dado por aquilo que liga, na consciência do sujeito, o objeto de sua ação (seu conteúdo) ao motivo dessa ação” (Duarte, 2004, p. 55). É importante destacar também que ainda que Leontiev discuta essa estrutura da atividade, Camillo (2011) nos lembra que a relação entre ações e operações é mais dialética e menos mecânica, no sentido que o mais importante é entender essa estrutura de forma dinâmica:

Em uma atividade em vias de se estabelecer, os diferentes indivíduos podem acabar realizando as suas ações/operações em níveis hierárquicos distintos – aquilo que para um é operação ao outro é ação. Por exemplo, para determinado sujeito uma ação pode ser executada no nível de operação, ou seja, é feita de maneira mais automática, sem consciência, permitindo que o sujeito direcione suas ações para outros aspectos da atividade, assim o acontecimento ao qual a ação está direcionada pode ser óbvio (Camillo, 2011, p. 115).

Camillo (2015) faz suas contribuições para essa discussão em relação à atividade e consciência tratando tal relação como uma unidade. Unidade não no sentido que estão misturadas, que são a mesma coisa, mas no sentido que não se pode falar de gênese e desenvolvimento (e complexificação) da consciência sem se falar em atividade, tampouco “a consciência não pode ser compreendida como uma transição binária entre dois estados abstratos: ‘não existir’ e ‘existir’” (Camillo, 2015, p. 78). Nesse sentido, a perspectiva cultural-histórica “coloca a si mesmo a pergunta acerca do lugar da mente humana na relação com o seu entorno, superando a concepção de desenvolvimento isolado do mundo no qual está inserido” (ibid., p. 77). É nesse sentido que Camillo (2015) chama a atenção para a ideia de que a consciência não pode ser considerada uma “coisa”, tampouco como um “estado”, mas sim como um *processo*.

Tomar a consciência como processo, nos posiciona a compreender que outros conceitos que são reificados na perspectiva cognitivista, como “cognição” e “mente”, por exemplo, ao serem reificados - e portanto tomados como “coisas” - não podem mais ser conceitualizados e compreendidos nessa perspectiva como processo. Na perspectiva cultural-histórica, tomar estes conceitos como *processos* e não como “coisas” nos posiciona a entendê-los - e operar com esse entendimento em diversos níveis hierárquicos de diferentes atividades, o que inclui a organização de práticas educativas - em sua “processualidade ontológica” (Camillo, 2015), de modo que a consciência, como *processo*, passa a ser compreendida “no interior do próprio processo histórico de desenvolvimento da humanidade” (ibid., p. 78). Nesse sentido que a consciência como *processo* não é dada, nem encontra-se entre estados, mas é *emergente*, no sentido que nesse processo histórico de desenvolvimento do trabalho “que a efetivação de determinadas condições concretas permite, a partir de um certo estágio do desenvolvimento, a efetiva emergência da consciência” (ibid).

Justamente nessa reificação é que emerge na perspectiva cognitivista a necessidade de se assumir compromissos que se organizem em torno de *identificar, acessar, representar e modificar* a “estrutura cognitiva”. Uma vez que essa é tomada como “coisa”, com a perspectiva axio-onto-epistemológica em que realiza essa tomada, desenvolverá tais compromissos, especialmente com o intuito de organizar a prática educativa em prol da efetivação concreta destes. Essa reificação representa a *morte da dinâmica*, onde se perde a perspectiva dialética e se assume uma série de dicotomias, como por exemplo, entre *pensar e fazer*:

Num pensar dialético, ação e mundo, mundo e ação, estão intimamente solidários. Mas a ação só é humana quando, mais que um puro fazer, é quefazer, isto é, quando também não se dicotomiza da reflexão (Freire, 2022, p. 55).

Da mesma forma que são as atividades humanas que constituem a gênese e desenvolvimento da consciência são nelas que os compromissos assumidos com esta gênese e desenvolvimento, assim como os compromissos assumidos com a possibilidade (ou não) das práticas educativas complexificarem a consciência⁸⁷, são assumidos.

Assim, nas nossas análises da perspectiva cognitivista, especialmente na sua representação com a “Teoria da Aprendizagem Significativa”, fica evidente que esta perspectiva reifica a estrutura da prática educativa que, ao invés de ser entendida de forma dialeticamente interconectada e interdependente, é tratada de forma isolada, tanto em seus níveis hierárquicos de ação/operação como em relação aos materiais que lança mão na constituição das práticas educativas. Podemos notar isso, por exemplo, quando retomamos a narrativa que se constrói em relação a uma UEPS. Pelo que podemos perceber a partir dos enunciados estabilizados que estamos analisando, numa prática educativa orientada pela “Teoria da Aprendizagem Significativa”, após identificados os subsunçores do estudante (sejam os que ele possui ou não), as UEPS serão organizadas de modo que os materiais didáticos se relacionem com sua estrutura cognitiva. Se o estudante já possui os subsunçores considerados pelo professor como adequados às aulas que serão desenvolvidas na UEPS, já se tem meio caminho andado. No caso do estudante ainda não possuir os subsunçores, o professor utiliza de materiais que possam fornecê-los à estrutura cognitiva, os chamados “organizadores prévios”. A partir disso, somado à uma “disposição para aprender”, a aprendizagem deixa de ser mecânica e passa a ser “significativa”. Vejamos como essa narrativa explicita a reificação que estamos apontando, em todos seus níveis de desenvolvimento: reifica a concepção de cognição (e, em certa medida, de consciência) ao reduzi-las à “estrutura cognitiva” e “subsunçores”; reifica as ferramentas, quando considera que seja possível um “organizador prévio”, conter em si, tudo aquilo que falta à “estrutura cognitiva”; reifica as ações/operações quando defende que o professor usando essas ferramentas vai poder manipular essa estrutura e, de forma relacionada à todas essas reificações em particular, generaliza reificando o que se entende por atividade. Essa última reificação, obviamente

⁸⁷ Esse é um ótimo exemplo da insustentabilidade da dicotomia entre teoria e prática que já mencionamos, bem como também se configura como um bom exemplo para, mais uma vez, reforçar nosso argumento em relação à interdependência genética-estrutural da axio-onto-epistemologia, como discutimos no capítulo 1.

interconectada com as outras, fica explícita na conceitualização de uma UEPS como sendo significativa em si mesmo⁸⁸ - o que também configura uma reificação da aprendizagem, tomada como “significativa” e podendo ser “medida” por meio do que os discípulos dessa perspectiva chamam, muito vagamente, de “indícios de aprendizagem significativa”. Essas sucessivas reificações representam a morte da dinâmica, de modo que expressam uma concepção mecanicista, estática, sem possibilidade de desenvolvimento, apenas possível de “reparação”, como se a mente humana fosse uma máquina.

Nessa reificação, a perspectiva cognitivista considera que uma ferramenta tem um potencial de transformação em si mesmo, independente das condições instrumentais dessa ferramenta e de suas relações de co-dependência existentes entre ações e operações, por exemplo, como se a efetividade da ferramenta não dependesse de sua utilização. Na análise da estrutura da atividade, Leontiev (2005) ilustra essas relações tomando como exemplo as condições instrumentais de um martelo, um prego e a coordenação destas condições com a ação de pregar:

A ferramenta é adaptada ao objeto de ação. O martelo representa não apenas um método pelo qual a ação de martelar ou esmagar, e assim por diante, pode ser realizada. Suas propriedades objetivas devem refletir as propriedades do objeto para o qual a ação é direcionada. Uma ferramenta, adaptada para ações em direção a objetos pequenos, pode ser grande? Não, porque deve corresponder às características objetivas desse objeto; suas próprias propriedades refletem as propriedades objetivas do objeto no qual essa ferramenta específica usou (Leontiev, 2005, p. 67, tradução nossa).

Na perspectiva cognitivista, uma ferramenta como um “organizador prévio”, por exemplo, é tomada como útil em si mesma, uma vez que sua utilidade é considerada como a de “fornecer os subsunçores” que são considerados faltantes na “estrutura cognitiva” do aprendiz. Entende-se que essa ferramenta deverá conter condições instrumentais em si mesma que independem do objeto da ação para qual será utilizada. É como se para toda “estrutura cognitiva” que apresentasse falta de “subsunçores” devesse haver um “organizador prévio” que lhe servirá, basta que o professor organize corretamente a relação linear entre esse “organizador prévio” e as lacunas na “estrutura cognitiva” do aprendiz.

Nesse sentido, essa reificação também se concretiza dada essa lógica linearmente causal, completamente diferente da perspectiva complexa e de estrutura (fractal) da atividade que

⁸⁸ Mesmo que a UEPS seja conceitualizada como “potencialmente significativa”, dizemos que ela é reificada e toma a adjetivação “significativa” em si mesma, justamente porque ela é considerada nessa perspectiva como sendo assim devido aos “organizadores prévios” que devem conter neles os “subsunçores” que foram considerados faltantes, ou mal constituídos na “estrutura cognitiva” do aprendiz, ou então que estes foram “mal representados externamente”.

mencionamos anteriormente quando discutimos sobre complexificação. Na perspectiva cognitivista, existe uma relação causa e efeito, completamente linear e crescente, que mesmo que pareça ter nuances, não se trata de nuances que consideram os diferentes níveis hierárquicos da atividade. Trata-se de diferentes etapas lineares que partem de uma estrutura dada em si (a “estrutura cognitiva”) e pretende-se chegar numa aprendizagem que tem características específicas (é “significativa”) de modo que seus elementos possam se “acomodar” e ficar “armazenados” nessa “estrutura cognitiva”. Trata-se de considerar que, a aprendizagem é significativa, se as UEPS forem constituídas considerando os subsunçores que *estão presentes* ou *não estão presentes* na estrutura cognitiva do aprendiz que, mesmo *sendo* interna, *foi* devidamente *identificada e representada* de forma *externa*.

Caberia nesse momento nos questionarmos: o que ganhamos continuando a assumir compromissos cognitivistas que se efetivam em práticas concretas que, uma vez orientadas por estes compromissos, conceituam (e agem com essa conceitualização) do ser humano como se este fosse uma máquina? Por que ainda continuamos tratando o ser humano como um autômato cujas estruturas cognitivas são como painéis de controle que precisam ser devidamente parametrizados para funcionar? Por que, mesmo tendo a psicologia do desenvolvimento humano e a pedagogia avançado tanto e continuar avançando nos últimos, continuamos olhando para professores e estudantes como *coisas* e não como *processos*, como ricas e complexas *sínteses de relações*? Quais as vantagens em tomar a prática educativa com esse caráter de reprodutibilidade e reparação, onde o “novo substitui o velho”, como se estivéssemos falando das peças velhas e enferrujadas que compõe o cabeçote de uma máquina e que precisam ser trocadas? Para responder (ou ao menos tentar responder) tais questões, não podemos nos furtar de, mais uma vez, considerar que tais compromissos organizados historicamente e que se concretizam em práticas não se dão em qualquer tempo histórico nem em qualquer tipo de modo de (re)produção da vida humana. Ainda, infelizmente, nos encontramos no momento histórico onde (mais uma) crise do capitalismo se faz presente e onde também, muito infelizmente, mesmo que o preço dessa crise seja altíssimo - o valor da vida humana - a constatação dessa crise está longe de ser um consenso e mais longe ainda de se configurar como motor suficiente para que coletivamente nos organizemos para a destruição do capitalismo.

Ainda que isso não signifique que não temos nos organizado, considerado inclusive que esta tese possa ser, na melhor das hipóteses, (mais) um movimento em direção à essa

organização, a sensação que fica é que ou ainda não estamos fazendo o bastante, ou o capitalismo possui modos de se reproduzir se infiltrando em todas as estruturas sociais, o que certamente (e muito propositalmente) inclui a educação. Educação essa, como já apontamos, que não pode ser apartada de uma análise de classe, onde se sabe que para os trabalhadores e seus filhos se configura com a precarização das escolas, das carreiras docentes e do currículo enquanto para a classe dominante - a burguesia - opera na direção de lhes fornecerem as melhores posições nas melhores carreiras, principalmente para que esta classe e todos seus descendentes continuem explorando a classe trabalhadora e seus descendentes até a destruição da Terra e a extinção da espécie humana. Ou seja, educação essa que serve para manter o *status quo*: enquanto o trabalhador é educado para continuar sendo explorado pagando com a própria vida, a burguesia é educada para explorar enquanto compra, pagando muito barato, a vida da classe trabalhadora.

Nesse sentido, é extremamente importante que entendamos que isso não significa que todos os pesquisadores filiados à perspectiva cognitivista defendem a manutenção do *status quo* e possuem, assumidamente, compromissos voltados para que o modo de produção da sociabilidade capitalista se perpetue. Muitos desses, inclusive nossos colegas de trabalho e pesquisa, querem a destruição do capitalismo tanto quanto nós. No entanto, não basta querer, mas é necessário que querendo, coletivamente nos organizemos para efetivamente conseguir concretizar tal destruição. É justamente nesse ponto que nossa conceitualização do Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo se constitui a partir da discussão sobre *compromissos*. Não se trata apenas daquilo que queremos, de forma idealizada, no abstrato, mas de efetivamente o que fazemos concretamente a partir daquilo que queremos, considerando que aquilo que somos, sabemos e fazemos não se dicotomiza. Dessa forma, não basta que entendamos que o capitalismo é aquilo que precisa ser superado, mas continuemos reforçando e assumindo compromissos que apenas servem para reforçar sua existência. Referenciais teórico-metodológicos, como explicitamos no primeiro capítulo, são sempre *ideo-metodológicos*, de modo que não significa que *aquilo* que viemos pesquisando e *como* viemos *pesquisando* nos últimos anos, tampouco que o que entendemos por desenvolvimento humano e aprendizagem nesses últimos anos - *apenas* porque vem sendo consensuado por uma grande parcela da nossa comunidade nesses últimos anos - precise durar para sempre ou então continuar durando nos nossos próximos (e últimos) anos até que a crise do capitalismo colapse de vez e nos destrua.

Assim, é necessário compreender que ao continuar assumindo esses compromissos cognitivistas, mesmo que intimamente não seja essa nossa intenção, estes se configuram na dinâmica de (re)produção da vida humana de tal forma que *necessariamente* contribuem para a perpetuação do *status quo* da sociabilidade capitalista. Ao mesmo tempo que isso não significa dizer que só vivemos ainda nessa sociabilidade porque o campo de pesquisa em Ensino de Física ainda não superou o ethos de adaptação e passividade dessa sociabilidade que nele se manifesta (e também nele se reproduz), se não assumirmos que precisamos começar de algum lugar - e que esse lugar pode ser a educação - tudo que estaremos fazendo é assistindo o fim, seja sentados nos assentos do camarote da classe executiva ou nos bancos da classe econômica. Se nós não temos condições de ir para outro planeta como querem alguns bilionários e suas legiões de fãs, é preciso entender que a salvação desse planeta não depende *somente* da educação, mas certamente não se efetivará sem ela.

Torna-se muito importante lembrar, por exemplo, que Freire nos indica que não é a educação que transforma o mundo, necessariamente, mas é ela (também) que transforma as pessoas e essas, apropriando-se dessas transformações de forma *esperançosa*, objetivam novas transformações que poderiam muito bem ser a constituição coletivamente organizada da destruição do modo de produção da sociabilidade capitalista, que se vale, dentre outras, do *desespero* como ferramenta de manutenção e perpetuação:

O desespero é uma espécie de silêncio, de recusa do mundo, de fuga. No entanto a desumanização que resulta da “ordem” injusta não deveria ser uma razão da perda da esperança, mas, ao contrário, uma razão de desejar ainda mais, e de procurar sem descanso, restaurar a humanidade esmagada pela injustiça (Freire, 2022, p. 114).

Ainda dentro do que seria nosso recorte dos enunciados que se estabilizam sobre cognitivismo, uma vez que expusemos os compromissos de *identificar*, *acessar* e *modificar* a “estrutura cognitiva”, alguns enunciados se estabilizam expressando o compromisso de nessa identificação, perceber “deficiências” e “falhas cognitivas” na estrutura dos aprendizes, sejam eles estudantes ou professores.

Analisaremos esses enunciados por meio da subcategoria *identificação de “deficiências/falhas” cognitivas*, que se expressam da seguinte forma:

Como se pode observar, muitos alunos podem estar “avançando” na grade curricular (aprovado nas disciplinas) com essas **deficiências**, ao nosso ver, de ordem cognitiva que

comprometem um domínio mais amplo do conhecimento científico (Farias, 1999, p. 395, grifos nossos).

Escolas públicas e privadas, graças à roda-vida de nossas graduações deformantes, continuam reproduzindo e clonando realidades neo-positivistas, onde o ser do homem desaparece e seus esquemas alternativos exilam-se em recônditos e obscuros becos da pseudo-cognição (Neves; Savi, 2000, p. 18).

Foi possível perceber que o que mais chama a atenção dos professores, quando se referem ao aluno, **são as suas deficiências cognitivas, que impedem a aprendizagem**. A falta de conhecimentos gerais do aluno da escola pública é motivo de preocupação dos professores de Física, especialmente a falta de base em Matemática. Eles mencionam também a deficiência dos alunos no que diz respeito à leitura e compreensão dos enunciados dos problemas e a dificuldade para solucioná-los (Rezende; Ostermann, 2005, p. 326, grifos nossos).

Ratifica-se a idéia de que a problematização é uma das formas de colocar a mediação em prática. **O professor é o agente que consegue descobrir as falhas cognitivas dos seus alunos e, para solucioná-las, promove questionamentos**. Ao mediar, o professor pode criar situações-problema, relacionando-as com o conhecimento prévio do aluno por meio de atividades de confrontação (Schein; Coelho, 2006, p. 89, grifos nossos).

O bom desenvolvimento das tarefas didáticas associadas ao modelo computacional dependerá diretamente da qualidade das perguntas formuladas. Quanto mais o aluno tiver que interagir (inteligentemente), avaliar e refletir para respondê-las, **respeitando seus limites cognitivos**, melhor. Como recomendação geral, questões que para serem respondidas exijam apenas a manipulação algébrica ou cálculo de valores numéricos devem ser evitadas (Araújo; Veit; Moreira, 2012, p. 352, grifos nossos).

Pensamos que ações de ensino por investigação poderão contribuir para isso, em especial, quando desenvolvidas sob a perspectiva de oferecer ajudas apropriadas para atender tanto os elementos relativos à demanda cognitiva dos estudantes quanto àqueles inerentes à sua dimensão motivacional/afetiva (Clement; Custódio; Alves-Filho, 2015, p. 123).

Entendemos que o preconceito oriundo dessas posições dogmáticas, desconsiderando a epistemologia de outros campos dos saberes humanos, também dificulta a aproximação entre a ciência e estudantes religiosos “fundamentalistas”. Temos argumentado que a humanização da ciência, por exemplo, **estudando episódios históricos, pode diminuir a dissonância cognitiva desses estudantes** para conteúdos científicos (Leal; Forato; Barcellos, 2016, p. 246, grifos nossos).

A EMNPB [Escala de Medida das Necessidades Psicológicas Básicas] poderá ser utilizada para o **diagnóstico das necessidades psicológicas básicas dos estudantes** em atividades didáticas nas aulas de física do Ensino Médio. Já este **diagnóstico** possibilitará elaborações e proposições de atividades didáticas que tendem a aumentar os níveis de motivação autônoma dos estudantes do Ensino Médio na disciplina de física (Clement; Carminatti; Freira, 2020, p. 119, grifos nossos).

Diante de novas informações, o indivíduo tenta primeiramente estabelecer uma assimilação destas informações aos seus esquemas de pensamentos prévios. **Caso a assimilação não ocorra, se estabelece uma falha nas estruturas lógico-conceituais pré-existente no indivíduo**. São então acionados mecanismos de equilíbrio. Buscando restabelecer o equilíbrio, necessariamente mais abrangente que o anterior, o indivíduo faz um novo esforço de assimilação das novas informações ou produz uma

De forma geral, analisando estes enunciados, percebemos que estes se pautam em (pelo menos) três premissas: (i) de uma separação entre “mente” e “comportamento”, de modo que problemas associados às representações e comportamentos são identificados nesse “reino externo” mas são atribuídos aos “problemas internos da mente”; (ii) de que essas “falhas/deficiências” impedem chegar à uma “aprendizagem completa” e que (iii) cabe ao professor lidar com essas “falhas/deficiências”, ora respeitando-as (enquanto “limites cognitivos”), ora modificando-as por meio de sua prática. Como nos parece que todas essas três são, ainda que dialeticamente interconectadas e interdependentes, subsumidas à mesma dicotomia “mente” *versus* “corpo”, iremos tecer nossas análises com base na crítica dessa dicotomia.

Stetsenko (2016) faz contribuições para a conceitualização da mente de uma forma que busque superar os dualismos tradicionais entre “mente” e “corpo”, discutindo as insustentabilidades de compreender a mente como parte de um suposto “reino mental” - muito similar à crítica que aqui estamos fazendo em relação à “estrutura cognitiva”⁸⁹. Nestas contribuições, a autora defende que a mente, assim como tudo aquilo que se refere aos seres humanos, é formada no mesmo “tecido”: as atividades humanas colaborativas e intencionais. Essa é uma interpretação que é radicalmente diferente (do ponto de vista axio-onto-epistemológico) de todas as interpretações cognitivistas, reificadoras e dualistas que estamos discutindo até aqui, uma vez que se entende que “o desenvolvimento da mente é conceituado como a transformação gradual de atividades socialmente compartilhadas, culturalmente mediadas, totalmente incorporadas e contextualmente situadas em processos psicológicos” (Stetsenko, 2016, p. 266, tradução nossa). Nesse sentido, a autora defende que a conceitualização da mente nessa perspectiva cognitivista, com a interpretação deste suposto reino mental onde o cérebro é reduzido apenas às funções nervosas coordenadas, é um *mito* que deve ser rejeitado, principalmente porque se configura “exatamente alinhado com o ethos da adaptação e sua celebração do status quo que é considerado imutável e invencível” (ibid., p. 267, tradução nossa).

⁸⁹ “Ou seja, se a realidade é concebida como sendo realizada e co-criada por pessoas, agindo juntas em comunidades, então não há necessidade de postular um reino mental especializado e separado que retrate (ou reflita) a realidade e forneça representações através das quais o mundo pode ser acessado” (Stetsenko, 2016, p. 269, tradução nossa).

Baseados nisso, vamos discutir como essa perspectiva de identificar as “falhas/deficiências cognitivas” e corrigi-las é mais um conjunto de compromissos da perspectiva cognitivista que reforça o status quo. Especialmente no presente momento histórico, onde somos assolados por uma onda de “coaches” e outros tipos de charlatões picaretas que inundam as redes sociais dizendo que as pessoas precisam “mudar seu *mindset*” e “trabalhar mais do que 8 horas diárias”⁹⁰ porque isso fabrica uma “mentalidade de sucesso” e sabendo ainda que existem pesquisas recentes mostrando que essa onda faz parte do amplo movimento neoliberal e que se intensificou principalmente com a pandemia de COVID-19 (Covaleski; Freitas, 2024), nos parece extremamente importante fazer essa discussão.

A ideia de que exista um “reino mental” isolado onde o cérebro é o protagonista e, portanto, capaz de ser devidamente “programado” e uma vez que assim é, pode operar com as transformações na vida dos seres humanos, parte da premissa de que a mente serve apenas para descrever ou refletir a realidade. Essa ideia se vale da descrição da estrutura da mente (ou “estrutura cognitiva”) ora como uma máquina de armazenamento de informações, ora como painel interno de imagens refletidas do mundo externo. Ao invés disso, Stetsenko (2016, p. 269, tradução nossa) defende que a mente deve ser compreendida “como parte integrante dos indivíduos que realizam ativamente seu mundo”, desafiando a dicotomia de que os seres humanos *se relacionam* com a realidade (o que ainda é posicionado como uma ontologia relacional) em direção à perspectiva de que estes *transformam* a realidade - o que inclui dialeticamente sua própria transformação “por meio de ações que contribuem para práticas colaborativas compartilhadas e fazem a diferença nelas” (ibid.).

Nesse sentido, a defesa da perspectiva cognitivista de que exista essa “estrutura cognitiva” que apresenta “falhas/deficiências” é a defesa por uma concepção de realidade que existe em si mesma e que pode apenas ser “refletida” e “armazenada” dentro dessa estrutura, mas jamais transformada. Justamente por isso, quando são identificadas as tais “falhas/deficiências” cognitivas, elas são assim encaradas por se distanciarem daquilo que os especialistas entendem como sendo a “verdadeira imagem” da realidade e, portanto, precisam ser “substituídas”, pois se configuram como imagens *deformadas* dessa realidade. Em nenhum momento se discute a

⁹⁰ Que retroalimenta (e é retroalimentada) com a atual resistência do congresso nacional em aprovar as mudanças trabalhistas necessárias, abolindo a famigerada “escala 6x1”, expressa em falas como feitas pelo “pastor deputado” Marco Feliciano, por exemplo, que afirma que o trabalhador brasileiro deveria entender que, em países como Canadá e Estados Unidos, é necessário trabalhar até a exaustão se quiser prosperar.

possibilidade de considerar que a realidade cuja qual se acredita estar sendo *deformada* possa ser transformada. Ao invés disso, o que precisa ser modificado é a estrutura de maquinário da mente que (supostamente) está mal parametrizada e não está conseguindo montar o painel de imagens considerado adequado, tampouco está conseguindo representar externamente esse painel.

É precisamente nessa perspectiva que charlatões como “coaches” e outras (aparentemente) infundáveis formas de picaretagem no presente momento histórico oferecem soluções para que as pessoas possam mudar a sua “estrutura cognitiva”. Justamente para domesticar cada vez mais a agência que os seres humanos possuem, ontologicamente - como *vocação histórica de ser mais* - é que tais charlatões ensinam que o que precisa ser modificado é a mente, uma vez que a realidade da sociabilidade capitalista não precisa ser mudada; primeiro porque ela é perfeita e funciona muito bem oportunizando liberdade a todos, basta que cada um se “esforce bastante” (mito da meritocracia neoliberal) e, em segundo, porque ela é assim, sempre foi assim, e sempre vai ser (imutabilidade do status quo).

Esse cenário seria, talvez, um pouco menos preocupante se esses charlatões fossem apenas um fenômeno efêmero das redes sociais que iriam tornar-se obsoletos com a mesma velocidade que se tornam as *trends* e *threads*. No entanto, o maior problema é que este não se trata de um “fenômeno isolado da internet”. Primeiro porque fenômenos não são efêmeros, mas sim sistemas de atividades amplos e interconectados⁹¹, com uma série de compromissos assumidos com a perspectiva de perpetuação do status quo da sociabilidade capitalista. Segundo porque não existe nada que seja isolado, como se as redes sociais não fizessem parte da ampla malha de relações sociais (atividades) de contínua transformação e realização da realidade. Além disso, não menos importante, mesmo antes da emergência desse tipo de charlatanismo nas redes sociais, como expusemos até aqui, no próprio campo da educação, temos filiações a esses compromissos cognitivistas. Mesmo participando de atividades completamente diferentes, compartilham compromissos muito similares, no que diz respeito à manutenção do status quo, como já apontamos.

Desta forma, sabendo que essa separação entre o “mundo real” e o “mundo das redes sociais” pode ser extremamente perigosa⁹², é importante destacar que da mesma forma que

⁹¹ Facilmente podemos atestar a conexão desses *coaches* com políticos da extrema direita e a chamada “bancada evangélica” no Brasil, associada com o que ficou conhecido como a “teologia da prosperidade”, por exemplo.

⁹² Qualquer resistência em concordar com isso pode ser facilmente confrontada com o fato de que Jair Messias Bolsonaro começou como um “fenômeno de TV”, escalonando para um “fenômeno das redes sociais” e, em

buscamos lutar contra o crescimento desse tipo de charlatanismo nas redes sociais, é necessário lutar contra a perpetuação de compromissos cognitivistas na pesquisa em Ensino de Física e no amplo campo da educação, de forma geral. Mesmo que não queiramos alcunhar aqueles pesquisadores que se filiam a estes compromissos como charlatões, o que não é o caso, é necessário entender que mesmo que sejam atividades completamente diferentes, os compromissos assumidos com essa interpretação dicotômica entre “mente” e “realidade” contribuem (de muitas formas) para a mesma lógica de perpetuação do capitalismo.

As análises dos enunciados sobre os compromissos cognitivistas que realizamos até aqui expressam os principais compromissos em relação à *identificar*, *acessar* e *modificar* a estrutura cognitiva, de modo que estas “falhas/deficiências” possam ser resolvidas. A partir disso, outros enunciados se estabilizam expressando compromissos que envolvem as formas pelas quais essas “falhas/deficiências” seriam resolvidas com eficiência, o que envolve questões sobre o processo de *transmitir* os conhecimentos necessários para (supostamente) resolvê-las.

Portanto, na sequência iremos analisar os enunciados que, sejam estes seguindo as bases da perspectiva cognitivista mais explicitamente ou não, envolvem o compromisso de assumir que, uma vez que temos “falhas/deficiências”, a transmissão precisa ser feita corretamente - o que envolve buscar uma “imagem adequada” sobre ciência para ser “transmitida” a professores e estudantes.

Enquanto os enunciados mais especificamente sobre cognitivismo que discutimos nesta seção expressam os compromissos sobre como o campo de pesquisa em Ensino de Física, até o presente momento histórico, compreende o que é a cognição humana e como as pessoas *aprendem*, na próxima seção discutiremos enunciados que expressam compromissos sobre como as pessoas *ensinam*.

Nesse sentido, a partir daqui, os enunciados mais específicos sobre as relações entre HFC, NdC e ensino vão ser apresentados e analisados, o que não significa que os enunciados apresentados até aqui não estejam conectados com estas relações, apenas que os próximos, ao se estabilizarem, expressam mais compromissos associados à *transmissão*, seja de uma “imagem” ou de “conteúdos” *sobre* ciência.

pouquíssimo tempo, infelizmente, se tornou o 38º presidente do Brasil e responsável, dentre vários outros crimes, pelo genocídio de mais de 700 mil pessoas durante a pandemia de COVID-19.

3.3.2 Enunciados estabilizados: *transmissividade*.

Como discutimos anteriormente, o *Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo* se expressa como totalidade bem nos moldes daquilo que Freire (2022) chamou de “educação bancária”. No entanto, são nos enunciados que expressam compromissos de *transmissividade* que essa perspectiva bancária de educação fica mais explícita. A ideia de que um conjunto de especialistas detêm todas as objetivações humanas necessárias para formar “cidadãos críticos” e “cientificamente alfabetizados” por meio da “moderna filosofia da ciência” para que daí então, após terem *recebido* essas objetivações por meio da *transmissão*, estarão aptos (e, em certa medida, *adaptados*) para o futuro, é a premissa base dos compromissos *transmissivos* que discutiremos nesta seção.

Ou seja, os compromissos de explicitar a busca por uma imagem adequada emergem da necessidade de proteger essa imagem de qualquer imaculação; se bem construída e mantida sua forma, basta ser entregue àqueles que deverão transmiti-la. Ainda que essa discussão sobre uma imagem não-deformada sobre ciência parece nos remeter apenas ao texto de Gil-Pérez *et al.* (2001), como veremos, esses compromissos são expressos ainda atualmente.

Esses compromissos relacionados à *transmissividade* expressam como o campo de pesquisa em Ensino de Física, até o presente momento histórico, entende (e opera com esse entendimento) sobre como os seres humanos aprendem, por meio da transmissão daquilo que é considerado “mais adequado” ou então “menos distorcido”. No entanto, como veremos, os compromissos *transmissivos* não envolvem apenas a defesa pela manutenção dessa educação bancária em relação à necessidade de transmitir essas imagens mais adequadas *sobre* ciência, ou mesmo de transmitir conteúdos, mas no sentido que posiciona os professores como principais responsáveis por qualquer tipo de problema (ou “falha”) nesta transmissão. Nesse sentido, é como se aquilo que precisa ser transmitido estivesse pronto, produzido pelos especialistas no interior dos muros das universidades há muito tempo, de modo que se a transmissão não for eficaz, o problema é o professor que não se apropriou⁹³ da forma correta daquilo que deve ser transmitido.

⁹³ Como bem destaca Camillo (2015, p. 169) “uma educação libertadora que efetive o processo ontocriativo da práxis humana não pode fundar-se na concepção dos seres humanos como vazios, a quem o mundo deve encher de conteúdos”.

Mesmo que em muitas vezes defenda-se que são os materiais didáticos, ou então as mídias sociais que distorcem essa imagem adequada sobre a atividade científica, os compromissos de construir essa imagem não-deformada partem de uma defesa dos autores dos textos de que ela já existe e é informada pela HFC e NdC, ao mesmo tempo que apontam os culpados pela deformação: professores e estudantes. Construir essa imagem adequada é, nesses enunciados, expressa como o movimento de trazê-la (ou *importá-la*) das discussões sobre aspectos de HFC e NdC para *dentro* da prática educativa, mas não necessariamente de desenvolver essa imagem de maneira orgânica em relação com essa prática.

Nas nossas análises mais especificamente voltadas ao enfoque de pesquisa (perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências), aquilo que normalmente se considera o que deve ser transmitido é uma *imagem mais adequada* (ou “menos distorcida”) *sobre* ciência, o que envolve as discussões sobre HFC e NdC, especialmente em relação à filosofia da ciência/epistemologia. Esta é considerada mais adequada, como já apontamos, porque é construída pelos especialistas é entendida como necessária de ser transmitida porque os professores e estudantes não possuem concepções adequadas, sejam sobre a história da ciência ou sobre sua filosofia. Muitas vezes, como veremos, essa inadequação é tomada como “visões positivistas” *sobre* ciência ou então algumas das concepções inadequadas são associadas a concepções historicamente posicionadas em alguma escola de pensamento específico do passado⁹⁴, ambas sempre partindo da premissa de que exista *uma imagem* que é mais adequada para ser *transmitida* do que outras.

Nesse sentido, uma *imagem mais adequada* é considerada aquela que, se valendo de aspectos de NdC, melhor possa contribuir para a *inserção* e devida *transmissão* de HFC na prática educativa, num movimento similar ao que Garcia e Camillo (2021a) chamaram de *tendência consensualista*, como discutimos anteriormente.

Como discutimos, existem diversas críticas à visão consensual, em sua maioria em relação à disputa por outras novas abordagens que se diferenciem dela, mas até o momento, pouca atenção foi dada à existência dessa *tendência consensualista* (Garcia; Camillo, 2021a) que se manifesta tanto na visão consensual quanto na perspectiva da semelhança familiar e em outras, como as “características sobre ciência” de Matthews (2012) ou mesmo a “whole science” de

⁹⁴ Não raramente nos deparamos com trabalhos que, por exemplo, ao investigar as concepções de força de estudantes e professores traz como grande resultado o enquadramento destes estudantes e professores como “aristotélicos” ou “newtonianos”, como se estas concepções pudessem ser personificadas como uma *mimese* de outras “já identificadas na história”.

Allchin (2017) visto que todas elas apresentam essa necessidade de operar com uma lógica que busca no consenso uma forma de “proteger” as questões contraditórias e contenciosas que são a base do desenvolvimento das atividades humanas, sua própria fundação, o que certamente envolve a atividade científica.

Essa *tendência consensualista*, com sua exagerada ênfase no estabelecimento de consensos para proteger a imagem sobre ciência informada pela HFC e NdC, ao mesmo tempo que configura-se como tentativa de apagamento dos aspectos contenciosos e contraditórios sobre a atividade científica, pouco contribui para promover criticidade e a tão defendida “alfabetização científica” (Garcia; Camillo, 2021a). Nesse sentido, a lista de aspectos consensuais é problemática, mas é apenas uma (das muitas formas de) didatização da *tendência consensualista*, organizada pelos compromissos de *didatizar* e *prescrever*. Assim, faz-se necessário que prestemos mais atenção ao “conjunto de pressupostos que permitem a existência de tal lista e naquilo de contraditório que deixa de ser explicado debaixo do adjetivo *consensual* (Garcia; Camillo, 2021a, p. 229, itálicos no original).

O consenso de que precisa-se primeiro melhorar/corrigir as visões deformadas para depois serem inseridas na formação de professores e transmitidas aos estudantes permeia todas essas “novas” propostas para HFC e NdC. Além disso, esses compromissos sobre transmissividade que discutiremos aqui, se conectam também à perspectiva cognitivista que discutimos na seção anterior, onde professores e estudantes precisam adquirir os “subsunçores” para compreender a verdadeira imagem da atividade científica. Esse compromisso é presente de forma massiva em diversas outras perspectivas do campo de pesquisa em Ensino de Física, e retroalimenta o compromisso de *melhorar* para depois *transmitir*:

Nesta perspectiva, as apropriações dos indivíduos dentro do processo educacional não operam como se fosse um *software* a ser instalado em um computador, que, apesar de responder ao *software*, não tem sua maquinaria alterada, não têm sua essência alterada. Por outro lado, tais objetivações sintetizam as conquistas formadas ao longo da história e são o material que pode vir a formar a individualidade humana (Camillo, 2015, p. 198, itálicos no original).

A necessidade pela construção de uma *imagem adequada sobre* a atividade científica emerge, portanto, como uma necessidade apontada pelos “especialistas”, que são os pesquisadores (mais ou menos) envolvidos com a perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências, a partir de suas relações entre HFC, NdC e ensino. Assim, os compromissos em relação à essa

imagem, também expressam concepções reducionistas do ponto de vista da natureza dos problemas associados à uma imagem “distorcida” de ciências, demandando que o professor compreenda que “o domínio das teorias científicas não é mais condição suficiente para a atuação do professor de ensino de Ciências em geral; **é preciso também ter uma formação em disciplinas como a epistemologia** e outras afins” (Köhnlein; Peduzzi, 2005, p. 63, grifos nossos). Essa perspectiva reducionista não só contempla agora mais itens à formação de professores - que normalmente são indicados sem que se considere os contextos curriculares da educação superior em cada momento histórico, apenas indicando que o currículo deve passar por “reformas” - como reforça a culpabilização dos professores⁹⁵, acusados de *deformar* a imagem *sobre* ciência por desconhecerem o que supostamente seria a fonte verdadeira para o seu entendimento: a dimensão epistemológica. Tais concepções são reducionistas por reduzirem a totalidade desses problemas apenas à dimensão epistemológica, como se bastasse que os professores aprendessem mais sobre epistemologia que estes produziram menos deformações:

Da mesma forma, de nada adianta dispor de estratégias para introduzir na disciplina a temática levantada **se o professor não tiver uma formação epistemológica adequada**. A mudança, tão necessária, certamente passa pela atualização dos currículos dos cursos de formação de professores. Já para aquele em exercício restam os cursos de aperfeiçoamento, a leitura de periódicos, a participação em encontros científicos e os livros. Contudo, **um envolvimento apenas superficial do professor** com uma **visão mais adequada da natureza da ciência** não é garantia de **assimilação** e muito menos de que ele venha a organizar as suas atividades de uma forma diferente da tradicional (Köhnlein; Peduzzi, 2005, p. 64, grifos nossos).

A disciplina de história e epistemologia da física e também as estratégias de ensino aqui descritas e utilizadas no seu desenvolvimento têm o objetivo de transformar essa realidade, propiciando a **apresentação explícita, aos futuros professores de física**, das novas visões da natureza da ciência (que nós chamamos de epistemologias do século XX) para que eles possam identificar as suas **matrizes epistemológicas** (e pedagógicas) e **analisar o grau de consciência das mesmas**, ajudando-os a tornarem-se profissionais mais reflexivos (Moreira, et al, 2007, p. 129, grifos nossos).

Para além dos conteúdos presentes em diversos níveis de ensino, uma compreensão mais profunda de como a ciência funciona, como o conhecimento científico é produzido, validado e comunicado, assim como a própria natureza desse conhecimento, **no que se refere às suas particularidades epistemológicas**, tem sido vista como algo a ser buscado e com valor para a educação científica. Trata-se de um conteúdo *metacientífico* (Martins, 2015, p. 704, *itálicos no original*, grifos nossos).

⁹⁵ Muitas vezes, esses enunciados são acompanhados de diversas sugestões postíças para a solução desse problema, como a importância dos professores já em exercício participarem de formações continuadas, eventos científicos e que acessem e leiam os números novos dos periódicos do Ensino de Física. Essas indicações acabam sendo postíças pois apenas prescrevem, sem considerar (e muitas vezes sem conhecer) a realidade dos professores em exercício nas escolas de educação básica, que conta com uma rotina extremamente insalubre, com uma carga horária exorbitante e muitas vezes distribuída em várias escolas diferentes.

Percebe-se, portanto, que os compromissos em relação à *imagem mais adequada sobre ciência*, encontram, no argumento de autoridade, uma de suas bases, uma vez que se entende que são os especialistas que detêm essa imagem adequada *sobre* ciência. Não temos problema algum em considerar que especialistas em determinado assunto se reconheçam como autoridades nele, uma vez que tal reconhecimento é parte da dinâmica de poder e de funcionamento da atividade científica. No entanto, se essa autoridade é tomada como a *única* possibilidade de responder “o que é ciência afinal?”⁹⁶, e junto com esse monismo se apontam aqueles que se distanciam desta única possibilidade como os responsáveis pelo “fracasso do ensino de Física”, a autoridade torna-se autoritarismo e o que deveria ser conhecimento científico muito se assemelha com um conjunto de dogmas a serem seguidos sem questionamento, tal qual se fazem em atividades religiosas, por exemplo.

Ainda antes de iniciar a apresentação dos enunciados sobre transmissividade que analisamos, discutiremos um exemplo de construção dessa autoridade que flerta (e muito) com esses elementos dogmáticos, que é explicitada no texto de Martins (2001), intitulado “Como não escrever sobre história da Física - um manifesto historiográfico”, onde o autor discute quem, na visão dele, pode escrever sobre história da ciência. Martins (2001, p. 113) argumenta que “[a]ssinar um projeto de engenharia sem ser engenheiro ou praticar a medicina sem ser médico pode dar cadeia” mas no caso de HFC, aparentemente é diferente, uma vez que “historiadores da ciência, no entanto, não formam uma profissão reconhecida, por isso qualquer pessoa pode escrever sobre história da física” (ibid.). Ainda que o argumento faça sentido, é quase paradoxal que o autor não perceba que essa afirmação contradiz seu próprio argumento. Se o argumento é que qualquer um pode escrever sobre história da ciência porque essa não é, supostamente, uma “profissão”, por que isso se configura como justificativa suficiente para que Roberto Andrade de Martins, entendido como pesquisador de história da ciência, se esta não é uma profissão, tenha autoridade suficiente para dizer quem pode ou não escrever sobre história da ciência? Além disso, se esta não é uma profissão e então seguindo seu próprio argumento, Martins não é historiador da ciência, com que autoridade - senão *autoritária* - ele indica ao longo dos anos, como se segue, os (supostos) usos adequados de história da ciência para professores (estes sim, uma *profissão*)?:

⁹⁶ Parafraseando o livro de Chalmers (1993), com mais de duas mil citações segundo o *Google Scholar*, que até hoje é amplamente utilizado no campo de pesquisa em Ensino de Física, seja em citações de artigos ou ementas de disciplinas nos cursos de graduação e pós-graduação.

O estudo histórico poderia permitir aos professores, portanto, compreender melhor o assunto, entender as dúvidas de seus alunos, respeitar as dificuldades do assunto e tentar abordar o problema com cuidado (Martins, 1988, p. 56).

As principais dificuldades de Galileo estão associadas a movimentos de rotação. A análise das falhas que ele cometeu são muito instrutivas, sob o ponto de vista educacional. Elas nos mostram que mesmo uma pessoa altamente capaz pode se confundir com uma parte da mecânica que hoje nos parece tão banal. Essas dificuldades permitem ilustrar pontos conceituais delicados, que podem confundir não apenas estudantes como até professores da atualidade (Martins, 1994, p. 197).

É preciso não confundir aquilo que aceitamos atualmente, baseados no modelo geocêntrico (o período do movimento orbital de Mercúrio em torno do Sol) com aquilo que um observador situado na Terra pode medir. **O tipo de confusão exemplificado é bastante comum em professores e alunos:** trata-se de uma dificuldade em distinguir os fenômenos da explicação, e também de confundir as teorias atuais com fatos (Martins, 1998, p. 295, grifos nossos).

Minha experiência com estudantes de graduação e de pós-graduação **mostra** que expô-los a uma descrição detalhada deste episódio (ou de outros semelhantes) produz um profundo impacto, ajudando a **romper com a visão ingênua** que se costuma ter sobre as “descobertas” e sobre a natureza do trabalho experimental. A História da Ciência pode assim contribuir para que os estudantes possam desenvolver **uma visão mais adequada** da própria natureza do trabalho científico (Martins, 2004, p. 512-513, grifos nossos).

Salientamos ainda que, se a evolução da Ciência não se conquista de maneira simples e linear, **tampouco é fácil conhecer a História da Ciência.** O longo tempo e a diversidade de tarefas despendidas nessa pesquisa mostram que **é ilusório acreditar que os professores, de forma geral, estão capacitados para levar a História da Ciência à sala de aula** (Dias; Martins, 2004, p. 528, grifos nossos).

O episódio da queda da maçã, que teria desencadeado os estudos de Newton sobre a gravitação, **aparece com grande frequência no ensino. A anedota da maçã é relatada por quase todos os professores de física** e foi incorporada à cultura científica contemporânea. Ela aparece em grande número de textos didáticos ou de divulgação científica (Martins, 2006b, p. 167, grifos nossos).

Seria excelente se existissem professores-pesquisadores de história das ciências, com ótima formação, em todas as universidades, ministrando disciplinas em todos os cursos de nível superior (não apenas as licenciaturas) propiciando, **por efeito multiplicador**, a difusão de uma **visão adequada sobre a história das ciências.** É importante enfatizar um ponto: estamos falando sobre professores-pesquisadores, ou seja, pessoas capazes de fazer pesquisa **(em nível internacional)** sobre história da ciência e não **professores improvisados** de história da ciência. Infelizmente, poucos brasileiros foram para o exterior em busca de uma formação na área e há poucas pós-graduações no Brasil dedicadas à história das ciências. A situação tende a mudar, em um futuro próximo, mas por enquanto o número de professores-pesquisadores na área de história das ciências, em nossas universidades, **ainda é muito pequeno.** Há, sim, um certo número de pessoas que dão aulas de história da ciência **sem ter uma formação adequada** e que, por isso, podem nem saber distinguir um bom livro de um péssimo livro de história da ciência – e que podem, por esse motivo, **transmitir uma visão totalmente equivocada da história da ciência**, como será explicado mais adiante (Martins, 2006a, p. XXVII, grifos nossos).

Cabe destacar ainda que, nestas citações acima, *nenhum* estudo empírico das concepções de professores e estudantes brasileiros foi realizado - ou se foi, nesses textos não foram citados no momento que estas afirmações foram feitas, acompanhando-as como fundamentação - para que Martins pudesse fazer tais afirmações. Muitas vezes, como é o caso desse texto de 2006 sobre a “anedota da maçã”, o autor se baseia em manuais didáticos estrangeiros e outros tipos de referências, mas analisar a realidade brasileira para embasar essa culpabilização docente é extremamente raro. Diante disso, nos resta apenas duas conclusões: (i) ou a fonte de todas estas afirmações é sua ampla experiência como docente universitário e pesquisador de história da ciência acumulada ao longo dos anos; (ii) ou então é uma concepção *autoritária* de quem pode ou não produzir determinado tipo de conhecimento.

Diante disto, considerando que essas citações de Martins nos servem como exemplo para introduzir a discussão sobre *transmissividade*, por meio da subcategoria *transmissão de uma imagem de ciência e/ou epistemologia*, analisaremos os enunciados que expressam os compromissos de: (i) *melhorar* (ou *adequar*) uma imagem *sobre* ciência para depois que esta estiver pronta - e for consensual entre os especialistas - realizar a tarefa de (ii) *transmiti-la*, seja por meio do uso de materiais que a contenham ou na prática educativa com professores e estudantes. Ambos os compromissos se completam (e muitas vezes se confundem) sendo estas expressão de uma perspectiva *transmissiva*, pois enquanto (i) se expressa estabilizando que essa melhora é feita transmitindo aspectos de HFC e NdC, (ii) se expressa estabilizando que, ao transmitir essa imagem melhorada, estaríamos necessariamente protegendo-a (evitando distorções) e formando melhor nossos professores e estudantes.

Os enunciados que expressam o compromisso de *melhorar* (ou *adequar*) uma imagem *sobre* ciência, estabilizam-se em torno da ideia de que ter conhecimento sobre HFC e NdC - especialmente sobre epistemologia - promoverá, por si só, essa melhora. A ideia é de que quando se tem essa formação envolvendo HFC e NdC, a imagem transmitida é adequada, ao passo que quando a transmissão é de uma imagem inadequada é preciso “mais HFC e NdC”:

Ao introduzirmos atividades experimentais no ensino de Física devemos explicitar as relações entre os aspectos racional (da teoria) e empírico (do experimento) **evitando transmitir subjetivamente uma falsa idéia** da epistemologia da Física (Pinto; Zanetic, 1999, p. 19, grifos nossos).

A linguagem, especialmente a linguagem científica e a matemática, precisa ser dominada e, no final do processo, **transmitida**. Paradoxalmente, os construtivistas sociais querem

abraçar a dimensão histórico-cultural da cognição ao mesmo tempo em que se apegam à tese de que o conhecimento não pode ser transmitido. Mas, se normas e conceitos culturais não podem ser transmitidos, **como eles se tornam parte da constituição cognitiva** do indivíduo? (Matthews, 2000, p. 276, grifos nossos).

Faria sentido pensar que, tendo nós uma formação científica (Biologia, Física, Química, Geologia, ...) e sendo nós professores de ciências, **deveríamos ter adquirido** – e, portanto, **estariamos em situação de transmitir** – uma **imagem adequada** do que é a construção do conhecimento científico (Gil-Pérez *et al.*, 2001, p. 125, grifos nossos).

Questionar a visão exclusivamente empírico-indutivista da ciência, discutindo os aspectos selecionados da história da ciência implica riscos potenciais, como o relativismo já mencionado. De um modo mais específico, **decidir por criticar uma visão exclusivamente empírica da ciência** pode tornar-se um dilema, **arriscando transmitir** uma enganosa *desvalorização do papel da experimentação* na ciência (Forato; Pietrocola; Martins, 2011, p. 52, *itálicos no original e grifos nossos*).

Infelizmente, os professores de ciências, herdeiros das concepções cartesianas e positivistas e fortemente marcados por elas, **ainda hoje não se comprometem verdadeiramente com o estudo crítico dos processos históricos** que compuseram e estruturaram os conceitos e as teorias de sua ciência. Quando tal estudo é desconsiderado, não se capacitam para elaborar uma crítica adequada ao saber científico, **do próprio saber, do saber que lhes foi transmitido e que transmitem**. Dessa maneira, acabam apenas **retransmitindo resultados da ciência**, que difere do ensino científico. Repetem um conhecimento descontextualizado, fragmentado e dogmático de uma ciência distanciada da história da vida (Trindade, 2011, p. 259, grifos nossos).

Para os jovens não é possível nem desejável apenas mostrar a complexidade e riqueza de detalhes presentes em qualquer episódio histórico analisado com um olhar profundo. É essencial que sejam feitas simplificações e uma busca por maior compreensibilidade. Portanto, nessa tensão entre simplificação e complexificação, há sempre o risco de exageros para qualquer um dos dois lados, tanto através da construção de uma atividade muito pobre, **com distorções históricas graves, que inevitavelmente causam muitos danos ao transmitir visões ingênuas sobre a natureza da ciência**, quanto ao se construir uma sequência didática excessivamente complicada e específica, que não poderá ser compreendida nem pelos professores nem pelos alunos, e que também **causará danos indiretos** ao negligenciar outros objetivos de aprendizagem não relacionados à história da ciência (Bagdonas; Zanetic; Gurgel, 2014, p. 254, grifos nossos).

É preciso, assim, um esforço de tornar a **incorporação da natureza da Ciência** como um projeto amplo e articulado tanto na formação de professores – **que precisam ter uma visão mais adequada de Ciência** – quanto de alunos, cujas **concepções distorcidas e simplistas** precisam ser trabalhadas, problematizadas e superadas (Moura, 2014, p. 44, grifos nossos).

Utilizar a HC [História da Ciência] no ensino de ciências, em especial no EF [Ensino de Física], não é uma tarefa simples, exige o uso de conhecimentos de diferentes áreas a fim de **evitar transmitir concepções erradas sobre a Ciência** (Silva; Teixeira; Penido, 2018, p. 796, grifos nossos).

Como consequência, embora a função da disciplina hoje não seja mais conferir o grau de verdade a um domínio, como ocorria no século XVIII, ela acaba produzindo uma concepção de real que é desenvolvida e transmitida **na** disciplina a cidadãos, cientistas e/ou futuros professores (Videira; Francisquini, 2018, p. 87, *itálicos e grifos no original*).

na aprendizagem significativa há uma incorporação de conhecimentos à estrutura cognitiva de forma substantiva, não arbitrária, com significado, com compreensão, com capacidades de explicação, descrição e **transferência** desses conhecimentos, inclusive a situações novas (Moreira, 2021, p. 3, grifos nossos).

Os enunciados que expressam o compromisso de *transmitir* essa imagem melhorada (ou mais *adequada*, ou menos *distorcida*), estabilizam-se em torno da ideia de que essa transmissão garante uma melhor aprendizagem e que a tarefa de transmitir compete ao professor. Essa tarefa lhe é designada partindo do pressuposto que ele sempre transmite uma imagem inadequada/distorcida *sobre* ciência, mas que essa imagem for antes melhorada, ele continuará exercendo sua tarefa de transmissor, mas dessa vez daquilo que os especialistas consideram correto:

Poder-se-ia argumentar que essa dissonância [nas concepções sobre ciências dos estudantes] não é importante, pois não impediu os docentes de desempenharem a tarefa de **transmissores de conhecimentos científicos** (uma das funções sociais que lhes foi “encomendada”) (Gil-Pérez *et al.*, 2001, p. 126, grifos nossos).

Um conhecimento histórico sobre o trabalho experimental desenvolvido por Faraday e que o levou à descoberta da indução eletromagnética pode **transmitir aos estudantes uma concepção mais adequada** do processo de desenvolvimento da Ciência (Dias; Martins, 2004, p. 517, grifos nossos).

É muito comum encontrar entre alunos e professores de física, de todos os níveis, **uma visão empirista da Ciência**, segundo a qual o cientista faz observações, de forma neutra e isenta de teorias, e depois chega a hipóteses baseado em suas observações. No entanto, **o estudo cuidadoso da História da Ciência** mostra que não é esse o procedimento do pesquisador. Ao contrário da **visão simplista que costuma ser transmitida pelos professores**, há atualmente um consenso entre filósofos e historiadores da ciência sobre alguns pontos básicos a respeito da natureza da Ciência, que podem e devem ser **transmitidos** aos estudantes (Martins, 2004, p. 501, grifos nossos).

O exame das respostas indicou, novamente, que alguns estudantes [de licenciatura] tinham a preocupação de ensinar a seus alunos as diferentes visões epistemológicas. O professor esclareceu que, não necessariamente os alunos, mas sim os professores precisam conhecer tais visões e tornar claras em suas mentes suas próprias visões a fim de não **transmitirem uma idéia distorcida da ciência** aos seus alunos (Massoni; Moreira, 2007, p. 47, grifos nossos).

Os alunos têm um primeiro contato com os elementos relevantes da época no momento de investigação, em um exercício de selecionar e organizar informações relevantes, percebendo ao longo do processo o que é mais importante para o aprendizado de cada um. Um risco desta etapa é que seja **transmitida uma visão pobre de história da ciência** aos alunos, que poderia ser reduzida a um amontoado de nomes e fatos (Bagdonas; Zanetic; Gurgel, 2014, p. 255-256, grifos nossos).

A preocupação com uma educação científica voltada à NdC se torna um elemento fundamental quando se verifica que **imagens sobre a ciência são transmitidas pelas práticas educacionais mesmo quando os professores não planejam isso**. Em outras

palavras, mesmo quando estamos ensinando ciências, e não sobre ela, carregamos em nosso discurso uma visão sobre o que é o empreendimento científico. Esse **discurso inconsciente** pode ter como base filosófica concepções que são muito diferentes das que se busca desenvolver nas escolas e que podem ser consideradas prejudiciais à formação dos alunos (Cardoso *et al.*, 2015, p. 229-230, grifos nossos).

No entanto, defendemos que, independente [*sic*] das modificações que o professor venha a realizar, é importante que ele sempre reflita sobre a **visão de ciência que está sendo transmitida aos alunos** e que ele se questione sobre o porquê ele está ensinando física. A busca incessante por essa resposta permitirá que ele encontre possibilidades mais adequadas para que seus alunos se tornem mais informados e críticos acerca da ciência e de todo o seu processo de construção (Reis; Reis, 2016, p. 775, grifos nossos).

Também é destacado que o entendimento público da ciência, sobretudo da Física Quântica, torna o papel do professor uma tarefa complicada, sobre a qual é necessário lançar um olhar mais cuidadoso, para que se **transmita uma visão correta da ciência** (Hoernig; Massoni; Hadjimichef, 2021, p. 5-6, grifos nossos).

Esses compromissos se expressam, em alguns enunciados, também como a forma específica de transmissão não apenas dessa *imagem* mas também de “conteúdos”, “conceitos” e “saberes”. Muitas vezes se entende que essa *imagem* é um “conteúdo/saber a ser ensinado” ou que ela faz parte de um conjunto de “conceitos de NdC e HFC”. Estes enunciados, portanto, poderiam ser apresentados nessa mesma subcategoria *transmissão de uma imagem de ciência e/ou epistemologia*, mas como alguns, com o mesmo compromisso transmissivo, se referem além dessa discussão sobre imagem mais ao que se entende por “conteúdos específicos da Física”, optamos por apresentá-los e discuti-los com outra subcategoria⁹⁷, que intitulamos de *transmissão de conteúdo/conceito/saber*. Com essa subcategoria, poderemos analisar nuances nesse compromissos transmissivos, que dialogam, em certa medida, com a subcategoria da *imagem* que apontamos acima:

Dado o caráter violador do senso comum intrínseco à Relatividade Restrita, tais tarefas são inevitáveis ao professor. Omiti-las, simplesmente, é **transmitir erroneamente o conteúdo**, reforçando não somente as concepções espontâneas que o aluno evoca da simples leitura do texto, mas também todas aquelas advindas do uso e abuso de temas da Relatividade Restrita na literatura não-científica, no cinema e na televisão, correndo o sério risco de transformar educação científica em ficção científica (Ostermann; Ricci, 2002, p. 188, grifos nossos).

A instituição e o sistema escolar, independente de seu grau de ensino, cumprem o papel primordial de transmissão da cultura e do saber estabelecido (Alves-Filho, 2000, p. 176).

⁹⁷ Cabe salientar que utilizamos essa subcategoria apenas para não perder essa nuance em relação à transmissão de “conteúdos”, “conceitos” e “saberes”. Nuance essa que se conecta com a discussão que fizemos na seção anterior sobre a necessidade de compreender a formação de conceitos numa perspectiva da complexificação e não do “depósito na estrutura cognitiva dos estudantes”. Notamos que essa subcategoria não possui muitos enunciados estabilizados, em comparação com as outras, mas ainda assim, acreditamos que essa nuance precisa ser explicitada.

Segundo essa teoria [Transposição Didática], um conceito ao ser transferido, transposto, de um contexto ao outro, passa por profundas modificações. Ao ser ensinado, todo conceito mantém semelhanças com a idéia originalmente presente em seu contexto da pesquisa, porém adquire outros significados próprios do ambiente escolar qual será alojado (Brockington; Pietrocola, 2005, p. 388).

é importante salientar que os alunos, na sua maioria, responderam corretamente às questões que abordam fatos científicos, o que sugere que **os conteúdos transmitidos** foram assimilados (Braga; Medina, 2010, p. 328, grifos nossos).

a modificação substancial de uma prática profissional raramente é conseguida com um curso em que se *transmitem*, simplesmente, as novas teorias – sejam os conteúdos específicos, sejam as metodologias a serem aplicadas na sala de aula (Pacca; Scarinci, 2010, p. 710, itálicos no original).

Passemos então para a análise desses compromissos, especialmente discutindo as ideias reificadoras que neles estão vinculadas. Tais compromissos, formam parte dos compromissos transmissivos que o campo de pesquisa em Ensino de Física assumiu, até o presente momento histórico, de modo que compreendê-los nos permite entender quais as *funções* vieram sendo atribuídas às relações entre HFC, NdC e ensino, especialmente na formação daquilo que viria a ser a perspectiva do ensino *em e sobre* ciências.

Uma ideia que fica evidente nos enunciados estabilizados é de que exista (pelo menos) *uma imagem adequada* sobre ciência. Essa ideia se apresenta (aparentemente) como uma perspectiva de “epistemologização”, no sentido que coloca primazia numa única epistemologia, ou num conjunto muito restrito de valores epistêmicos. Tais valores são tomados não como uma possibilidade ou uma interpretação dentre muitas, de forma plural, mas sim entendidos como *a verdade* ou então *a epistemologia da ciência*. Nessa perspectiva, tanto melhor será a aprendizagem em ciências quanto melhor (ou “mais adequado”) for o conjunto de valores epistêmicos (o famigerado “referencial epistemológico”) utilizado.

No entanto, entendemos que essa não se trata de uma primazia apenas pela epistemologia em si, mas uma primazia por um conjunto específico de valores epistêmicos, sendo esta primazia um exemplo de reificação axio-onto-epistemológica, no sentido que se considera possível que exista uma *verdadeira epistemologia*, que seria a representante mais fiel de *como* a ciência é produzida e comunicada⁹⁸. Mesmo que pareça que esta é uma reificação apenas da epistemologia

⁹⁸ Essa ideia aparece de várias formas, mas principalmente quando os trabalhos realizam suas discussões se pautando no que se considera a “moderna filosofia da ciência”, normalmente se referindo ao trabalho dos epistemólogos do século XX, como Popper, Lakatos, Kuhn, Bachelard e Feyerabend, por exemplo.

ou da axiologia⁹⁹, assumindo a interdependência que axiologia, ontologia e epistemologia possuem, como discutimos no primeiro capítulo, percebemos que este é um excelente exemplo para discutir essa interdependência, especialmente como essa concepção reificada (e reificadora) afeta todas essas dimensões, que não se desconectam, na perspectiva que estamos defendendo (ativista transformadora). Certamente, para tecer nossas análises, iremos na sequência separá-las, apenas a título de organização, buscando ainda que mesmo separando-as apenas para explicar, consigamos manter a interpretação destas dimensões enquanto *totalidade*.

Essa reificação, ao se pautar em um conjunto específico de valores epistêmicos reduzindo esse conjunto à única totalidade possível do que seria a axiologia, reifica a axiologia, de modo a parecer que existam valores que “cabem” e outros que não “cabem” à ciência. É como se a ciência praticada, por exemplo, no desenvolvimento de vacinas durante a pandemia de COVID-19 fosse a “verdadeira e boa ciência” ao passo que a ciência produzida no período da Alemanha Nazista fosse um retrato da “má ciência” ou ainda de uma “pseudociência”¹⁰⁰. É necessário superar essa discussão de juízo de valor entre a “verdadeira” e a “má ciência” e entender a ciência como outro sistema de atividade qualquer. Não como “qualquer sistema”, mas não porque ela não seja, genericamente, como qualquer outra atividade humana, mas sim porque como toda e qualquer atividade humana, possui uma estrutura que não se desconecta dos motivos e objetivos (*compromissos*) que historicamente seus agentes assumem e intencionalmente transformam a realidade na direção daquilo que assumem e do que deixam de assumir.

Essa reificação, ao explicitar que exista *uma imagem* de ciência que é *adequada*, reifica a ontologia, por fixar uma única essência que representaria todos os complexos sistemas de atividade em interação, amplos e multivocais, que se constituem como isso que nós chamamos de “atividade científica”. Além disso, ao fixar essa essência, explicita um caráter universalizante de

⁹⁹ Estamos entendendo que, até esse momento, já explicitamos a interdependência entre axiologia, ontologia e epistemologia com a discussão sobre *axio-onto-epistemologia* que viemos fazendo, sendo esta uma *totalidade em movimento*. No entanto, apenas a título de análise, estamos fazendo o destaque dessa reificação de axiologia no sentido que se fazem explícitos elementos que se associam mais aquilo que se discute como axiologia na dimensão do *problema-em-si* - no sentido daquilo que historicamente se considera como “valores epistêmicos”. Não estamos, em nenhum momento, separando axiologia do resto, apenas entendendo que existe uma dinâmica de apropriação/objetivação que, em certos momentos, deixará mais explícitas as dimensões axiológicas dessa totalidade.

¹⁰⁰ Essa perspectiva é aprofundada em alguns trabalhos desenvolvidos no *Grupo de Pesquisa em Educação em Ciência e Complexidade (ECCo)*, liderado pelo professor Cristiano Mattos da Universidade de São Paulo (USP). Um exemplo de trabalho que faz essa discussão pode ser conferido na tese de doutorado de um dos membros do grupo, Felipe Sanches Lopez (Lopez, 2024) e também no artigo de Lopez, Ortega e Mattos (2020).

ciência, como se ela fosse praticada igualmente em todos os lugares do mundo e, em certa medida, pudesse também ser ensinada igualmente, independente da dinâmica de (re)produção da vida nesses diferentes lugares. Com isso não estamos dizendo que não exista *nada* em comum com as formas com as quais a atividade científica se desenvolve em diferentes lugares. Não teríamos dúvida, por exemplo, que neste momento histórico, em nenhum lugar do mundo exista atividade científica - ou qualquer tipo de atividade - que esteja apartada do modo de produção capitalista, por exemplo. No entanto, olhar para a atividade científica como essa “coisa” chamada “ciência”, como se houvesse apenas *uma imagem* estática, consensuada¹⁰¹ e partilhada entre os especialistas, explicita uma concepção de ciência imaculada, fonte de toda iluminação humana e que, quando não se assemelha aos ideias iluministas do século XVIII - ou então à “mesma ciência praticada desde Galileu” - está sendo uma “distorção” ou “deformação” da *verdadeira ciência* que, neste caso, seria aquela praticada “desde sempre”. Ou seja, a ciência, enquanto coisa, é boa e serve para que vivamos num mundo melhor, sendo que qualquer uso dessa boa ciência no desenvolvimento de práticas ruins, é uma distorção.

Ao mesmo tempo, ao reificar o que vale ou não como ciência e portanto aquilo que ela é, reifica-se o que se considera que seriam as formas de aprender e ensinar essa ciência. Como entendemos conhecimento e como devemos ensinar esse conhecimento, uma epistemologia, também é reificada, no sentido que se defende que existem formas mais adequadas do que outras de se produzir, divulgar e aplicar o conhecimento científico. Assim, essa reificação é também uma reificação da epistemologia, explicitada na ideia de que exista *uma* “moderna filosofia da ciência”. Ainda que se considerem diferentes “referenciais epistemológicos”, todos eles precisam ser considerados como algo que seja contrário - ou que aponte a necessidade de superar - o também famigerado “positivismo lógico”. Esses referenciais epistemológicos precisam estar alinhados com a “moderna filosofia da ciência” - normalmente considerada aquela produzida por uma série de epistemólogos do século XX, após o “Círculo de Viena”, que reconheciam as insustentabilidades do positivismo. Ou seja, a ciência, enquanto forma verdadeira e segura de produzir, divulgar e aplicar o conhecimento, só pode ser aquela que, consensuada entre os especialistas - que por sua vez se basearam na “moderna filosofia da ciência” - apresenta-se e é transmitida como uma imagem “anti-positivista”.

¹⁰¹ Como argumentamos em Garcia e Camillo (2021a), mas sempre vale reforçar, isto também é expressão do que chamamos de *tendência consensualista*.

Na perspectiva ativista transformadora, essa concepção de *transmissão* é extremamente criticada. Stetsenko (2016), por exemplo, discute como essa perspectiva transmissiva de ensino-aprendizagem se conecta com os interesses de mercado, que ao mesmo tempo é o interesse em perpetuar o status quo:

É como se a expectativa fosse que os alunos pudessem ser **transformados em computadores** - máquinas controladas e extraordinariamente guiadas que, de alguma forma, processam informações e fatos neutros **transmitidos de maneiras desconectadas** e desprovidos de seus próprios interesses, objetivos, aspirações e esforços. Implementar essas **estratégias desumanizantes** na esperança de melhorar a educação para aumentar a produtividade do mercado e a eficiência da força de trabalho é totalmente fútil, *mesmo* em termos desses objetivos tecnológicos, instrumentalistas e orientados para o mercado (Stetsenko, 2016, p. 49, *itálicos no original, tradução e grifos nossos*).

Tais estratégias são tratadas como desumanizantes tanto por considerar o ser humano como essa máquina que por meio da transmissão pode armazenar informações, portanto tratando os estudantes como “menos humanos”, quanto por forçar uma domesticação que só servirá para melhor adaptá-los¹⁰² a um sistema que visa, acima de tudo, explorá-los continuamente.

Na perspectiva ativista transformadora, a educação “não é sobre transmitir e adquirir conhecimento pelo conhecimento, mas um projeto para fornecer condições e ferramentas para as pessoas se tornarem atores agentivos e co-criadores da sociedade, cultura e história” (Stetsenko, 2016, p. 249, tradução nossa). É nesse sentido que os conhecimentos de professores e estudantes não podem ser compreendidos como um conjunto de concepções “inadequadas” ou “deformações” mas como suas *formas de ser no mundo*, sendo que não se dicotimizam, nessa perspectiva, ser-saber-fazer (ibid.). Essas formas de ser no mundo podem e devem ser confrontadas e debatidas, tomando esse debate como movimento de complexificá-las coletivamente e de forma colaborativa, mas não entendidas como erros a serem corrigidos. Ao partirmos de pressupostos que entendem que essas concepções são erros, ou deformações de uma única verdadeira imagem de ciência, mesmo que esse não seja nosso principal objetivo, estamos nos comprometendo com a manutenção (e perpetuação) do status quo da sociabilidade capitalista que precisa que estejamos cada vez mais desumanizados para suportar cada vez mais diferentes formas (e intensidades) de explorações sem que nos organizemos coletivamente para a destruição do capitalismo:

¹⁰² Essa discussão sobre adaptação envolve tratar sobre *agência*, de modo que retomaremos essa discussão e a aprofundaremos na próxima seção, quando discutirmos os enunciados sobre “passividade”.

Daí que os opressores desenvolvam uma série de recursos através dos quais propõem à “ad-miração” das massas conquistadas e oprimidas um falso mundo. Um mundo de engodos que, alienando-as mais ainda, as mantenha passivas em face dele. Daí que, na ação da conquista, não seja possível apresentar o mundo como problema, mas, pelo contrário, como algo dado, como algo estático, a que os homens [*sic*] se devem ajustar (Freire, 2022, p. 187).

Assim, na perspectiva ativista transformadora, a educação é compreendida de forma diferente:

O objetivo da educação, a partir dessa posição, não é transmitir conhecimento, mas, sim, fornecer acesso a ferramentas culturais que facilitem aos alunos a tomada de *sua própria* postura ativista em relação ao mundo e seus conflitos - uma postura voltada para a criação de seus próprios futuros em uma sociedade que precisa ser criada, em vez de meramente reproduzida ou adaptada (Stetsenko, 2016, p. 346, *itálicos no original e tradução nossa*).

Essa necessidade de se criar uma única imagem adequada sobre ciência para ser transmitida na prática educativa explícita, portanto, um compromisso com o futuro já engendrado pelo capitalismo, que numa perspectiva ativista transformadora, deve ser contestado e combatido ao mesmo tempo que novos futuros que não esse precisam ser criados coletivamente agora, no presente.

Além disso, esses compromissos transmissivos, especialmente na dicotomia entre “boa” e “má” ciência que discutimos anteriormente, operam com uma separação entre “o que a ciência é” e “o que fazemos dela”. Defendemos que não existe, numa perspectiva axio-onto-epistemológica ativista transformadora, uma separação entre “*quanto*”, “*para quê*” e “*como*” a ciência *vale*, daquilo que a ciência “*é*” e “*faz*”, daquilo que “*fazemos*” ou “*deixamos de fazer*” com o que consideramos que a ciência é e o que ela faz.

Numa perspectiva similar, Freire (2022) discute que essa separação - que o autor chama de “sectarização” - se baseia numa falsa dicotomia entre objetividade *versus* subjetividade, de modo que, o encontro de subjetividade e objetividade se concretiza em um “conhecer solidário com o atuar e este com aquele. É exatamente esta **unidade dialética** que gera um atuar e um pensar certos na e sobre a realidade para transformá-la” (Freire, 2022, p. 35, grifos nossos). Assim, buscando diferenciar a perspectiva que está construindo sobre a *pedagogia do oprimido* da “falsa generosidade” do opressor, o autor discute que a “sectarização é sempre castradora, pelo fanatismo de que se nutre. A radicalização, pelo contrário, é sempre criadora, pela criticidade que

alimenta” (Freire, 2022, p. 34). Mesmo assim, com toda a falsa generosidade que muitas vezes se utiliza o opressor para manutenção do *status quo* onde pode continuar oprimindo, é “doloroso observar que nem sempre o sectarismo de direita provoque o seu contrário, isto é, a radicalização do revolucionário” (ibid.).

Mesmo que não queiramos ir por um caminho de acusar os pesquisadores compromissados com os compromissos transmissivos que aqui estamos criticando como “os opressores”, é inevitável que entendamos, principalmente enquanto uma dita “comunidade científica”, que ao continuar historicamente assumindo estes compromissos e não outros, estamos perpetuando o *sistema de opressão* que permita que continue existindo uma realidade que produz vítimas da ordem social vigente. Ou seja, uma realidade capitalista que perpetua que as formas de (re)produção da vida humana continuem sendo do mesmo modelo “opressores *versus* oprimidos” que Freire denuncia:

Distinguem-se, na medida em que o primeiro [o sectário de direita] pretende “domesticar” o presente para que o futuro, na melhor das hipóteses, repita o presente “domesticado”, enquanto o segundo [o sectário de esquerda] transforma o futuro em algo preestabelecido, uma espécie de fado, de sina ou de destino irremediáveis (Freire, 2022, p. 35).

Nesse sentido, a ideia dos especialistas que consensuem uma única *imagem* de ciência é, acima de tudo, uma postura opressora, no sentido que assume, de antemão, que o “saber do outro” - nesse caso, de estudantes e professores - é insuficiente (ou “errado”) e que estes só podem ser libertados por meio da transmissão adequada dessa imagem consensuada. Desta forma, a defesa por essa imagem *mais adequada* ou *menos deformada* de ciência é uma forma de opressão pela *domesticação*, uma vez que os especialistas - nesse caso, os pesquisadores de HFC e NdC e, na maioria das vezes, aqueles que, mesmo fazendo pesquisa nos campos da educação e ensino se auto-intitulam “historiadores” e “filósofos” da ciência - querem “proteger” essa imagem ao mesmo tempo que querem “conservar” sua posição de detentores dela, o que difere de uma perspectiva ativista transformadora:

O radical, comprometido com a libertação dos homens [*sic*], não se deixa prender em “círculos de segurança”, nos quais aprisione também a realidade. Tão mais radical quanto mais se inscreve nesta realidade para, conhecendo-a melhor, melhor poder transformá-la (Freire, 2022, p. 37).

De certa forma, Freire (2022), posiciona aqueles comprometidos com a transformação social como tendo coragem de enfrentar a dura realidade que impõe a ordem capitalista vigente, mesmo sabendo dos impedimentos concretos, criados e mantidos constantemente por essa ordem a fim de se perpetuar:

Não teme enfrentar, não teme ouvir, não teme o desvelamento do mundo. Não teme o encontro com o povo. Não teme o diálogo com ele, de que resulta o crescente saber de ambos. Não se sente dono do tempo, nem dono dos homens [*sic*], nem libertador dos oprimidos. Com eles se compromete, dentro do tempo, para com eles lutar (Freire, 2022, p. 37).

Nesse sentido, a ideia de que quem detém a verdadeira imagem de ciência são aqueles que, no interior das universidades¹⁰³, produzem conhecimento sobre o que é essa verdadeira imagem e, ao mesmo tempo, culpam aqueles que julgam nada saber como os responsáveis pela deformação dessa imagem, além de reforçar o espectro positivista que tanto dizem ser necessário superar, perpetuam a dinâmica que buscam superar, pois continuam reforçando que existe o grupo daqueles que “sabem” e daqueles que “nada sabem” ou que “distorcem o que existe”:

De tanto ouvirem de si mesmos que são incapazes, que não sabem nada, que não podem saber, que são enfermos, indolentes, que não produzem em virtude de tudo isso, terminam por se convencer de sua “incapacidade”. Falam de si como os que não sabem e do “doutor” como o que sabe e a quem devem escutar. Os critérios de saber que lhe são impostos são os convencionais (Freire, 2022, p. 69).

Nesse sentido, ao invés de partir da premissa de que os professores e estudantes possuem concepções inadequadas sobre a atividade científica e que o que lhes falta é HFC e NdC, a perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências poderia assumir compromissos de compreender como as concepções de professores e estudantes podem servir para complexificar a concepção que os especialistas possuem *sobre* ciência, especialmente para entender que aprender *sobre* ciência envolve também os processos de ensiná-la, onde a dicotomia entre *ensinar* e *aprender* não faz mais sentido. Desta forma, “[n]o momento em que o educador ‘bancário’ vivesse a superação da contradição já não seria mais ‘bancário’. Já não faria depósitos. Já não tentaria domesticar. Já não prescreveria” (Freire, 2022, p. 86).

¹⁰³ Sendo que essa perspectiva se assemelha ao que discutimos no segundo capítulo sobre o fenômeno do “encapsulamento escolar”.

Segundo Freire (2022, p. 86), assumir o compromisso de “[s]aber com os educandos, enquanto estes soubessem com ele” é uma das tarefas daqueles que o autor chama de “educadores humanistas”, que não vão esperar que os estudantes percebam, por si só, um belo dia, a “contradição em que a ‘educação bancária’ pretende mantê-los e engajar-se na luta por sua libertação” (ibid.). Pelo contrário, é necessário que o engajamento nesta luta venha também por parte dos especialistas, desde o começo da relação deles com aqueles que, muitas vezes tratados como “objeto de pesquisa”, são, na verdade, os agentes de transformação da realidade:

Um educador humanista, revolucionário, não há de esperar esta possibilidade [de os oprimidos perceberem as contradições por si só]. Sua ação, identificando-se, desde logo, com a dos educandos, deve orientar-se no sentido da **humanização de ambos**. Do pensar autêntico e não no sentido da doação, da **entrega do saber**. Sua ação deve estar infundida da profunda crença nos homens [sic]. Crença no seu poder criador” (Freire, 2022, p. 86, grifos nossos).

Cabe destacar que não significa que estejamos defendendo que professores e estudantes nada têm a aprender com a “moderna filosofia da ciência”, mas que esse aprendizado envolve um ensinar-aprender que também inclui os especialistas, uma vez que ao invés de “contrastar” as concepções *sobre* ciência dos professores com um referente tomado como “a verdade”, essa relação poderia ser mais dialética e menos reificada (e reificadora), de modo que a complexificação das consciências de ambos (professores, estudantes e especialistas) seria o objetivo principal da interação entre pesquisa e escola, por exemplo. Muito provavelmente, acreditamos, essa relação desenvolvida muito mais na direção da troca de experiências e aprendizagens serviria para aos poucos dissolver a ideia do especialista - ou a dicotomia entre “o especialista” e “o professor da escola”, ou entre “o professor” e “os estudantes” - ao invés de reforçar que o que se precisa fazer é colocar os professores na direção de acessar *a verdadeira imagem* da atividade científica informada pela “moderna filosofia da ciência”, transmitida em sua formação, seja inicial ou permanente.

Antes que se diga que não se trata apenas de uma premissa esta que professores e estudantes possuem concepções *inadequadas* sobre a atividade científica porque existem estudos que mapeiam as concepções de estudantes e professores e que *evidenciam* isto, vale lembrar que a inadequação apontada nessas concepções é sempre feita em relação a um referente, que nesse caso, apesar de ser defendido como sendo a “moderna filosofia da ciência”, é na verdade a interpretação que os pesquisadores envolvidos com as relações entre HFC, NdC e ensino

possuem do que consideram a “moderna filosofia da ciência”. Essa noção de objetividade como se essa objetividade fosse constituída em si mesma, independente de quaisquer outros aspectos¹⁰⁴, soa como uma “epistemologia divina”, de onde os *aspectos consensuais* sobre o que se considera ciência foram encontrados em alguma pedra sagrada e transcrito por um grupo seletivo de profetas em uma série de livros tomados como “a palavra”. Além disso, na nossa perspectiva, o problema nem é o fato desse referente ser aquilo que os pesquisadores entendem como sendo essa “moderna filosofia da ciência”, pois isso denota que existe uma produção de conhecimento na área de pesquisa em educação e/ou ensino que se esforça para teorizar e desenvolver suas bases de argumentação e não apenas “copiar as escrituras”. O principal problema reside em assumir que, aquilo que para esses especialistas lhes foi *transmitido* como sendo a *verdadeira imagem sobre ciência*, derivada da “moderna filosofia da ciência”, agora é tomado por eles da mesma forma (como “a palavra”) e defendido que deve ser ensinado por transmissão, como se essa transmissão fosse possível. Ao posicionarem as concepções de professores e estudantes como inadequadas sempre em comparação a um conjunto específico de valores epistêmicos consensuados entre eles, os especialistas reduzem a importância do debate em relação às concepções *sobre* ciência no ensino unicamente a dois aspectos: (i) uma totalização das concepções de ciência como “visões epistemológicas”, como se tais concepções sobre ciência fossem assunto apenas da epistemologia e (ii) tais visões epistemológicas, quando deformadas (ou inadequadas), só podem ser adequadas se aos estudantes e professores forem *transmitidos* os aspectos consensuais sobre NdC e HFC.

Nessa perspectiva, professores e estudantes passam a ser considerados “usuários” de HFC e NdC, mas jamais produtores de conhecimento:

O uso que será feito da história para o ensino de ciências **vai depender de que postura seus usuários, ou seja, professores de ciências** e instituições de ensino de ciências, têm acerca da natureza do conhecimento científico. Como apontamos aqui, grosso modo, essa postura pode ter tendências universalistas e relativistas. Uma vez que essa contenda não tenha sido resolvida, **e nem saberíamos dizer se será um dia**, o recurso à história para o ensino de ciências continuará sendo um fértil problema (Assis, 2014, p. 162, grifos nossos).

Com o grande aumento de grupos de pesquisa interessados nessa temática, um número cada vez maior de pesquisas tem criado subsídios para que estudos de historiadores da ciência sobre episódios históricos possam ser **utilizados na educação básica**, com o especial objetivo de **conduzir discussões epistemológicas**. Um dos principais objetivos

¹⁰⁴ Muitas vezes, soando como se tal objetividade fosse independente da história e de como as forças produtivas se organizam e transformam a realidade.

destas pesquisas é **permitir que os alunos tenham acesso a uma visão mais ampla sobre o processo de construção das teorias científicas**. Espera-se que os **professores deixem de ver os conteúdos escolares de ciências na educação básica como produtos a serem transmitidos** aos alunos e se interessem pelo complexo processo de produção do conhecimento científico (Bagdonas; Zanetic; Gurgel, 2014, p. 245, grifos nossos).

O contexto metacientífico analisa aspectos epistemológicos, filosóficos, sociológicos e culturais dos episódios, **complementando, dessa maneira, o contexto científico**. São consideradas, nessa perspectiva, discussões sobre o fazer científico, o papel da ciência na sociedade, a relação entre ciência e sociedade, o complexo entrelaçamento entre experimentação e teoria, entre outros pontos. **O aprendizado destes aspectos pode favorecer o surgimento de um olhar mais apurado do futuro professor sobre a natureza da ciência**. Ao estudar o contexto metacientífico o futuro professor pode **adquirir subsídios para entender as influências sofridas e exercidas pela ciência**, a função da imaginação no trabalho dos cientistas, o papel de questões ideológicas, políticas e religiosas dos cientistas no desenvolvimento, aceitação e divulgação de suas teorias, entre outros (Moura; Silva, 2014, p. 338, grifos nossos).

A reificação dessa imagem adequada *sobre* ciência não está desconectada, portanto, do compromisso de *transmitir* essa imagem na prática educativa. Os especialistas entendem que, uma vez que detêm essa imagem, precisam transmiti-la para evitar que as concepções inadequadas que os professores e estudantes já possuem sejam corrigidas. Essa correção, que nada mais é que uma *domesticação*, serve tanto para efetivamente “consertar” os “defeitos” apresentados pelos professores e estudantes em relação à “moderna filosofia da ciência” como prevenir que estes possam continuar propagando essas concepções inadequadas e acabem “deformando”, cada vez mais, a *verdadeira imagem sobre* a atividade científica.

Esse medo pela deformação, como explicitado nos enunciados estabilizados, é fruto de outra premissa que têm os especialistas, de que a concepção de ciência que possuem professores e estudantes é *positivista*. Essa concepção positivista é compartilhada com as pessoas “fora dos muros da escola” também, pois nessa perspectiva é tomada como a “visão popular”, o “senso comum”, que se tem de ciência. Eis aqui a narrativa do estabelecimento de um ciclo vicioso que parece, à primeira vista, insuperável: *As concepções populares de ciência são positivistas. Essas concepções, veiculadas na mídia e no imaginário popular, são manifestadas pelos estudantes da educação básica na escola. Os professores, por não terem uma formação adequada (pouca ou nenhuma HFC e NdC nos currículos) também compartilham essas concepções positivistas. Para piorar, os materiais didáticos (livros, apostilas, etc.) e os paradidáticos (outros livros, filmes, etc.) também expressam essas concepções positivistas, o que faz com que mesmo os professores melhor intencionados, ainda assim, transmitam essas concepções inadequadas reforçando ainda mais as inadequações dos estudantes. A única salvação é os especialistas, que detentores da*

verdadeira imagem sobre a atividade científica, importada da moderna filosofia da ciência, podem, tanto corrigir os materiais inadequados quanto transmitir essa imagem modificando os currículos de licenciatura e fazendo a formação permanente dos professores já atuantes.

Os questionamentos principais que fazemos em relação à essa narrativa poderiam ser colocados, correndo o risco de sermos acusados de simplificação excessiva, da seguinte forma: se essa narrativa realmente expressa concretamente o cenário da pesquisa relacionada à perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências, por que ainda continuamos chegando a conclusões de que as concepções de professores e estudantes *sobre* ciência são *inadequadas*? Somos incompetentes, “não damos conta do recado”, ou o problema têm outra(s) natureza(s)? Será mesmo que essas são concepções inadequadas ou o medo que os especialistas têm em encarar de frente problemas concretos relacionados à perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências e assumir suas potencialidades, o que implicaria assumir suas *contradições* ao invés de se posicionar sempre de maneira *consensualista*, perpetua essa narrativa? Do nosso ponto de vista, o compromisso de se *transmitir* uma *imagem adequada* sobre a atividade científica está muito mais comprometida com o ethos de adaptação e passividade (e conseqüentemente com a possibilidade de *domesticação*) do que com uma transformação radical no Ensino de Física. Esse compromisso serve muito mais à manutenção do status quo de exploração e dominação da sociabilidade capitalista do que efetivamente à construção de possibilidades concretas de sua superação - que é a libertação de todos.

Existe também, a partir desses compromissos transmissivos assumidos pelo campo de pesquisa em Ensino de Física, uma reificação de *linguagem* e *comunicação*. Se entende que a comunicação se pauta numa relação polar entre quem “comunica” e quem “é comunicado”, ou quem “fala” e quem “ouve”, ou ainda, quem “transmite” e quem “recebe”. Ainda que esse tema pudesse ser amplamente discutido, entendemos que o que expusemos no primeiro capítulo já é suficiente para explicitar nossos compromissos com a perspectiva de *linguagem como atividade*. No entanto, nos limitaremos a expôr aquilo que Bakhtin (2016) nos diz sobre essa separação entre “aquele que fala” e “aquele que ouve”:

As palavras não são de ninguém, em si mesmas nada valorizam, mas podem abastecer qualquer falante e os juízos de valor mais diversos e diametralmente opostos dos falantes (Bakhtin, 2016, p. 48).

Ou seja, da mesma forma que as palavras não têm apenas um dono, também não têm, aqueles que são considerados “os falantes”, o direito de se entender como transmissores (ou retransmissores) da verdade, tampouco de acusar “os ouvintes” de distorcerem o que foi transmitido. Primeiro porque a separação entre “quem fala” e “quem ouve” é uma falácia, segundo porque a palavra não é *transmitida* linearmente de uma fonte para um sumidouro, mas se constitui nas atividades e somente nelas ganha sentido e é sustentada.

Nesse sentido, os compromissos transmissivos e a reificação de linguagem andam lado a lado, no sentido de que partem da mesma premissa, de que os professores e estudantes precisam ter contato, por meio da transmissão, com a ciência:

Uma abordagem teórico-sistêmica abre a possibilidade da superação da dicotomia entre ensino por descoberta e ensino por transmissão. Nela, o ensino-aprendizagem não consiste num processo por meio do qual os estudantes apropriam-se de estruturas verbais fixas e vazias de significado para eles, que supostamente expressam os resultados das investigações científicas, tampouco reproduzem por si mesmos todos passos percorridos pelos cientistas no seu trabalho de investigação, de maneira que a atividade educacional seja aquela de descobrir novamente todo o conhecimento já acumulado (Camillo, 2015, p. 204).

Assim, compondo ainda parte dos enunciados que se estabilizam explicitando compromissos transmissivos, estão aqueles que expressam que o ensinar-aprender ciências, em certos momentos, se configura como uma *mimese* da atividade científica “desempenhada pelos cientistas”, especialmente aqueles famosos cientistas que fizeram ciência em “épocas passadas”. Com nuances um pouco diferentes¹⁰⁵ da ideia de que o ensino *transmite* uma *imagem* de ciência e *conteúdos* de ciência mas ainda assim com compromissos *transmissivos*, estes enunciados expressam que o ensino *reflete* a atividade científica, como se o que se desenvolve em salas de aula (e laboratórios) fosse uma espécie de imitação ou reprodução daquilo que fazem os cientistas.

Para discutir essas nuances e encaminhar a finalização desta seção, utilizaremos a subcategoria intitulada *ensinar-aprender ciências como uma mimese da atividade científica*:

No estudo da dinâmica do movimento circular encontramos uma grande similaridade entre as ideias dos alunos e conceitos e teorias do passado. No caso do movimento do giroscópio não encontramos similaridades entre ideias de estudantes e cientistas antigos.

¹⁰⁵ Nas nossas análises, nos deparamos com um número menor de enunciados que se estabilizam explicitando compromissos de que o ensino fosse uma *mimese* da atividade científica, mas entendemos que este é um ponto que não pode deixar de ser discutido, ainda que brevemente.

O que pudemos detectar foram ainda semelhanças no caráter das explicações dos alunos acerca da precessão do giroscópio e das ideias de antigos cientistas sobre o movimento circular (Teixeira; Queiróz, 1996, p. 178).

estudos têm apontado um parentesco entre as concepções alternativas dos estudantes e os modelos científicos que predominaram em determinado período histórico nos mais diversos campos do conhecimentos (Barros; Carvalho, 1998, p. 83).

Em cada época, é necessário que o conhecimento científico escolar esteja fundamentado no conhecimento produzido pelos cientistas, e que esse já tenha sido aceito de uma forma consensual pela comunidade científica. **A pesquisa em Física induz a um Ensino de Física que deva, a princípio, ser sua própria imagem e semelhança.** A partir disso, idéias, conceitos, teorias são, então, transpostos para os programas escolares e materiais didáticos. No entanto, o conhecimento acadêmico deve ser “adaptado” ao ambiente das salas de aula (Brockington; Pietrocola, 2005, p. 389, grifos nossos).

Não dá para admitir que no Século XXI, quando se fala em sociedade do conhecimento e se comemora o Ano Mundial da Física em homenagem aos cem anos da publicação da Teoria da Relatividade, ainda não se esteja ensinando Física Moderna nas escolas. Com raras exceções, ainda ensina-se a Física newtoniana como se esse fosse o único paradigma vigente e, além disso, transmite-se uma visão positivista sobre o seu processo de construção e evolução (Massoni; Moreira, 2007, p. 50).

Considerando aspectos cognitivos, de atitudes e métodos, quando o aprendiz, aluno ou professor, produz os dispositivos experimentais e investiga procedimentos para que os mesmos funcionem, **a experimentação assume características que refletem de alguma maneira a atividade científica.** Essa aproximação tem como prática social de referência o trabalho científico (Coelho; Nunes; Wiehe, 2008 p. 11-12, grifos nossos).

Por isso, se destaca a importância da inserção, nas aulas de Física, de discussões epistemológicas, para tornar o ensino científico mais reflexivo, para que permita, aos alunos, responderem a questões científicas e técnicas da vida cotidiana, além de desenvolverem atitudes e formas de pensamento próximas daquelas de que a ciência lança mão (Massoni; Moreira, 2014, p. 603).

No tocante ao aprendizado de conceitos científicos, nota-se significativa repercussão de implicações didáticas decorrentes de semelhanças entre concepções alternativas sustentadas por estudantes e conhecimentos científicos de épocas passadas (Batista; Drummond; Freitas, 2015, p. 664-665).

Ademais de refletirem a observância a critérios da historiografia atual, as narrativas histórico-pedagógicas elaboradas contemplam a preocupação de **transportar para o contexto educacional** interpretações que vêm sendo propostas em pesquisas sobre a História da Ciência (Drummond *et al.*, 2015, p. 119, grifos nossos).

Nesse sentido, acreditamos que o conhecimento dos trabalhos de Joule é de grande valia, pois permite ao professor compreender quais as dificuldades históricas existentes no estabelecimento da teoria dinâmica do calor, tornando-o capaz de elaborar estratégias para o ensino desse conceito físico, visto que as concepções alternativas dos alunos acerca da teoria do calor **se assemelham à teoria que foi amplamente aceita no século XVIII**, de que o calor era uma substância (Carvalho; Gomes, 2017, p. 285, grifos nossos).

A ideia de que um ensino seja um reflexo da atividade científica, especialmente da ciência feita por cientistas “do passado” é, na nossa análise, uma reificação da própria história, entendida desta forma linear que parte do passado, passa pelo presente e chega no futuro. Mesmo cientes de que a discussão sobre o conceito de história envolve diversos estudos e anos de pesquisa, seja no campo da filosofia ou da própria historiografia, mas cientes também de que não dispomos aqui de espaço para fazer tal discussão, nos limitaremos a discutir brevemente porque entendemos que essa é uma concepção reificada de história e como ela afeta principalmente as funções que atribuímos à HFC e à NdC no ensino.

Esse compromisso de que o ensino é uma mimese da atividade científica envolve, ao mesmo tempo, a ideia de que seria possível “reproduzir” uma “atividade do passado” e também a ideia de que a atividade científica “progride”, de modo que a atividade educacional não pode ficar “atrasada”. Para além da provocação feita por Zanetic (1989, p. 8), em relação ao século XX, de que devemos ensinar a “a física desenvolvida neste século, antes que ele acabe”, essa ideia de progresso se baseia na premissa de que o ensino de Física e a Física devem estar parelhos. Nesse sentido, sejam as falhas cometidas ou os progressos conquistados, estes deveriam retratar falhas e progressos ocorridos *na história*, como se *a história* fosse aquilo que aconteceu *antes* e portanto é grandiosa, seja na proporção de cometer “erros históricos” ou “acertos históricos”:

o caráter problemático da atividade científica, motor da produção de novos conhecimentos, é negligenciado dando lugar a uma concepção segundo a qual ciência que **cresce de maneira linear e aproblemática**. Cria-se uma **imagem** segundo a qual as **controvérsias e os problemas são aspectos negativos do desenvolvimento** de qualquer atividade intelectual (Camillo, 2015, p. 158, grifos nossos).

Camillo (2015) muito bem aponta, que é necessário compreender que essa perspectiva envolve uma concepção abstrata de cognição e, em certa medida, de desenvolvimento humano de forma geral:

Quando tomada de uma maneira abstrata, os processos de cognição dos cientistas e dos estudantes podem ser aproximados, de maneira que ambos, diante da mesma realidade, diante dos mesmos problemas poderiam apropriar-se das mesmas determinações e produzir a mesma forma de conhecimento. Porém, ao tomarmos a cognição de forma concreta e situada historicamente, somos impelidos a reconhecer que as atividades nas quais os cientistas e estudantes estão envolvidos são completamente distintas (Camillo, 2015, p. 116).

De certa forma, essa concepção de que a atividade educacional “acompanha” ou então “reproduz” a atividade científica se pauta numa falsa dicotomia entre “a ciência” e “a educação” como se a primeira fosse produtora de conhecimento enquanto a segunda fosse apenas reprodutora. Essa perspectiva é mais uma forma que os compromissos transmissivos operam na proteção, ao mesmo tempo, de uma única *imagem adequada* sobre ciência e de uma posição de quem são os detentores dessa imagem. Só assim, justificam-se o tipo de pesquisa e o tipo de educação realizadas sob esses compromissos, como estamos denunciando aqui, muito mais comprometidos com a manutenção do status quo do que com sua superação. Nesse sentido, quaisquer que sejam os compromissos, quando comprometidos com a manutenção desta ideia onde uma única imagem de ciência é *adequada*, estes estarão, direta ou indiretamente, reforçando uma postura *autoritária* sobre a produção de conhecimento. Autoritarismo esse que serve muito bem à manutenção do status quo de exploração e dominação da sociabilidade capitalista.

Aprender HFC e NdC comprometida com esses compromissos transmissivos, portanto, têm a *função*, ao mesmo tempo, de **proteger** a imagem de ciência adequada e **transmiti-la** aos professores para que esses, sem **deformá-la**, possam **transmiti-la** aos estudantes. Os estudantes, de posse dessa imagem, estariam sendo melhor formados e assim, conseqüentemente, o futuro seria mais “cientificamente alfabetizado” (ou “consciente”, ou “crítico”, ou qualquer outra adjetivação similar, frequentemente utilizada). Com sorte, ainda, os estudantes e professores poderão *refletir* essa imagem em uma série de atitudes, habilidades e comportamentos que *mimetizam* a atividade científica de “grandes cientistas do passado”. O que estamos aqui chamando a atenção é que, por conta do reforço do ethos de adaptação e passividade que esse compromisso expressa, o que se consegue com esse reforço é *domesticação* dos professores e estudantes. Domesticação essa que tenta, a todo custo, deixá-los cada vez mais inertes em relação à possibilidade de lutar contra o futuro engendrado pelo capitalismo. Futuro esse que parece ser o único possível, onde não existam mais possibilidades de emergir novos “inéditos viáveis”, parafraseando Freire, e onde o capitalismo realmente representa o ápice do desenvolvimento humano. O que estamos chamando a atenção aqui, especialmente filiados à uma **Educação Anticapitalista**, é que precisamos lutar por outro futuro que não esse engendrado pelo capitalismo.

Essa luta envolve a conceitualização (e o agir¹⁰⁶ conjuntamente à essa conceitualização) de uma outra concepção de desenvolvimento humano que não seja comprometida com estes compromissos cognitivistas-transmissivos-passivos. Para que possamos entender os seres humanos não como transmissores e reprodutores de conhecimento, como experimentadores passivos da realidade, mas como *produtores* de conhecimento e *agentes transformadores* da realidade, é necessário discutir, como apontamos no primeiro capítulo, a *agência* humana.

Até esse momento do trabalho, já analisamos os enunciados que expressam compromissos cognitivistas sobre como os seres humanos aprendem e transmissivos sobre como os seres humanos ensinam. Para finalizar nossas análises e pavimentar o caminho para que possamos, no próximo capítulo, discutir o que estamos chamando de *Ensino de Física Ativista Transformador*, precisamos analisar os enunciados que se estabilizam explicitando compromissos sobre as formas com que os seres humanos agem no mundo com o que aprendem-ensinam e ensinam-aprendem. Ou seja, discutir como estes enunciados expressam compromissos sobre a *agência* humana.

Desta forma, na próxima seção, discutiremos os enunciados que expressam compromissos sobre os seres humanos numa perspectiva *passiva*, extremamente diferente da que defendemos a partir da perspectiva ativista transformadora. Estes enunciados permitirão concluir, ao menos neste momento, nossas análises a respeito dos compromissos cognitivistas-transmissivos-passivos assumidos pelo campo de pesquisa em Ensino de Física até o presente momento histórico.

3.3.3 Enunciados estabilizados: passividade.

É importante destacar, logo de início, que estes enunciados carregam e expressam uma concepção *salvacionista* sobre as relações entre HFC, NdC e ensino, onde todos os problemas poderiam ser resolvidos desde que HFC servisse como suporte para a inserção de aspectos de NdC na prática educativa. Aspectos esses que, consensuados entre os especialistas e sendo expressão da *tendência consensualista* (Garcia; Camillo, 2021a), seriam transmitidos e recebidos de forma passiva, facilitando assim, sua adaptação/acomodação na estrutura cognitiva dos aprendizes.

Similar ao que discutimos na seção anterior, sobre a perspectiva de mimetizar a atividade científica no ensino, essa perspectiva salvacionista é expressa principalmente pela ideia de que os

¹⁰⁶ Agir esse que Freire (2022) entende como um *quefazer*.

estudantes têm suas concepções *alteradas*, mais adequadas à verdadeira imagem sobre a atividade científica quanto maior for a qualidade intrínseca do material utilizado ou da abordagem escolhida para determinada aula (ou sequência didática). Essa é mais uma forma de expressar que um dos compromissos *passivos* dessa perspectiva salvacionista de HFC e NdC é de que as mudanças produzidas pela atividade científica acontecem de maneira passiva, após uma série de argumentações que (supostamente) avançam para limites onde o dito “senso comum” não consegue alcançar.

Ao analisar os enunciados percebemos que aquilo que é tomado como “senso comum” nessa perspectiva salvacionista é tudo aquilo que puder ser considerado “incomum” à imagem que nessa perspectiva se entende como sendo a *verdadeira ciência*. Assim, as concepções de professores e estudantes sobre ciência são posicionadas como “senso comum” e ficam à mercê daquilo que os (supostos) detentores da *verdadeira imagem* de ciência têm a dizer, gerando então a necessidade de fazer intervenções (reformulação de materiais didáticos e paradidáticos, elaboração de sequências didáticas prontas para a aplicação dos professores e questionários e/ou entrevistas) que servem para apontar o quão inadequadas são essas concepções de professores e estudantes e que **alterem** suas concepções de “senso comum”.

A tarefa do cientista se reduziria portanto à dimensão puramente epistêmica de alterar concepções de mundo não-científicas (de “senso comum”) exibindo e transmitindo novas concepções que devem ser adotadas, a partir dos resultados de sua prática. Nessa perspectiva, a pandemia de COVID-19 e principalmente a condução catastrófica e genocida do então presidente Jair Messias Bolsonaro servem como um exemplo, dentre muitos, que nos alertam para o fato de que mesmo a atividade científica reunindo um conjunto robusto de evidências sobre determinado fenômeno, ao menos do ponto de vista educacional, isso não é suficiente, sobretudo para essa “alteração” desejada. Primeiro porque, assim como destaca Taber (2017), o objetivo da educação em ciências não é de fazer as pessoas *acreditarem* na ciência e segundo porque esse processo de aceitação e entendimento nunca é passivo; seres humanos não se tratam de máquinas que, quanto mais parâmetros são configurados, mais funções desempenham.

Assim, a perspectiva do ensino *em e sobre* ciências, sintetizada nas relações entre HFC, NdC e ensino, passaria a conter *em si mesma* todas as potencialidades que a educação científica almeja, tanto de formar cidadãos mais críticos quanto de elemento vocacional, que pode ser entendido também como uma defesa pela tão discutida “formação do espírito científico”. Essa

concepção de que essa perspectiva poderia, por si só, conter todas essas potencialidades não se trata apenas de uma posição epistêmica *sobre* o processo de construção, validação e divulgação de conhecimento científico - como se fosse possível isolar essa dimensão das dimensões axiológicas e ontológicas, por exemplo. Apesar da tradicional ênfase que o campo de pesquisa em Ensino de Física dedica mais às questões epistêmicas, quando no momento da discussão referente às “concepções sobre ciência”, por exemplo, não podemos nos esquecer de que essas são também, ao mesmo tempo, concepções sobre o desenvolvimento humano e agência. Nesse sentido, entendemos que esses enunciados que expressam compromissos sobre passividade poderiam ser problematizados em diversas direções, com muitos compromissos diferentes de análise. No caso específico dessa tese, de acordo com os compromissos que assumimos com uma axio-onto-epistemologia ativista transformadora, iremos focar na discussão sobre *agência*.

Nesta seção apresentaremos e analisaremos os enunciados que se estabilizam expressando compromissos passivos sobre como os seres humanos agem no mundo¹⁰⁷ com aquilo que aprendem-ensinam. Teceremos nossas análises nos apoiando em um dos tópicos centrais estudados pela Teoria da Atividade Cultural-Histórica e, em certa medida, das relações desta teoria com a perspectiva freireana, que envolve a discussão sobre como os seres humanos agem no mundo: o conceito de *agência*. Faremos essa discussão com base nas contribuições dessa teoria, especialmente em relação ao que discutimos no primeiro capítulo, onde tratamos sobre *agência ativista transformadora*. Além disso, também buscaremos suporte nas discussões feitas por Camillo (2015; 2019) sobre as possibilidades concretas da educação em ciências ser tomada, de forma agentiva e consciente, como *ferramenta de emancipação humana*.

Desta forma, um dos principais resultados que encontramos ao analisar os enunciados é que estes explicitam uma concepção passiva¹⁰⁸ de agência. Como já apontamos, essa concepção se alinha bem aos moldes do que Freire (2022) tratou como “educação bancária”, onde nos

¹⁰⁷ Importante lembrar, assim como discutimos no primeiro capítulo, que essa *agência no mundo* não significa a separação entre “o ser humano” e “o mundo”, mas é apenas a forma como encontramos para explicitar, de maneira simples, como os compromissos sobre passividade expressam a ideia de que, uma vez que os estudantes *aprenderam* eles estão devidamente *prontos* para *agir no mundo* como “cidadãos críticos” e “cientificamente alfabetizados”.

¹⁰⁸ É importante notar que no caso dos enunciados sobre “passividade”, é preciso identificar quais elementos de passividade se fazem presentes, porque certamente poucos autores escreveriam explicitamente dizendo que professores e estudantes são passivos, assim como, por exemplo, numa perspectiva que se posiciona como “crítica”, ninguém se diria abertamente “a-crítico”.

estudantes¹⁰⁹ é “depositado” os “conteúdos” e estes, por serem “tábula rasa”, apenas precisam passivamente¹¹⁰ receber esses depósitos. Podemos identificar essa concepção por meio da subcategoria que discute que *o material e/ou abordagem contém em si mesmo os elementos transformadores*:

Um saber que é capaz de gerar exercícios, produzir atividades e tarefas que possibilitem uma avaliação objetiva tem grandes chances de ser transposto. **Conteúdos que não conseguem gerar atividades possíveis de serem avaliadas estão fadados a não serem transpostos.** Uma sequência didática considerada boa, (com conteúdos e atividades tidas como interessantes) porém não “operacionalizável” não será adequada à gestão do cotidiano escolar, pois **não se consegue fazer os estudantes “trabalharem” com ela.** Assim, corre-se o risco de o aluno considerar aquele conteúdo sem importância, desistindo de disponibilizar esforços para aprendê-lo (Brockington; Pietrocola, 2005, p. 396, grifos nossos).

A construção e a aplicação de um objeto técnico, no caso uma balança analítica, são atividades que refletem a atividade científica, pois se aproximam da coerência do modo de fazer ciência, favorecendo a aprendizagem não somente de aspectos de ordem cognitiva, mas também de métodos e de atitudes (Schein; Coelho, 2006, p. 71).

A idéia que se está a imaginar é a de procurar **ativar a curiosidade dos alunos**, em momentos do processo de ensino, **utilizando experimentos com formato cativante**, que atraiam e prendam a atenção. Na medida em que se passa a planejar experimentos com essa orientação, ultrapassando a preocupação de adequá-los apenas ao conteúdo ou ao conceito de interesse, pode-se ajudar a abalar atitudes de inércia, de desatenção, de apatia, de pouco esforço, servindo esses experimentos, inclusive, de **elo incentivador** para que os estudantes se dediquem de uma forma mais efetiva às tarefas subseqüentes mais árduas e menos prazerosas (Laburú, 2006, p. 384, grifos nossos).

Assim, a HFC surge como uma *necessidade formativa do professor*, na medida em que pode contribuir para: evitar visões distorcidas sobre o fazer científico; permitir uma compreensão mais refinada dos diversos aspectos envolvendo o processo de ensino-aprendizagem da ciência; **proporcionar uma intervenção mais qualificada em sala de aula** (Martins, 2007, p. 115, itálicos no original e grifos nossos).

É importante, agora, pensar na realização propriamente dita dos materiais uma vez que se tem clareza de que o cerne da elaboração dos materiais didáticos digitais está na instrução, no conteúdo, e que se pretende elaborá-los de tal forma a estimular e a potencializar os processos cognitivos que levarão a uma aprendizagem *online* efetiva (Silva, 2012, p. 872, itálicos no original).

Assim, as escolas tentam se adequar incorporando meios tecnológicos que possibilitem a aprendizagem por meio de metodologias contextualizadas com a sociedade moderna, utilizando, por exemplo, a *internet* e o computador como ferramentas de ensino para **buscar um rendimento cognitivo superior** dos estudantes. Nesse contexto, uma

¹⁰⁹ Cabe destacar, no entanto, que em atividades que envolvem a formação de professores, todas as críticas que são feitas às concepções de estudantes *sobre* a atividade científica são feitas também aos professores.

¹¹⁰ Entendemos que, ainda que Freire (2022) não tenha explicitamente utilizado o termo “agência”, a discussão que o autor faz sobre a superação dessa “educação bancária” se conecta com nossos compromissos com o conceito de agência numa perspectiva ativista transformadora, principalmente a partir de algumas leituras que temos sobre a Teoria da Atividade Cultural-Histórica.

questão importante que surge é como utilizar essas tecnologias para **promover o aprendizado** (Cardoso; Dickman, 2012, p. 893, itálicos no original e grifos nossos).

Para os futuros professores, o estudo de HFC e de NDC, além de **aumentar em muito sua compreensão da Ciência**, pode mostrar como a sociedade, o contexto histórico e os interesses econômicos e políticos podem **influenciar no trabalho da Ciência**. Possibilita-se, assim, a construção de aulas mais contextualizadas e significativas (Raposo, 2014, p. 728, grifos nossos).

A possibilidade de ofertar diferentes situações de aprendizagem, no momento da apresentação do conteúdo, **evidencia** a relevância do papel do professor como **ativador do pensamento e de sentimentos nos estudantes**. Nessa perspectiva, é importante ressaltar que, se, por um lado, um sentimento positivo pode ativar a aprendizagem e ser favorável a ela; por outro, um sentimento negativo poderá atuar negativamente na aprendizagem e prejudicar a **identificação dos conhecimentos por parte dos estudantes**, reduzindo sua **capacidade de regulação** da ação ou do pensamento (Rosa; Darroz; Rosa, 2014, p. 16, grifos nossos).

Ao apresentar distintas estratégias de ensino, considerado como “princípio da não utilização do quadro de giz”, um dos onze princípios facilitadores da TASC [Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica], há grandes chances de que o aluno manifeste disposição para relacionar os novos significados em sua estrutura cognitiva (Spohr; Garcia; Santarosa, 2017, p. 169).

o aluno fica sujeito a **um material que o coloca em maior atividade cognitiva**. Já a apostila, considerada um material mais tradicional, limita as possibilidades de interação dos alunos, além de **deixá-los numa posição bastante passiva** diante dos conceitos e exemplos ali expostos (Uibson; Frei, 2023, p. 5-6, grifos nossos).

Alguns desses “elementos transformadores” são considerados a própria HFC e/ou o ensino dos aspectos de NdC, expressados pela necessidade de se ensinar “a filosofia da ciência” ou então “a epistemologia”:

É nossa convicção, pois, que o conhecimento de epistemologia torna os professores capazes de melhor compreender que ciência estão a ensinar, ajuda-os na preparação e na orientação a dar as suas aulas e dá um significado mais claro e credível às suas propostas (Praia; Cachapuz; Gil-Pérez, 2002b, p. 128).

Ainda que com fracas evidências, o cruzamento dos casos sugere que aqueles docentes que detêm concepções mais atuais, mais flexíveis sobre a natureza da ciência, possivelmente **transformadas por influência de disciplinas de Epistemologia**, ou similares, por seus históricos acadêmicos, adotam consciente, e, às vezes, **inconscientemente**, estratégias didáticas diferenciadas com a mesma abertura de espírito, flexibilidade e **predisposição para o desconhecido** como concebem o processo da ciência em si (Massoni; Moreira, 2014, p. 613, grifos nossos).

Espera-se que **com essa abordagem poder-se-á neutralizar o cientificismo**, o dogmatismo e descrições simplificadas dos processos científicos. Assim se **possibilita uma maior compreensão** dos fundamentos filosóficos da ciência **tornando a visão do aluno mais adequada** para o exercício de sua cidadania (Guttmann; Braga, 2015, p. 445, grifos nossos).

Caso não fosse inserida a história da ciência na formação inicial de professores de física à luz de fundamentos historiográficos atualizados e os futuros docentes fossem limitados ao conhecimento dos produtos da ciência, quem seria Pascal para eles? A unidade de medida de pressão no Sistema Internacional? Um gênio que, à parte da humanidade, enunciou um princípio da natureza que leva seu nome – o princípio de Pascal? (Queiroz; Hidalgo, 2019, p. 485).

A princípio, esses elementos seriam considerados transformadores por si só porque são extremamente “motivadores”, como se contivessem (*em si*) a possibilidade de (*por si*), provocar um aumento no interesse de estudantes e professores:

O trabalho de laboratório é explorado como elemento de aprendizagem e fonte de motivação, uma vez que, esse tipo de exercício experimental dá sentido real e concreto às definições e conceitos apresentados em classe e no livro texto (Oliveira; Panzera, 1998, p. 301).

À vista disso, poderíamos questionar se o problema da motivação encontra-se **no aluno que não demonstra interesse ou no professor que não utiliza estratégias eficientes** para provocar a motivação. Certamente que uma parte importante da resposta para essa questão está situada numa certa relação de dependência entre estratégias eficientes e a **capacidade das mesmas em potencializar a motivação** de grande parte dos alunos (Laburú, 2006, p. 384, grifos nossos).

Essa concepção passiva sobre agência humana se expressa, portanto, a partir dos compromissos de *garantir* e *corrigir*, pois envolve *garantir* que os materiais e/ou abordagens contenham, em si mesmos, a capacidade de *corrigir* as concepções inadequadas que professores e estudantes possuem *sobre* a atividade científica. Essa garantia se conecta ainda com o compromisso de *motivar*, sendo que, defende-se que uma vez que se escolheu a abordagem *correta* e se utiliza o material que já foi *adequado*, as aulas onde essa abordagem e esse material são utilizados por si só poderão *motivar* professores e estudantes a conhecerem (e *transmitirem*) uma imagem *mais adequada* da atividade científica.

Estes compromissos sintetizam essa perspectiva passiva sobre agência e desenvolvimento humano, principalmente porque expressam uma concepção quase caricaturesca do ser humano, como uma máquina que precisa ser parametrizada. De forma resumida, esses compromissos se articulam de tal forma que: o compromisso de *garantir* aposta na ideia de que é preciso escolher os parâmetros certos para o bom funcionamento dessa máquina; o compromisso de corrigir expressa que esses parâmetros devem ser devidamente inseridos e aliados à uma identificação dos possíveis erros que possam aparecer e devem ser corrigidos; o compromisso de motivar parte da

premissa que, se bem parametrizada, essa máquina pode funcionar bem e transmitir melhores concepções *sobre* ciência. Por mais que esta pareça apenas uma analogia ou que estejamos apenas lançando mão de figuras de linguagem para ilustrar o problema, entendemos que essa concepção passiva sobre agência humana realmente *opera* com base nessas premissas:

Os modelos de educação seguem o exemplo e jogam na mesma dinâmica quando o ensino é reduzido a uma transmissão passiva de fatos, enquanto o aprendizado é diluído a processos de recepção e memorização mecânica de informações "neutras". É como se a expectativa fosse que os alunos pudessem ser transformados em computadores - máquinas controladas e extraordinariamente guiadas que de alguma forma processam informações e fatos neutros transmitidos de maneiras desconectadas e desprovidas de seus próprios interesses, objetivos, aspirações e esforços (Stetsenko, 2016, p. 49, tradução nossa).

Ou seja, ao conceituar e agir com essa conceituação na educação, os estudantes estão *sendo* tratados como máquinas, de modo que tornam-se, na atividade educacional, máquinas que precisam ser constantemente parametrizadas e checadas, por meio de testes, como provas escritas individuais, por exemplo. Não se trata, mais uma vez, de apenas uma “teoria” sobre como se entende o ser humano, mas de como essa teoria encarna-se como *atividade* e, ao mesmo tempo que produz¹¹¹ impedimentos concretos para que a educação possa se tornar ferramenta de emancipação, reforça o status quo que se nutre desses impedimentos concretos para se perpetuar.

Quando essas abordagens, com estes compromissos, defendem a “centralidade” do “papel do estudante” no processo de ensino-aprendizagem mas continuam operando com essa lógica parametrizadora, a atividade educacional serve mais ao reforço do que à superação do status quo. É comum, dentro do que Stetsenko (2008a) discute como sendo as abordagens que pertencem à “ontologia relacional”, constituir essa “postura do espectador” (ibid.), ou seja, daquele que, ao invés de agente de sua própria história, meramente assiste ela acontecer. Mesmo quando se diz que o estudante é o centro do processo educacional, se os compromissos assumidos ainda forem de que nessa centralidade, o próprio estudante deve “perceber suas concepções inadequadas” e

¹¹¹ Estamos cientes, sobretudo inspirados pela perspectiva da *Atividade Potencial* (Camillo, 2015), que, junto com a produção desses impedimentos concretos emergem as possibilidades de superação destes impedimentos concretos, como é o caso desta tese, que emerge a partir da busca por um Ensino de Física Ativista Transformador. No entanto, como estamos assumindo aqui o compromisso de analisar os compromissos assumidos pelo campo de pesquisa em Ensino de Física, estamos focando na natureza (essencialmente) problemática desses compromissos, o que nos direciona tanto ao confronto a esses impedimentos quanto, ao mesmo tempo, com a busca pela sua superação. O que encontramos nesse terceiro capítulo é mais direcionado à uma análise e crítica dos impedimentos porque entendemos que este capítulo ainda faz parte da nossa *denúncia*, de modo que seu par dialético, o *anúncio*, será aprofundado no quarto capítulo.

“confrontá-las” com “a verdadeira imagem sobre ciência” a partir da exposição desta, o ethos de passividade continua sendo constantemente reforçado.

Assim, ao buscar *garantir* que determinados materiais e/ou abordagens contenham, em si mesmos, os elementos transformadores das concepções inadequadas, a perspectiva passiva sobre agência está, implicitamente, assumindo (pelo menos) duas premissas como verdade: (i) que professores e estudantes, em sua maioria, *sempre*, possuem concepções inadequadas *sobre* ciência e (ii) de que estes materiais ou abordagens carregam em si, devido suas características aparentes, as transformações desejadas. Estas duas premissas são extremamente problemáticas. Primeiramente por posicionarem os seres humanos nessa condição de meros “espectadores” que precisam “ser salvos” pelos “especialistas” - o que vai contra inclusive aos referenciais construtivistas que formam a maioria dessas abordagens pautadas na ontologia relacional (Stetsenko, 2008a). Em segundo lugar, mas não menos importante, por considerar que *aquilo* que promove a transformação das concepções é algo “externo”, que a partir do “contato” promove a mudança, quase que natural, das visões de mundo. É como se o que falta aos professores e estudantes seja o conhecimento (ou informação), numa concepção extremamente reducionista onde, ao ter contato com “a verdade”, é impossível que os seres humanos continuem pensando e agindo como faziam previamente. Essa perspectiva passiva desconsidera, ao mesmo tempo, o papel da história e da cultura, como se aquilo que entendemos do mundo fosse fruto de uma relação linear com fontes que contém essas “visões inadequadas” (materiais didáticos, mídia, religião, família, etc.) e não uma apropriação/objetivação agentiva de construção constante de nossa identidade e personalidade, por exemplo.

Baseada na perspectiva ativista transformadora sobre agência e desenvolvimento humano, Stetsenko (2008a; 2020d) discute os conceitos de identidade e personalidade, de uma forma radical, onde a noção de “participação” como algo passivo é contestada e essa noção é complexificada, de modo que ao invés de entender a agência dos seres humanos na perspectiva da “participação” a autora indica que esta seja entendida na perspectiva da “contribuição”. A autora destaca que “cada pessoa surge pela coautoria de práticas sociais por meio da promulgação, realização e transformação delas, contribuindo para elas e, portanto, inevitavelmente importando nelas” (Stetsenko, 2020d, p. 69, tradução nossa). Ou seja, a noção de que professores e estudantes são meros espectadores de práticas pedagógicas que envolvem HFC e NdC assume, de antemão, que estes não importam plenamente no desenvolvimento daquela

atividade. Esses são considerados importantes na medida em que são posicionados como aqueles que possuem concepções inadequadas e que precisam ser corrigidas, fazendo assim com que os especialistas, estes sim de posse da melhor imagem *sobre* a atividade científica, possam importar. Esse processo é o que desconsidera toda a dinâmica agentiva de apropriação/objetivação que estes professores e estudantes desempenham nestas práticas pedagógicas, não porque essa dinâmica deixa de existir, mas por não ser considerada por aqueles que organizam essas atividades, criam-se (mais) impedimentos concretos para que a educação em ciências possa se tornar ferramenta de emancipação.

Numa perspectiva ativista transformadora essa visão passiva sobre participação é muito problemática, uma vez que entende-se que “é diretamente através e no processo dinâmico de transformação e co-criação do mundo que as pessoas simultaneamente vêm a ser, conhecer e agir, como agentes ativos de suas próprias vidas e da sociedade” (Stetsenko, 2020d, p. 69, tradução nossa). Além disso, com a discussão sobre contribuição (intencional e agentiva) a própria noção de participação é criticada, buscando superar esse ethos de adaptação e passividade, entendendo que:

Participar e contribuir para práticas socioculturais de transformação colaborativa do mundo aparecem, então, como processos de uma *coautoria dialética da história* e um devir histórico colaborativo por meio do qual as pessoas estabelecem sua humanidade coletiva enquanto fazem contribuições únicas para práticas socioculturais (Stetsenko, 2008a, p. 484, *itálicos no original e tradução nossa*).

Nesse sentido, é preciso considerar que “todos importam” (Stetsenko, 2016), que os processos agentivos, intencionais e colaborativos de contribuição são o “caminho para se tornar humano” (Stetsenko, 2008a) e que essa perspectiva agentiva e transformadora é o que forma as bases de uma educação em ciências que possa se tornar ferramenta de emancipação humana (Camillo, 2015). Nesse sentido é que “[c]ada pessoa não apenas entra nessas práticas sociais, mas as encena e as *real-iza* (as torna *reais*), gradualmente sendo coautora dessas práticas, fazendo a diferença nelas” (Stetsenko, 2020d, p. 69, *itálicos no original e tradução nossa*). Ou seja, ao invés de corrigir aquilo que é considerado, na participação passiva de professores e estudantes como “erro” ou “concepções inadequadas”, poderíamos olhar para essa participação como contribuição¹¹² e buscar ao máximo envolver as agendas pessoais, compromissos destes

¹¹² Esta possibilidade será por nós desenvolvida de maneira mais detalhada no quarto capítulo.

professores e estudantes no processo de construir, coletivamente e agentivamente, concepções complexificadas sobre a atividade científica e seu ensino, não se pautando apenas naquilo que é tomado como verdade pelos especialistas mas aquilo que pode *vir a ser* possibilidades concretas de construção de nossa própria história, nossa própria identidade, por meio das atividades educacionais com conteúdo científico.

Desta forma, uma vez que se *garante* que os materiais estão adequados e que determinada abordagem é a correta, o compromisso de *corrigir* se manifesta nos enunciados porque se assume como compromisso evitar que professores e estudantes propaguem concepções inadequadas *sobre* ciência. Esse compromisso é assumido partindo-se de uma convicção que pode ser compreendida por outra subcategoria que elaboramos de que *professores e estudantes não estão “preparados o suficiente” para aprender/ensinar sobre HFC e/ou NdC*:

Certamente, é possível ao professor exibir um **razoável conhecimento da filosofia da ciência** sem que traduza, necessariamente, tal conhecimento nas suas ações em sala de aula. Por paradoxal que possa parecer uma tal tese, ela nos parece factível no sentido de que envolve não apenas o conhecimento, mas também um compromisso de mudança por parte do professor. De fato, tentar focar a produção científica fora dos padrões tradicionais do indutivismo ingênuo é um desafio para o qual **nem todos aqueles filosoficamente aptos** podem estar **psicologicamente preparados e socialmente motivados** (Medeiros; Filho, 2000, p. 108-109, grifos nossos).

As concepções dos docentes sobre a ciência seriam, pois, expressões dessa **visão comum** que os professores de ciências **aceitariam implicitamente** devido à **falta de reflexão crítica** e a uma educação científica que se limita, com frequência, a uma simples transmissão de conhecimentos já elaborados - retórica de conclusões (Gil-Pérez *et al.*, 2001, p. 135, grifos nossos).

Muitos investigadores educacionais referem mesmo que os avanços no ensino das ciências serão limitados enquanto a educação em ciência for deixada a **professores ou a formadores de professores sem bases teóricas e desvalorizando a reflexão epistemológica**. Dito de outra maneira, o tempo de serviço não é qualificação para uma análise crítica em nível epistemológico (Praia; Cachapuz; Gil-Pérez, 2002b, p. 129, grifos nossos).

Em síntese: a relação entre a experimentação e a teoria **é bem mais complexa do que muitos professores pensam** e é, de certo, também por isso, que raramente ela é equacionada e pensada, desta forma, na sala de aula. Há que considerar outras possíveis alternativas mais enriquecedoras como sejam contra-exemplos, experiências intencionalmente orientadas para levar a resultados não esperados e referência a resultados que vêm da literatura (Praia; Cachapuz; Gil-Pérez, 2002a, p. 259, grifos nossos).

O nosso trabalho pretende ser um contributo para a necessária transformação das concepções dos professores sobre a situação do mundo, para que **a habitual falta de atenção** sobre o assunto se transforme numa atitude de intervenção consciente (Gil-Pérez *et al.*, 2003, p. 125, grifos nossos).

Infelizmente (para quem gosta de coisas simples), a história é complexa e tem aspectos que **não podem ser compreendidos por pessoas às quais faltem certos pré-requisitos**. Estudantes universitários de Ciências Exatas que já tenham passado pelas disciplinas básicas (mais especificamente a partir do 3.º ano) têm condições de compreender tudo ou praticamente tudo o que está envolvido na história. No caso de pessoas sem tal formação, somente seria possível **apresentar uma versão simplificada** (e certamente não tão eficaz) do presente caso histórico (Martins, 2004, p. 512, grifos nossos).

Assim como os alunos, **os professores também têm pré-concepções**, não somente quanto ao conteúdo científico, mas também quanto à visão de ciência e à visão de ensino e aprendizagem; e **suas concepções são basicamente tão limitadas quanto as visões e ideias dos alunos** nos mesmos domínios (Pacca; Scarinci, 2010, p. 711, grifos nossos).

Possivelmente, uma das mais severas causas da inércia na inserção de aspectos da natureza da ciência no Ensino Médio possa estar na **lenta mudança dos pontos de vista dos professores de Ciências e de Física**, em particular (Moreira; Massoni, 2014, p. 596, grifos nossos).

A ideia de que professores e estudantes não estão “preparados” também é expressão dessa concepção passiva de agência, pois defende que, uma vez que os seres humanos são “espectadores”, estes ou ainda não foram expostos à verdadeira imagem *sobre* ciência o bastante, ou não foram expostos de forma adequada, o que justificaria tanto a necessidade de melhorar os materiais didáticos quanto de disputar qual seria a melhor abordagem (ou referencial epistemológico) a ser adotado:

desenvolvimento e aprendizagem é um trabalho colaborativo em andamento de natureza ativista que não se limita a pessoas que se adaptam ao que é "dado" no mundo; em vez disso, esses processos dependem e são realizados por meio de pessoas que formam agendas orientadas para o futuro e realizam mudanças sociais alinhadas com essas agendas, dentro de projetos colaborativos de transformação social (Stetsenko, 2016, p. 232-233, tradução nossa).

Nesse sentido, essa preparação viria pelo acúmulo de mais discussões *sobre* ciência que, como podemos notar nos enunciados, são tomadas como sendo os conteúdos de HFC e NdC, representados pela necessidade de se ensinar a “moderna filosofia da ciência”, a “história da ciência” e sua “epistemologia”.

Novamente, tratando os seres humanos como máquinas, estes enunciados expressam o compromisso de *apresentar* essa imagem *sobre* ciência. Como discutimos na seção anterior, essa perspectiva envolve o compromisso de *transmitir* essa imagem, de modo que aqui o que estamos chamando a atenção é que essa transmissão, entende-se, começa com a devida (ou “correta”)

apresentação, verbal ou escrita, dessa imagem. Essa concepção representa uma reificação dos conceitos de “linguagem” e “comunicação” e essa reificação não se desconecta da concepção passiva de agência, pois da mesma forma que toma o agente como “espectador”, nessa nuance específica, toma o agente como “ouvinte” ou “leitor”, como se os atos de “ouvir” e “ler” fossem passivos. É como se fosse possível, no caso dos especialistas, *falar* e *escrever* o mundo de forma neutra, quase que “não-ideológica”, ao passo que caberia aos professores e estudantes, meros espectadores, *ouvirem* e *lerem* o mundo suspensos de suas aspirações, personalidades, identidades ou ainda, em suma, de suas ideologias.

Essa reificação envolve um tópico muito discutido nos estudos marxistas: a dicotomia entre *agência* e *estrutura*¹¹³. Volóchinov (2021) defende que essa dicotomia pode ser estudada também quando analisamos a produção e estabilização de enunciados, especialmente compreendendo que estes, assim como os gêneros do discurso e a própria palavra, não se desconectam da ideologia:

O estabelecimento da ligação entre a base e um fenômeno isolado, que foi retirado do contexto ideológico integral e unificado, não possui nenhum valor cognitivo. Primeiro, *a importância de uma mudança ideológica deve ser definida no contexto da ideologia correspondente*, considerando que **qualquer área ideológica é uma totalidade que reage** com toda sua composição à alteração da base (Volóchinov, 2021, p. 104, *itálicos no original e grifos nossos*).

Nesse sentido, a perspectiva passiva sobre essa imagem *sobre* ciência, ao considerar a (suposta) passividade dos espectadores que a receberão por transmissão, não só reforça essa dicotomia entre agência e estrutura como considera, da forma mais positivista possível (e paradoxal já que tanto a critica) que essa imagem *adequada* sobre a atividade científica é, no limite, ideologicamente imaculada e neutra. Além disso, ao assumir essa forma, (quase que implicitamente) reforça-se a ideologia burguesa dominante, de manutenção do status quo, uma vez que a ideologia, enquanto totalidade que, segundo Volóchinov (2021), *reage* à qualquer *alteração da base*, reage buscando proteger esse *modus operandi* (e, em certa medida *vivendi*) adaptativo e passivo, pois isso garante sua perpetuação. Nesse sentido, os compromissos de *garantir*, *corrigir*, *transmitir* e *motivar* formam, junto com outros compromissos que aqui neste capítulo estamos analisando, o reforço da base da sociabilidade capitalista que encontra, na

¹¹³ Tópico esse que, dada sua proporção, não dispomos de espaço aqui para discutir. Mencionamos apenas, apoiados principalmente em Volóchinov (2021), que essa é uma questão latente, sobretudo no campo dos estudos marxistas de linguagem.

educação quando comprometida com essa base, mais uma ferramenta de *domesticação da agência* e, portanto, de perpetuação da dominação e exploração dos seres humanos pelos próprios seres humanos.

Assim, uma vez que se *garantiu* que a imagem *corrigida* foi *transmitida*, professores e estudantes não irão mais propagar concepções inadequadas *sobre* ciência. Esse é, nessa perspectiva, o processo de construção e ensino de conhecimento científico. A forma como esses compromissos passivos explicam esse processo pode ser exemplificado por meio de nossa última subcategoria, que expressa que esse processo ocorre devido à *adaptação/acomodação de conhecimentos de forma passiva/adaptativa*, como se eles fossem, nessa transmissão, “depositados na mente”:

Pensamos que uma consideração explícita de tais deformações pode ajudar a questionar **concepções e práticas assumidas de forma acrítica** e a aproximar-se de concepções epistemológicas mais adequadas que, **se devidamente reforçadas, podem ter incidência positiva** sobre o ensino (Gil-Pérez, *et al.*, 2001, p. 127, grifos nossos).

O indivíduo – a partir de seus esquemas motores que inicialmente derivam-se de reflexos a acontecimentos, mas, **por assimilação e acomodação**, vão ser passíveis de modificação – vai compensar as perturbações, por meio de **adaptação progressiva**, até **obter o equilíbrio** e com isso construir estruturas específicas para o ato de conhecer (Batista, 2004, p. 464, grifos nossos).

no processo de ensino, **o professor é o possuidor do conhecimento científico**, assim como os livros. Por isso, as novas concepções estão disponíveis e podem ser **apresentadas para os alunos**, surgindo muito mais rápidas do que na atividade científica (Silva; Nardi; Laburú, 2008, p. 23).

Se compararmos o desenvolvimento da sequência pedagógica na forma de uma história, **que o professor conduz** e na qual os alunos se envolvem e participam, vemos que, no início, é criado um conflito (o conflito cognitivo ou a questão-problema) a ser resolvido, e que os vários capítulos (as atividades planejadas pelo professor e seus vários momentos de intervenção) devem encaminhar a resolução desse conflito. Contudo, como em toda história, deve haver um capítulo “final” de desfecho (a formalização dos conhecimentos), e esse capítulo, necessariamente, cabe ao **contador da história**. Mas como o desfecho pertence à história, deve estar intimamente conectado a ela e quem deve ser capaz de perceber alguma conexão é o **aluno-ouvinte** (Pacca; Scarinci, 2010, p. 720, grifos nossos).

As teorias organísmicas da motivação reconhecem que os ambientes estão em constante mudança e que **afetam os indivíduos que convivem** e se relacionam com outros nesse ambiente. Consequentemente o indivíduo que está em contato com este ambiente **passa por mudanças para adaptar-se**. Desta forma, o ambiente atua no indivíduo e o indivíduo atua no ambiente. As abordagens organísmicas da motivação, partem da ideia que os indivíduos são seres inerentemente ativos, e que as necessidades psicológicas, os interesses e os valores pessoais fazem parte das atividades inerentes (Clement; Carminatti; Freira, 2020, p. 104, grifos nossos).

Quando diante de situações complexas e/ou novas situações, é necessário que o sujeito seja capaz de reestruturar conhecimentos e **desenvolver novo repertório comportamental** para compreendê-las. É nesse contexto que surge a importância da FC [Flexibilidade Cognitiva] (Vidmar; Sauerwein, 2020, p. 2, grifos nossos).

A teoria [da aprendizagem significativa], inicialmente, assume que o principal fator influenciador da aprendizagem é a quantidade, a clareza e a organização do que já é conhecido pelo estudante. O segundo aspecto é a natureza do material de ensino, que deve se relacionar com a estrutura cognitiva de maneira substantiva, isto é, **o significado de um conceito não deve se alterar, mesmo que o léxico utilizado para o definir se modifique**. A relação entre o material e a estrutura cognitiva também deve ser não-arbitrária, isto é, aquele que busca aprender não deve memorizar conceitos e proposições de maneira aleatória e sem relevância, sem que se depreendam significados no que está aprendendo (Ferreira *et al.*, 2020, p. 3, grifos nossos).

Essa domesticação da agência envolve *mecanismos de controle* e, muitas vezes, a escola se configura como espaço de (re)produção destes mecanismos (Apple, 1982). Quando defendemos que esse é um dos principais resultados que nos mostram que o reforço do ethos de adaptação e passividade literalmente *serve* ao status quo da sociabilidade capitalista, é justamente porque este nos mostra que, enquanto não assumirmos outros compromissos, estaremos muito mais reforçando essa escola que *é* mecanismo de controle do que a escola que poderia *vir a ser* espaço de construção agentiva de nossa própria história.

Nesse sentido, ao controlar a forma como se ensina tomando o ensino como transmissão e o aprendizado como recepção passiva, estamos assumindo compromissos com a escola como espaço de controle social, o que envolve ensinar-aprender com um currículo “que parece singularmente adequado a manter a hegemonia ideológica da maioria das classes que detêm o poder nessa sociedade” (Apple, 1982, p. 69). Enquanto o currículo assume várias dimensões, dentre elas a de documento oficial de controle e perpetuação dessa hegemonia, as concepções de agência e desenvolvimento humano que assumimos a partir desses compromissos, que não se desconectam desse currículo, reforçam essa hegemonia em cada atividade educacional.

Além disso, os enunciados estabilizados expressam uma ideia de que essa recepção passiva dos “conteúdos” é, principalmente no caso dos professores, feita de forma acrítica, como se expressar concepções inadequadas sobre ciência e ser culpabilizado por transmiti-las aos estudantes já não fosse culpabilização suficiente. É como se os professores *nunca* estivessem preparados para tal tarefa e *sempre* possuíssem concepções inadequadas. É quase como se os especialistas *precisassem* dessa constatação para poder então ensinar, também por transmissão, a imagem mais *adequada* da atividade científica.

Além da culpabilização ser extremamente injusta - e equivocada, visto que ao sistema capitalista e sua (re)produção hegemônica no currículo, aparentemente, pouca culpa se tenta atribuir - essa postura *sobre* as concepções dos professores é um desrespeito, especialmente pelo saber do professor. Nesse sentido, esse modelo de educação que se expressa bem nos moldes do que Freire (2022) chama de “educação bancária” é, ao mesmo tempo, mecanismo de controle e *instrumento de opressão*:

Na visão “bancária” da educação, o “saber” é uma doação dos que se julgam sábios aos que julgam nada saber. Doação que se funda numa das manifestações instrumentais da ideologia da opressão - a absolutização da ignorância, que constitui o que chamamos de alienação da ignorância, segundo a qual esta se encontra sempre no outro (Freire, 2022, p. 81).

É nesse sentido que dizemos que os especialistas, aqueles que “sabem HFC e NdC”, nessa perspectiva bancária de educação, *precisam* das concepções inadequadas *sobre* ciências dos professores. Não é porque os especialistas *querem* ou porque *se divertem* com essas concepções. O que ocorre é que, uma vez que se estabelecem os mecanismos de controle e os instrumentos de opressão para garantir que o status quo da sociabilidade capitalista se mantenha, tendo na escola um espaço de (re)produção da ideologia da classe dominante burguesa, a dinâmica das atividades se estrutura de modo que *precisam* considerar “no outro” a inadequação para poder justificar seus compromissos, por meio dos compromissos de *garantir, corrigir e motivar*. *Garantir* porque “o outro” não tem acesso a materiais de qualidade; *corrigir* porque “o outro” apresenta inadequações e *motivar* porque “o outro” precisa entender que, no fim, é unicamente (e individualmente) sua a necessidade de “correr atrás” daquilo que não sabe, de modo que para desempenhar tal tarefa este precisa estar motivado.

Nessa designação dos professores e estudantes como “[e]ducador e educandos se arquivam na medida em que, nessa distorcida visão da educação, não há criatividade, não há transformação, não há saber” (Freire, 2022, p. 81) e essas impossibilidades de criar, transformar e saber representam a negação da educação e o conhecimento como “processo de busca” (ibid.). Nesse sentido, como discutimos anteriormente, esses compromissos passivos de agência e desenvolvimento humano, ao tratarem os seres humanos como máquinas receptoras de parâmetros, lhes nega as possibilidades concretas de emancipação humana:

Não é de estranhar, pois, que nesta visão “bancária” da educação, os homens sejam vistos como seres da adaptação, do ajustamento. Quanto mais se exercitem os educandos no arquivamento dos depósitos que lhes são feitos, tanto menos desenvolverão em si a consciência crítica de que resultaria a sua inserção no mundo, como transformadores dele. Como sujeitos (Freire, 2022, p. 83).

Ou seja, por serem tratados como seres passivos, assim se entendem e assim são mais facilmente domesticados, criando impedimentos concretos para que se organizem e, uma vez organizados, possam derrubar o sistema que lhes nega, diariamente, uma vida plena. Nesse sentido, “a educação não se trata de transmitir e adquirir conhecimento por conhecer, mas de fornecer condições e ferramentas para que as pessoas se tornem atores agentes e co-criadores da sociedade, da cultura e da história” (Stetsenko, 2016, p. 249, tradução nossa).

Para finalizar nossa seção, é importante destacar que, dado o que expusemos até aqui, não significa que não acreditamos que concepções podem mudar ou que a educação não tenha esse papel de mudança; apenas estamos chamando a atenção, mais uma vez, que isso envolve a *complexificação da consciência* a partir das atividades e não uma qualidade de um material ou abordagem em si mesmos. Complexificação essa que não acontece acidentalmente, ou “por acaso”, mas que também não ocorre por transmissão e adaptação/acomodação passiva. Tal complexificação é processo-produto de engajamentos coletivos propositais e agentivos sobre o próprio processo de educar-se, de conhecer o mundo *enquanto* o transforma. Processo-produto esse que, na perspectiva ativista transformadora, envolve compreender (e agir *com* essa compreensão) da educação como *possibilidade de autoria da própria história* (Camillo, 2015; 2019). Assim, para que a educação assim possa se constituir:

é fundamental reconhecer que as conquistas humanas historicamente formadas não estão imediatamente disponíveis a todos os indivíduos, nem as contribuições dos indivíduos são transferidas imediatamente ao gênero humano, **mas passam por este conjunto de atividades mediadoras que em larga medida está associada a classe no qual o indivíduo está inserido**. Neste sentido, compreender o papel da educação em ciências no processo de humanização passa necessariamente pela compreensão deste conjunto de atividades, ou seja, pela compreensão do lugar que este indivíduo ocupa na totalidade da sociedade (Camillo, 2015, p. 214, grifos nossos).

É nesse sentido, por exemplo, como discutimos no primeiro capítulo, que as nossas concepções metodológicas são sempre *ideo-metodológicas* (Camillo, 2019), uma vez que a forma como compreendemos a realidade e as formas como agimos nela não se dicotimizam.

Na próxima (e brevíssima) seção, faremos uma síntese do que discutimos até aqui e encaminharemos essas discussões, entendendo que o segundo capítulo e este terceiro servem como nossa *denúncia*, de modo que precisamos no quarto capítulo, seguindo Freire, nos direcionarmos ao *anúncio*.

3.4 Breve síntese e possibilidades de superação: o que fazer?.

Apresentamos até aqui nossas análises sobre os compromissos cognitivistas-transmissivos-passivos que nos ajudaram a sustentar a denúncia que fizemos no segundo capítulo e as análises dos enunciados estabilizados que fizemos neste terceiro capítulo.

Tais análises, continuando nossa tarefa de construção da *denúncia*, nos deixam com a sensação de que existam muitos problemas e que a busca por sua superação é coletiva e urgente. Essa urgência não diz respeito apenas ao campo da Educação, ou mais especificamente de forma restrita ao campo de pesquisa em Ensino de Física, mas de uma percepção que emerge a partir de uma análise ampla de conjuntura. Análise essa que não precisa ser muito mais detalhada do que o que conseguimos produzir até aqui para concluir que, mesmo sendo extremamente amplo o movimento de superação do capitalismo e esse não começando apenas “dentro” do campo da Educação, sem ela jamais se constituirá¹¹⁴. Além disso, essa conclusão precisa ser acompanhada da percepção que, mesmo em âmbito de denúncia, não significa que *tudo* que o campo de pesquisa em Ensino de Física produziu, ao longo dos anos desde sua gênese, foi o que estamos chamando de *Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo*. Significa, no entanto, que dada a existência do ethos de adaptação e passividade, esse se manifesta também no campo de pesquisa em Ensino de Física expressando-se por meio dos compromissos cognitivistas-transmissivos-passivos que são sintetizados nos enunciados estabilizados que analisamos e, analisando, podemos encarar o desafio de lutar por um Ensino de Física que assuma outros compromissos, o que estamos chamando de *Ensino de Física Ativista Transformador*.

A partir disso, compreendendo que o desafio pela superação do capitalismo é uma luta constante e lenta e que envolve, como discutimos até aqui, a superação do ethos de adaptação e

¹¹⁴ Cabe destacar, parafraseando João Carvalho, historiador e produtor de conteúdo comunista, sua célebre frase que sintetiza o momento histórico e, ao mesmo tempo, sinaliza a necessidade de radicalização política: “o capitalismo falhou, falha e falhará em cada uma das sociedades onde ele colocar os seus tentáculos, que se baseiam na expropriação e na exploração do homem [sic] pelo homem. É isso que nós combatemos!”

passividade que se manifesta (também) no Ensino de Física, a pergunta que nos assombra é: *e agora, o que fazer?*

Certamente não possuímos respostas prontas para tal pergunta, primeiramente porque essa é, assim como as possibilidades de respondê-la, histórica, e em segundo lugar porque essa pergunta não pode apenas ser respondida num suposto mundo das ideias, mas precisa ser sustentada por uma série de compromissos com as atividades que precisam ser desenvolvidas para que não somente a resposta, mas as contradições que nela habitam, sejam satisfeitas.

Assim, cabe destacar, é bastante famoso o texto de Lênin, escrito originalmente em 1902, intitulado “O que fazer? Questões candentes ao nosso movimento”, onde o principal líder da Revolução Russa indica, dentre várias diretrizes, que uma das principais urgências do proletariado era a educação política:

Cabe perguntar: em que deve consistir a educação política? É possível limitá-la à propaganda da ideia de que a classe operária é hostil à autocracia? Naturalmente que não. Não basta **explicar** a opressão política de que são objecto os operários (tal como não bastava **explicar-lhes** o antagonismo entre os seus interesses e os dos patrões). É necessário fazer agitação a propósito de cada manifestação concreta **desta** opressão (como começámos a fazer para as manifestações concretas de opressão económica). E uma vez que as mais diversas classes da sociedade são vítimas desta opressão, uma vez que se manifesta nos mais diferentes aspectos da vida e da actividade sindical, cívica, pessoal, familiar, religiosa, científica, etc., não é evidente que **não cumprimos a nossa missão** de desenvolver a consciência política dos operários se não **nos comprometermos** a organizar uma **campanha de denúncias políticas** da autocracia em todos os aspectos? Porque, para fazer agitação a propósito das manifestações concretas da opressão, é necessário denunciar estas manifestações (da mesma maneira que tal como para fazer a agitação económica era necessário denunciar os abusos cometidos nas fábricas) (Lênin, 1977 [1902], p. 35-36, grifos no original).

Mesmo que Lênin estivesse envolvido com atividades que foram diferentes destas que nos envolvemos com a escrita desta tese, vale a pena refletirmos que, mais de 120 anos depois, a educação com consciência política e compromisso de superação do capitalismo *ainda* é uma necessidade urgente. Não somente *ainda*, como *cada vez mais*, tendo em vista as crises que o capitalismo nos impõe, como por exemplo, o crescimento da extrema direita em todo o mundo, o que infelizmente inclui o Brasil.

Nesse sentido, finalizamos esse capítulo não com a sensação de que nossa denúncia aqui delineada é suficiente, tampouco que o que buscamos construir no próximo capítulo como nosso anúncio seja suficiente para construir a revolução. Também não temos a intenção, nem a capacidade, de entender que a tese seria, por si só, força motriz suficiente para a superação do

capitalismo, que urgentemente precisamos. No entanto, entendemos que a tese - a busca por um *Ensino de Física Ativista Transformador* - pode ser mais uma engrenagem nos mecanismos desse amplo movimento de superação, que não começa aqui mas que não passará impune de envisionar o futuro, a partir do presente, buscando responder a questão “o que fazer?”.

Nesse sentido, entendendo que o par dialético da crítica precisa ser a proposição, no próximo capítulo discutiremos as bases da perspectiva que aqui estamos chamando de *Ensino de Física Ativista Transformador*.

4. Capítulo 4 - Por um Ensino de Física Ativista Transformador

*“Hey, we think so supersonic
And we make our bombs atomic
Or the better, quite neutronic
But the poor don't see a dime*

*Nowadays, the air's polluted
Ancient people persecuted
That's what mankind contributed
To create a better time”*

Eagle Fly Free - Helloween

*“Some of the smartest dummies
Can't read the language of Egyptian mummies
An' a fly go a moon
And can't find food for the starving tummies”*

Patience (Sabali) - Distant Relatives

Neste capítulo, discutiremos que, para além de posicionar o Ensino de Física Ativista Transformador como “o anúncio” emergente “da denúncia”, ele se configura como movimento daquilo que Camillo (2015) chama de “organização de novas atividades e novas formas de consciência”. Nossa discussão, tomará como base a dimensão de *anúncio* neste capítulo especialmente porque entendemos que a partir da leitura dele será possível defender a luta por um Ensino de Física Ativista Transformador como uma *necessidade* e não apenas uma mera *opção*.

Entendemos que a justificativa da relevância dessa necessidade é, em certa medida, o coração da tese, tendo em vista que ela busca compreender quais os compromissos que constituem o campo de pesquisa em Ensino de Física, sobretudo aqueles relacionados à perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências. Ou seja, sem a presunção de acreditar nessa relevância apenas porque defendemos que ela seja relevante, se essa necessidade é realmente urgente, o que defendemos, esperamos que esse capítulo, enquanto anúncio emergente da denúncia, permita com que possamos reafirmar essa urgência enquanto apontamos algumas possibilidades de superação das contradições que até aqui pontuamos.

4.1 Axio-onto-epistemologia para-si.

Como discutimos no primeiro capítulo, neste momento iríamos tratar como um possível resultado da perspectiva do Ensino de Física Ativista Transformador as possibilidades de

transformação da axio-onto-epistemologia *em-si* para uma axio-onto-epistemologia *para-si*. Certamente que esse “resultado” não é resultado em termos de que este emerge por si só, numa relação linear causal entre o que discutimos no primeiro capítulo e o que iremos aqui discutir. Pelo contrário, trata-se da discussão sobre a necessidade de organização consciente das atividades que intencionamos fazer emergir, a partir dos nossos compromissos, sintetizados nessa perspectiva que estamos chamando de Ensino de Física Ativista Transformador. Tais compromissos, como discutiremos ao longo desta seção, partem do pressuposto que para que o Ensino de Física desenvolva-se como uma *Atividade Potencial* é fundamental que essa transformação se efetive, tomando como principal tarefa a necessidade de superar o reducionismo da atividade científica à sua dimensão puramente epistêmica:

E assim, ao invés de tomar a realidade como um todo já acabado, que é transferido aos estudantes por meio dos cânones da ciência ou que precisa ser redescoberto desde o princípio pelos métodos da ciência, a educação em ciências tem a possibilidade de ser concebida como um processo por meio do qual um determinado estágio do desenvolvimento humano pode participar efetivamente do enriquecimento da individualidade humana, não simplesmente pelo conteúdo científico em si, não pelo conhecer a realidade tomada em si mesma, mas como possibilidade de que, ao reconstruir a realidade de maneira sintética a partir de um determinado estágio do desenvolvimento humano – não de maneira absoluta e final –, **as transformações nesta realidade sejam operadas de maneira consciente** (Camillo, 2015, p. 205, grifos nossos).

Enquanto no primeiro capítulo questionamos esse reducionismo a partir do desenvolvimento da axio-onto-epistemologia *em-si* - no sentido de que a dimensão epistemológica passa a ser *mais uma* e não *a totalidade* da atividade científica (ou da prática educativa com conteúdo científico) - a partir da constituição do que estamos chamando de Ensino de Física Ativista Transformador, expandimos a crítica a esse reducionismo, buscando agora explicitar como esse reducionismo pode ser efetivamente superado na constituição de uma axio-onto-epistemologia *para-si*.

Quando na conceituação do *problema-para-si*, Camillo (2015, p. 155) discute que essa categoria expressa “a possibilidade concreta de superação do estado de imutabilidade por meio da qual a realidade aparece na consciência humana”. No caso específico do problema que com a axio-onto-epistemologia *em-si* chamávamos a atenção no primeiro capítulo - o reducionismo à dimensão puramente epistêmica como a totalidade da atividade científica - podemos problematizar essa imutabilidade discutindo a necessidade de superar esse reducionismo,

especialmente em âmbito da busca pela superação do Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo, no sentido que esse reducionismo opera de maneira a reforçar essa (suposta) imutabilidade, totalizando¹¹⁵ a atividade científica como sendo apenas a representação de uma série de aspectos puramente epistêmicos sobre ela. Ou seja, enquanto axio-onto-epistemologia *para-si* é necessário que tratemos a necessidade de superação desse reducionismo onde a dimensão epistemológica, ao invés de tomada como *mais uma* dimensão, é ensinada-aprendida como a totalidade do que seria a representação mais fiel (a “verdadeira imagem”) sobre a atividade científica; totalidade essa que é consensuada e, em certa medida, tomada como imutável, uma vez que é sintetizada nos enunciados estabilizados pelo campo de pesquisa em Ensino de Física enquanto algo valioso que deve ser “transmitido”, como demonstramos no terceiro capítulo.

Considerando que “não se pode falar de consciência sem a respectiva prática social na qual tal consciência emerge” (Camillo, 2015, p. 155) e que, ao defendermos uma axio-onto-epistemologia *para-si* estamos almejando a possibilidade de emergência de novas formas de consciência onde o reducionismo da atividade científica apenas à dimensão puramente epistêmica não se sustenta, essa defesa conecta-se, necessariamente, com a necessidade de assumir compromissos que considerem esse reducionismo um problema-para-si. Nesse sentido, enquanto com a axio-onto-epistemologia *em-si* defendemos que quando consideramos a importância das discussões epistemológicas no Ensino de Física essa importância precisa considerar essas discussões como *mais uma* dimensão constitutiva da totalidade que, assim como as dimensões axiológicas e ontológicas, explicitariam o que viria-a-ser a atividade científica, com a axio-onto-epistemologia *para-si* chamamos a atenção para a necessidade de que essa totalidade (axio-onto-epistemológica) seja co-constituente daquilo que entendemos pelas relações entre HFC, NdC e ensino. Ou seja, que na organização de atividades daquilo que numa perspectiva ativista transformadora entendemos como sendo o ensino *em* e *sobre* ciências, esse tratamento seja feito considerando a interdependência genética-estrutural entre axiologia, ontologia e epistemologia como um princípio fundamental destas atividades. Não se poderia, nessa perspectiva, criar uma “lista de aspectos consensuais” sobre a atividade científica e apresentá-los,

¹¹⁵ Totalização essa que estamos chamando a atenção durante toda a tese, mas especialmente no terceiro capítulo, onde discutimos as problemáticas relacionadas à perspectiva de se criar uma “imagem menos deformada” sobre a atividade científica para ser “transmitida” para a “estrutura cognitiva” dos estudantes (e por eles passivamente recebida) na prática educativa.

por meio de materiais¹¹⁶, por exemplo, como sendo uma “imagem mais adequada sobre a atividade científica”, sobretudo quando esses aspectos se limitam a uma série de asserções puramente epistemológicas sobre ela. A atividade científica não se resume a uma série de aspectos (ou características) que a definem por si só, tampouco essa série de aspectos seria suficiente mesmo se considerássemos sendo a sua natureza apenas puramente epistêmica.

Com a axio-onto-epistemologia *para-si* buscamos novas formas de consciência que envolvem uma complexificação dessa compreensão puramente epistêmica da atividade científica, onde essa atividade, assim como toda atividade humana, se estrutura sempre com essa interdependência genética-estrutural axio-onto-epistemológica. Ao ser transformada de problema-em-si para problema-para-si, a axio-onto-epistemologia explicita essa interdependência, de modo que, por exemplo, ensinar-aprender Física na escola não se resume apenas à apropriação, via transmissão, desse conjunto de asserções epistêmicas do que se considera de maneira (epistemologicamente) consensuada que é a atividade científica. Enquanto problema-para-si, a axio-onto-epistemologia explicita, por exemplo, que cada um dos itens desse conjunto de asserções é constituído de dimensões axio-onto-epistemológicas mesmo sendo tratados como uma “lista de aspectos epistemológicos” que foram “epistemologicamente consensuados”. Não se pode, nessa perspectiva, separar as partes e o todo de forma justaposta, uma vez que o “conhecimento é, no entanto, um modo de apropriar-se da relação destas partes com o todo, conhecendo o seu mecanismo de reprodução e, sobretudo, a maneira como veio a existir” (Camillo, 2015, p. 160).

No entanto, se com a axio-onto-epistemologia *para-si* nosso principal objetivo é que essa interdependência genético-estrutural que apontamos com a axio-onto-epistemologia *em-si* possa vir-a-existir efetivamente na consciência dos agentes das atividades onde o ensino-aprendizagem sobre a atividade científica se organize, um dos pontos que precisamos discutir é de que formas essa existência - enquanto emergente na consciência a partir da práxis - é concretamente possível. Para isso, primeiramente retomaremos e buscaremos avançar em um tópico que discutimos no terceiro capítulo, no momento das análises: a ideia de que a consciência se constitui¹¹⁷ de forma

¹¹⁶ Materiais esses que, frutos de uma didatização dessa dimensão puramente epistêmica normalmente são, como discutimos em Garcia e Camillo (2021a), aquilo que se convencionou chamar de “lista de aspectos consensuais”.

¹¹⁷ “Para Vygotsky, a consciência é uma relação social (não está *em* ou é *determinada por* relações sociais) - um ponto que é ignorado nas interpretações convencionais - “ocidentais” e “orientais” - de Vygotsky” (Azeri, 2020, p. 5, tradução nossa e itálicos no original).

emergente na práxis. Em outras palavras: são as atividades que produzem (e complexificam) a consciência.

O estudo da consciência, especialmente nessa perspectiva que considera-a enquanto *processo-produto* emergente das atividades humanas, é um dos tópicos aprofundados pela Teoria da Atividade Cultural-Histórica, desde sua primeira geração, com trabalhos de Vygotsky (1997) e Leontiev (2005), por exemplo, dentre outros. Vygotsky (1997) dedica alguns capítulos do terceiro volume de seu *Collected Works* para discutir a formação da consciência humana, destacando sua natureza emergente e coletiva, formada a partir das atividades humanas, o que contribui para criticar, ao mesmo tempo, outras vertentes teóricas da época (como o behaviorismo estadunidense e reflexologia russa).

A partir de algumas relações entre a perspectiva vigotskiana e a pedagogia freireana¹¹⁸ Camillo (2015) discute a formação da consciência humana a partir da unidade “atividade-consciência”. Essa formação, argumenta o autor, precisa ser discutida sempre na perspectiva de considerar essa unidade, uma vez que “somente pela análise, ao mesmo tempo genética (histórica) e sistêmica (nas suas complexas relações), que se é capaz de apreender a gênese e o desenvolvimento da consciência humana, intimamente relacionada com a própria emergência do trabalho” (Camillo, 2015, p. 78). Essa perspectiva permite compreender a consciência em sua “processualidade ontológica” (ibid.), emergente a partir das relações sociais, das atividades humanas, do “próprio processo histórico de desenvolvimento da humanidade. É nele que a efetivação de determinadas condições concretas permite, a partir de um certo estágio do desenvolvimento, a efetiva emergência da consciência” (ibid.).

Outro autor que, inspirado principalmente pela perspectiva vigotskiana no estudo da consciência e de outros escritos de Ilyenkov, se aprofunda também nessa perspectiva sobre a consciência é Siyaves Azeri. O autor sintetiza o trabalho de Vygotsky sobre a consciência como sendo de extrema importância principalmente para “rejeitar a falsa dicotomia entre o subjetivo e o objetivo” (Azeri, 2011, p. 11, tradução nossa) e abrir espaço para a discussão acerca da necessidade de “ruptura com formulações reflexológicas simplistas-mecânicas e behavioristas de

¹¹⁸ Em diversas passagens de “Pedagogia do Oprimido” Freire (2022) discute a emergência e complexificação da consciência, como por exemplo, ao destacar que “este ser, que desta forma atua e que, necessariamente, é um ser consciência de si, um ser ‘para si’, não poderia ser, se não *estivesse sendo*, no mundo com o qual está, como também este mundo não existiria, se este ser não existisse” (Freire, 2020, p. 127, itálicos no original) e também ao chamar a atenção para o fato da inconclusibilidade humana, sendo os seres humanos enquanto síntese de relações “capazes de ter, não apenas sua própria atividade, mas a si mesmos, como objeto de sua consciência, o que os distingue do animal, incapaz de separar-se de sua atividade” (ibid., p. 122).

estímulos-resposta” (ibid.). Essa ruptura envolveu o entendimento da consciência como esse processo-produto emergente, de uma forma onde esta é considerada “um produto social, gerado no processo do trabalho e externalizado como uma construção. Ela é atividade objetificada” (ibid., p. 19).

Seguindo a mesma linha de argumentação, Azeri (2020, p. 2, tradução nossa), tomando a consciência como processo-produto emergente nas atividades humanas, o autor destaca que os seres humanos “não apenas produzem coisas, mas também produzem a totalidade de si mesmos - suas vidas físicas, os meios de produção e subsistência e sua consciência”. Certamente, sendo atualmente essa (re)produção da vida no modo de sociabilidade capitalista, a consciência emergente dessa sociabilidade encontra-se também como expressão dela, uma vez que “a consciência individual emerge como uma personificação do capital como uma relação social” (ibid., p. 5). É nesse sentido que a superação desse modo de sociabilidade capitalista é imprescindível para que novas formas de consciência possam emergir, ao mesmo tempo que, dialeticamente, essa superação só é possível com a complexificação da consciência que atualmente é expressão dessa sociabilidade¹¹⁹. Nesse sentido, tanto proletariado quanto burguês, enquanto classe social, vive de uma forma que:

O movimento da classe em direção ao seu conceito não é uma questão de ganhar consciência, isto é, não significa "consciência de classe" em contraste com a existência "física" da classe (sem consciência adequada). Em vez disso, explica a constituição e o processo contínuo de reprodução e reconstituição da classe como uma relação social e como a personificação do capital (Azeri, 2015, p. 452, tradução nossa).

Ou seja, a classe é “uma relação social assim como a sociedade e o social. A luta de classes é a base da classe” (ibid., p. 456). Base essa que, forjada na luta, só pode por meio da luta, assumindo compromissos com a transformação social¹²⁰, também fazer emergir *novas formas de consciência*.

¹¹⁹ No *Manifesto do partido comunista*, Marx e Engels (2024, p. 55) questionam: “[é] necessária intuição profunda para entender que as ideias, os pontos de vista e as concessões do ser humano, resumindo, a consciência do ser humano, mudam de acordo com as mudanças nas condições de sua existência material, nas suas relações sociais e na sua vida social?”

¹²⁰ “A relação entre o ser humano e a natureza, bem como entre os próprios humanos, juntamente com suas formas de atividade (sua consciência, vontade, imaginação e formas de pensar), inevitavelmente traz a marca das relações sócio-históricas peculiares (de produção) dentro das quais os humanos realizam sua atividade” (Azeri, 2017, p. 7, tradução nossa).

Considerando, portanto, que “o surgimento de uma nova consciência se dá pelo surgimento de **novas atividades diante de problemas concretos** (que permitem a emergência de novas formas de consciência)” (Camillo, 2015, p. 155-156, grifos nossos), para que possamos realizar essa transformação da axio-onto-epistemologia de problema-em-si para problema-para-si é necessário que sejam desenvolvidas atividades comprometidas com essa transformação por meio da apropriação de problemas concretos que explicitem a necessidade de considerar a atividade científica sempre com sua interdependência entre axiologia, ontologia e epistemologia (e não mais apenas com uma lista de aspectos epistemologicamente consensuados sobre ela). Ou seja, na perspectiva ativista transformadora, na dinâmica (insuprimível) entre apropriação/objetivação, é preciso assumir, enquanto compromisso, essa interdependência que apontamos com a axio-onto-epistemologia *em-si*, apropriando-se dela como problema-para-si (enquanto axio-onto-epistemologia *para-si*) para que seja possível objetivar atividades que, diante da identificação e necessidade de superação de problemas concretos, possam fazer emergir na consciência¹²¹ dos agentes destas atividades que a atividade científica é sempre, inevitavelmente, axio-onto-epistemológica.

Desta forma, na perspectiva do Ensino de Física Ativista Transformador, o ensino *em e sobre* ciências não se reduz apenas à construção de uma “imagem” epistemologicamente “mais adequada” (ou menos distorcida) sobre ciências que deve ser “transmitida” no ensino e pode então fazer parte, por acomodação, na “estrutura cognitiva” de professores e estudantes. Nessa perspectiva, “o mundo não é entendido como meramente ocupado nem habitado - mas sim realizado e trazido à existência por pessoas nos atos de transformar agentivamente suas práticas comunitárias” (Stetsenko, 2016, p. 317, tradução nossa). Nessa perspectiva, essa lógica cognitivista-transmissiva-passiva é questionada, como discutimos até aqui, por meio da axio-onto-epistemologia, primeiramente porque essa redução apenas à dimensão epistemológica precisa ser superada, entendendo que essa é apenas mais uma dimensão e não a totalidade da atividade científica. Essa superação enriquece o ensino-aprendizagem da Física, especialmente na perspectiva da complexificação, onde novos contextos se desenvolvem e o conhecimento/transformação da realidade é tratado em sua totalidade inevitavelmente axio-onto-epistemológica. Além disso, enquanto axio-onto-epistemologia *para-si*, emergem as possibilidades de que essa totalidade possa ser apropriada/objetivada de maneira consciente pelos

¹²¹ “Um conceito é formado apenas após a compreensão da impossibilidade de resolver um problema sem ele” (Azeri, 2011, p. 29, tradução nossa).

agentes dos processos de ensino-aprendizagem na prática educativa, uma vez que enquanto problema-para-si pode vir-a-existir nestas práticas como processo permanente e emergente de complexificação da consciência:

Neste sentido, esta outra forma de conceber a realidade, esta nova consciência do mundo, está associada à **ação transformadora**, superando as visões que não concebem a realidade como totalidade e que não concebem o próprio ser humano como totalidade (Camillo, 2015, p. 158, grifos nossos).

Esse processo de complexificação da consciência é, na perspectiva do Ensino de Física Ativista Transformador, expressão das possibilidades concretas de constituição de um Ensino de Física *para-si*, onde o Ensino de Física, especialmente na escola, possa ser *desencapsulado* e os agentes das atividades educativas possam tornar-se autores da própria história também por meio do ensino-aprendizagem da Física, fazendo valer sua vocação histórica de *ser mais*.

Na próxima seção discutiremos de maneira um pouco mais aprofundada a busca pela constituição de um Ensino de Física *para-si* enquanto condição (ativista transformadora) necessária para que possamos superar o Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo lutando por um Ensino de Física Ativista Transformador.

4.1.1 Ensinando-aprendendo Física para-si: processo agentivo e autoral de co-constituição da individualidade.

Nos processos de transformação do *problema-em-si* para *problema-para-si*, Camillo (2015) nos indica que um ponto principal é considerar a indissociabilidade entre apropriação/objetivação e consumo/produção de conhecimento científico. Nesse sentido, aos nos apropriamos de um conjunto específico de conhecimentos estaríamos, ao mesmo tempo, objetivando novos conhecimentos - novas formas de consciência e a “constituição de individualidades mais ricas, tanto do ponto de vista de potencialidades humanas historicamente formadas, quanto do lugar que ocupam na coletividade” (ibid., p. 199). Estaríamos também, de um ponto de vista dialético, enquanto consumidores desses conhecimentos também produtores de novos conhecimentos, uma vez que essa apropriação/objetivação se dá de maneira agentiva, em constante diálogo com a constituição de nossas identidades - daquilo que nos torna (cada vez mais) humanos.

Um dos possíveis questionamentos que emergem a partir dessa discussão, dentre muitos possíveis, poderia ser colocado da seguinte forma: *se, nas atividades humanas, ao nos apropriamos/consumirmos algum conhecimento estaríamos, ao mesmo tempo, objetivando/produzindo novos conhecimentos, e essa dinâmica é co-constitutiva de todas as atividades humanas, como ela se desenvolve (em termos de suas especificidades) numa aula de Física?* Em outras palavras: como poderia a perspectiva que aqui estamos desenvolvendo como Ensino de Física Ativista Transformador contribuir para que o Ensino de Física se desenvolvesse de forma (cada vez mais) consciente, tomando o Ensino de Física como Atividade Potencial comprometida com a complexificação da consciência?.

Para tentar responder essas questões - ou ao menos ensejar possibilidades destas serem coletivamente respondidas - iniciaremos a discussão analisando como se dá nossa “participação” numa atividade “aula de Física”. Isso servirá portanto como exemplo para ilustrar, à luz da perspectiva do Ensino de Física Ativista Transformador, como essa indissociabilidade entre apropriação/objetivação e consumo/produção de conhecimento se desenvolve nessa perspectiva.

Tradicionalmente estamos acostumados com a ideia de que uma atividade do tipo “aula” se desenvolve a partir da participação de seus diferentes atores, de modo que a cada um deles é atribuída uma função específica nessa atividade¹²². Nesse sentido, entende-se que estas funções são desempenhadas por esses atores, de modo que culturalmente, por exemplo, o professor “ensina” e os estudantes “aprendem”. Essa lógica, como discutimos no segundo capítulo, encontra-se comprometida com a perspectiva de um ensino-aprendizagem cognitivista-transmissivo-passivo, de modo que para superar essa lógica é necessário assumirmos compromissos com outra perspectiva, que aqui estamos chamando de ativista transformadora. Nessa perspectiva, ao invés de olharmos para essa atividade entendendo professores e estudantes como *participantes* passivos, entendemos estes como *colaboradores* ativos (e ativos) destas atividades, que podem ser, por exemplo, aquilo que entendemos singularmente como uma “aula de Física”.

¹²² E com isso, é importante destacar, não estamos defendendo que estes não possuam função alguma, como se as atividades humanas não fossem estruturadas também com uma *divisão do trabalho*. No entanto, chamamos a atenção para o fato de que, na perspectiva ativista transformadora, essa divisão não se dá de maneira linear e estanque, na lógica apenas operacional individualizada de “cada um faz a sua parte” mas sim na perspectiva da *colaboração*, onde mesmo cada indivíduo tendo uma função a desempenhar, todos colaboram conjuntamente (e conscientemente) para o desenvolvimento da atividade. Em outras palavras: que o objeto e motivo da atividade sejam compartilhados por todos seus agentes e que estes, nestes objeto e motivo, se reconheçam.

Antes de sermos acusados de ambiguidade ao posicionar dois termos que, a princípio, parecem ser apenas sinônimos, uma vez que “participação” e “colaboração” parecem a mesma coisa, cabe destacarmos que essa diferenciação não é invenção nossa, uma vez que é muito bem analisada e discutida especialmente na perspectiva ativista transformadora (Stetsenko, 2008a; 2008b; 2016; 2023c). A autora explicita essa diferenciação também não fazendo alusões puramente semânticas, mas posicionada a partir de um compromisso axio-onto-epistemológico que defende uma concepção ativista transformadora de desenvolvimento humano, onde a *“transformação colaborativa e proposital do mundo é o núcleo da natureza humana e a base de princípios para o aprendizado e o desenvolvimento”* (Stetsenko, 2008a, p. 474, tradução nossa e itálicos no original). Nesse sentido, ao mudar nossa concepção de que os seres humanos “participam”, enquanto atores passivos, para a concepção onde estes “colaboram” de forma agentiva e ativista entendemos a natureza humana como *“um processo de superação e transcendência de suas próprias limitações por meio de práticas colaborativas e contínuas destinadas a mudar propositalmente o mundo”* (ibid., p. 483). Enquanto participantes, nesse sentido, os seres humanos precisam apenas *adaptar-se* às condições pré-estabelecidas pelo status quo, de modo que não há espaço para criatividade, tampouco para questionar essas condições. Resta aos seres humanos, enquanto participantes, negarem-se a si próprios enquanto indivíduos, domesticarem suas intencionalidades, aspirações e compromissos com o futuro que imaginam para adequarem-se ao futuro que aqueles que determinam a organização do status quo já deixaram engendrado. Enquanto participantes nessa ordem pré-estabelecida, os seres humanos são forçados a ignorar que *“as nossas buscas por conhecimento são, em última análise, sobre nossas buscas por um mundo que queremos ver vir à existência”* (Stetsenko, 2023c, p. 18, tradução nossa). No entanto, enquanto colaboradores, os seres humanos são entendidos como agentes da própria história, história essa que é construída de maneira coletiva na luta pela superação desse status quo que os explora e os impinge, de modo que a realidade passa a ser essa constante luta. Enquanto colaboradores, solidarizam-se em prol da superação das contradições historicamente instauradas, de modo que se reconhecem como autores da própria história e entendem que *“não há produção de conhecimento e nenhuma metodologia de pesquisa que possa ser separada do envolvimento transformador e ativista de cada pesquisador individual e de uma postura única em relação ao mundo e suas lutas atuais”* (ibid., p. 38). Postura essa que não é apenas, como aponta Freire (2022) na dedicatória de *Pedagogia do Oprimido*, de reconhecimento

e sofrimento junto aos oprimidos e “esfarrapados do mundo”, mas também de luta constante com eles.

Enquanto na perspectiva da participação a posição que assumem esses agentes já é pré-determinada e inquestionável, na perspectiva da colaboração ela é dialogicamente acordada e se desenvolve ao passo que a atividade se desenvolve. Analisemos na sequência como essa perspectiva da participação se desenvolve quando olhamos para a “participação dos estudantes” e a “participação do professor”. Faremos esse exercício de, mesmo entendendo que essa separação não existe, precisamos ilustrar o que aqui estamos chamando de perspectiva da participação para podermos defender a perspectiva da colaboração, que acreditamos ser importante assumirmos enquanto compromisso de luta por um ensino-aprendizagem de Física que se desenvolva *para-si* e que assim se desenvolvendo seja parte do movimento de luta por um Ensino de Física Ativista Transformador.

Quando analisamos a participação dos estudantes numa aula de Física como tradicionalmente estamos acostumados, o tópico/conteúdo a ser ensinado é exposto pelo professor, de maneira falada e/ou escrita e os estudantes precisam “absorver” os conceitos vinculados nessa exposição. Daí emergem as perspectivas de “erro” e “acerto”, de “entender” ou “não entender” o “conteúdo da aula”, bem como a necessidade de “acompanhar o raciocínio do professor”. Vence o desafio aquele estudante que consegue acompanhar esse raciocínio (entende aquilo que o professor quer ou quis dizer), ao passo que esse acompanhamento pressupõe que esse estudante esteja entendendo o conteúdo da aula (esteja sentindo-se seguro ou confortável em ouvir/ler aquilo que o professor fala/escreve enquanto ele fala/escreve) e que conseguirá, no momento posterior - seja naquela mesma aula ou em atividades complementares - “aplicar” aquilo que acompanhou e aquilo que entendeu, em uma lista de exercícios ou teste individual, seja uma prova escrita ou uma atividade experimental, por exemplo. A partir do sucesso ou insucesso nessa aplicação é que a perspectiva de erro ou acerto, prontamente colada à ideia de aprendizagem ou falta dela, é evidenciada. Nessa dinâmica, aulas são ministradas, semestres iniciam e terminam, anos letivos inteiros se concluem e, muitas vezes, estudantes e professores terminam esse ano sem saber direito o que estão ensinando-aprendendo. Professores, na melhor das hipóteses, não têm ao certo segurança se os estudantes “realmente aprenderam o conteúdo” - ou se a tem, normalmente ela é informada apenas dados os resultados nas provas e testes que compõem a média das notas finais e sentenciam os estudantes com a aprovação ou reprovação.

Estudantes, na melhor das hipóteses, não tem ao certo segurança se “realmente aprenderam” ou se apenas “conseguiram passar de ano” - ou se a tem, normalmente derivam-na da constatação imediata (normalmente sem chance de possibilidade de protesto) dos resultados das provas e testes a partir da leitura das sentenças recebidas. O ensino-aprendizagem é assim “medido” de acordo com seu “produto”: a aprovação ou reprovação na disciplina de Física, de modo que todos os processos de ensino-aprendizagem desenvolvidos ao longo do período letivo pouco importam à luz desse produto.

Quando analisamos juntamente a participação do professor, apesar das especificidades que este, enquanto expectativas que nele se depositam dada a função social que exerce, sofre, notamos que essa dinâmica também o afeta. Numa aula de Física, nessa perspectiva da participação, o professor é o detentor do conhecimento e aquele que é encarregado de transmitir esse conhecimento na forma de “tópico” ou “conteúdo da aula”. Para essa transmissão, ele pode (ou não) possuir uma série de recursos didáticos, de modo que o mais importante é conseguir “apresentar” aos estudantes o conteúdo. Realiza essa tarefa o professor que consegue, apesar de suas convicções e intencionalidades para com o ensino-aprendizagem da Física, ensinar esse conteúdo que previamente lhe foi encomendado por meio das diretrizes curriculares e que realiza, ao final da transmissão, uma série de testes individuais com os estudantes com o intuito de aferir aqueles que conseguem (ou não) reproduzir o que foi transmitido como resposta nestes testes. Apesar de nos anos de docência que se seguem o professor não conseguir entender como o aluno que, no ano passado, “foi tão bem” em Física I mas está no presente momento “tendo tantas dificuldades” em Física II, é obrigado a seguir adiante. Segue o professor sem ter segurança se o estudante “aprendeu” ou apenas “decorou para passar de ano”, mas ainda assim, impingido pela estrutura que lhe fornece essa (suposta) segurança quando na análise dos resultados das sentenças de aprovação ou reprovação.

Por fim, a cada ano letivo, seguem professores e estudantes ensinando-aprendendo Física de modo que não sabem ao certo o que *já sabem* sobre ela, o que *deveriam* ou *precisariam* saber, tampouco o que *gostariam* (ou *não gostariam*) sobre ela saber. Seguem sentindo que a Física é um amontoado de conteúdos a serem ensinados-aprendidos numa ordem e nível de profundidade pré-estabelecido não por eles, ou na pior das hipóteses, “coisa para poucos”, “matemática com fórmulas” ou a famigerada expressão “coisa de maluco”. De um lado os estudantes se questionam “aprender Física para que?” e “onde vou usar isso na minha vida?” enquanto de outro lado os

professores se esforçam para explicar que “a Física está em tudo!” e que “hoje não teríamos nenhuma das tecnologias que temos sem ela”. Em outras palavras: Física é tudo, menos algo que professores e estudantes possam verdadeiramente considerar como algo *para-si*.

A partir disso, nos questionamos: se é a Física que nos ensina a origem do universo, do que as coisas são feitas, sobre a natureza do espaço e do tempo e, por exemplo, fatos acachapantes como os que explicam que somos feitos de poeira de estrela, por exemplo, como é possível que ela seja ensinada-aprendida de uma forma diferente que não *para-si*? Como é possível que a Física não nos faça sentido? Desconfiamos, em certa medida quase como em tom de hipótese, que essa falta de sentido não tenha a ver com os problemas-em-si da Física mas com a dificuldade de transformá-los em problemas-para-si, ou seja, de constituir um Ensino de Física *para-si*. Para tentar responder essas perguntas, nas próximas subseções discutiremos como uma aula de Física poderia ser desenvolvida na perspectiva da *colaboração* para que o ensino-aprendizagem da Física pudesse ser transformado em um Ensino de Física *para-si*.

Enquanto na perspectiva da *participação* cada sujeito isolado possui um desafio individual de ensinar *ou* aprender e que, uma vez completado, encerra seu papel numa atividade “aula de Física”, sendo esse desafio normalmente encarado como uma ação passiva de “transmitir” e “provar” ou “receber” e “cobrar” conteúdo, na perspectiva da *colaboração* é a *atividade que ensina-aprende*. Ainda que soe estranho, isso significa dizer que professores e estudantes ensinam-aprendem, de forma colaborativa, compartilhando suas diferentes intencionalidades e assumindo compromissos com essa atividade “aula de Física” que são, ao mesmo tempo, a manufatura da estrutura dessa atividade e deles mesmos. Estrutura essa que, ainda que repleta de diferentes motivos e organizando seus agentes, pertencentes à uma comunidade e seguindo uma série de regras, de modo a ocuparem diferentes posições dada a divisão do trabalho e de posse de uma série de instrumentos, possa fazer com que estes motivos sejam percebidos, de maneira sintetizada, no objeto compartilhado dessa atividade. Deste modo, por exemplo, defendemos que o papel dos professores possa ser “radicalmente repensado - deixando de vê-los como transmissores de informações ou meros facilitadores de diálogos para ver os *professores como ativistas* abertos à colaboração e ao diálogo, ou seja, como *agentes de uma mudança colaborativa* no mundo das práticas sociais” (Stetsenko, 2008b, p. 529, tradução nossa e itálicos no original). Atividade que ensina-aprende e que portanto faz emergir um sentimento de pertencimento em relação ao que se ensina-aprende, que faz com que seus agentes,

ao mesmo tempo que reconheçam conscientemente essa atividade como um atividade orientada a um objeto que estes conseguem nele se reconhecer, que conseguem nele compartilhar as possibilidades de virem-a-ser autores de sua própria história, reconhecem-se também como agentes que colaboram para que essa atividade seja cada vez mais capaz de desempenhar o máximo desenvolvimento humano possível naquele momento histórico. Em outras palavras, que esta seja, cada vez mais, uma *Atividade Potencial*.

Nesse sentido, na perspectiva da colaboração, é compromisso de todos os agentes, sejam eles professores ou estudantes, sejam quais posições ocupam nessa atividade em determinados momentos de seu desenvolvimento, organizarem-se para que essa atividade possa ser cada vez mais uma Atividade Potencial, que o ensino-aprendizagem desenvolva-se, cada vez mais, enquanto Ensino de Física *para-si* onde a superação da separação entre “ensinar” e “aprender”, bem como da contradição entre *educador* e *educando* que Freire (2022) denuncia, possam ser superadas:

Mas, se para a concepção “bancária” a consciência é, em sua relação com o mundo, esta “peça” passivamente escancarada a ele, à espera de que entre nela, coerentemente concluirá que ao educador não cabe nenhum outro papel que não o de disciplinar a entrada do mundo nos educandos. Seu trabalho será, também, o de imitar o mundo. O de ordenar o que já se faz espontaneamente. O de “encher” os educandos de conteúdos. É o de fazer depósitos de “comunicados” - falso saber - que ele considera como verdadeiro saber (Freire, 2022, p. 88).

Para poder explorar um pouco melhor o que significa superar essa contradição¹²³ e colaborar para a constituição de um Ensino de Física *para-si*, orientando-se pela perspectiva da *colaboração* agentiva e proposital ao invés da *participação* passiva, discutiremos na sequência diferentes possibilidades (ou caminhos) pelos quais entendemos que o Ensino de Física pode assim se desenvolver, de modo também a reforçar, mais uma vez, que defendemos ser esse desenvolvimento uma parte do amplo movimento de luta por um Ensino de Física Ativista Transformador. Tais possibilidades não devem ser encaradas como “diretrizes” tampouco como uma “metodologia de ensino”. Trata-se apenas de um esforço para tentar exemplificar e especificar isso que estamos entendendo como sendo o desafio de ensinar-aprender Física *para-si*.

¹²³ “O antagonismo entre as duas concepções, uma, a ‘bancária’, que serve à dominação; outra, a problematizadora, que serve à libertação, toma corpo exatamente aí. Enquanto a primeira, necessariamente, mantém a contradição educador-educandos, a segunda realiza a superação” (Freire, 2022, p. 95).

4.1.1.1 Ensino de Física para-si: individualidade e agência.

Uma possibilidade de que o Ensino de Física possa desenvolver-se *para-si* envolve a discussão daquilo que entendemos como sendo a co-constituição de nossas individualidades, sendo o ensino-aprendizagem da Física uma possibilidade para a formação de individualidades mais ricas do que aquelas que atualmente podemos desenvolver inseridos na sociabilidade capitalista. Certamente ao propor essa possibilidade não estamos conseguindo necessariamente “fugir do capitalismo” ou ignorá-lo, mas apenas tentando organizar-se de uma maneira a entender que o futuro que queremos (e precisamos!) precisa ser construído a partir de agora, de modo que as possibilidades de superar o capitalismo não acontecerão “naturalmente”, apenas se esperarmos a crise aguda do capital avançar mais até um ponto de quase não-retorno. Essas possibilidades precisam ser construídas a partir de agora e entendemos que o ensino-aprendizagem da Física comprometido com elas pode contribuir para essa construção tomando para-si a tarefa de desenvolver individualidades mais ricas.

Nesse sentido, não se trata de tomar a Física com potencial humanizador em si mesma, tampouco a prática educativa como a transmissão dessa riqueza, importando-a do plano coletivo ao individual. Na perspectiva do Ensino de Física Ativista Transformador, o enriquecimento de nossas individualidades se dá tomando a individualidade como processo-projeto (Camillo, 2015), o que não exclui uma crítica à própria Física, enquanto sistema de atividade que historicamente foi instrumento (também) de uma série de desumanizações arquitetadas e executadas pela hegemonia do capital. Ao assumir as possibilidades de enriquecimento de nossas individualidades como processo-projeto assumimos também a *mea culpa*, no sentido de tomar as contradições como motores das atividades, nos comprometendo com esse enriquecimento e entendendo que tanto a Física ou o ensino-aprendizagem de Física na escola, podem também ter suas potencialidades emancipatórias negadas, “sobretudo quando a Ciência é apropriada por um grupo social cujo interesse é a manutenção do status quo ou das relações de opressão” (Camillo, 2015, p. 193). É precisamente essa a natureza de nossa luta por uma necessidade de se assumir outros *compromissos* que não aqueles de manutenção do status quo da sociabilidade capitalista; assumi-los enquanto perspectiva de construção do futuro é comprometer-se com esse futuro, não apostando em nenhum sistema de atividade de maneira salvacionista e fetichizada mas comprometida com assumir as contradições destes sistemas e coletivamente superá-las ao longo do caminho.

Essas individualidades mais ricas encontram-se, nesse sentido, como possíveis de se desenvolver para além do que Duarte (2012) chama de “fetichismo da individualidade”, onde “as pessoas só veem aquilo que está imediatamente presente e não conseguem analisar o fato imediato à luz da totalidade social” (ibid., p. 8). Ou seja, essa supervalorização da individualidade burguesa emerge e se consolida enquanto “um fenômeno próprio do mundo da cotidianidade alienada” (ibid.), próprio de uma sociabilidade capitalista. Eis aqui algo que aparenta ser um paradoxo, mas na verdade é a expressão da natureza dialética com a qual a problemática da individualidade se constitui: enquanto precisamos de uma educação que, assumindo como (uma possível) tarefa a complexificação da consciência possa nos empoderar para construir a revolução e superar o modo de produção capitalista enquanto hegemonia, essa mesma educação - enquanto sistema de atividade - encontra-se arraigada ao capital. Isso nos ajuda a entender que, ao mesmo tempo que podemos criticar a Escola enquanto espaço de (re)produção de desigualdades sociais e apontar a necessidade de sua melhora, não é a Escola, em si mesma, culpada pela produção e manutenção dessas desigualdades, como se a Escola ser ou não emancipadora fosse apenas uma questão de escolha ou planejamento interno:

Portanto, o pleno desenvolvimento da individualidade requer o pleno desenvolvimento das relações sociais (como Marx supôs) e mediações, enquanto – reciprocamente – o pleno desenvolvimento da sociedade, como precisa ser acrescentado, não menos importante requer o pleno desenvolvimento da individualidade como agência social e o ativismo de todos os membros da comunidade (Stetsenko, 2016, p. 362, tradução nossa).

Essa constatação mostra a necessidade de se encarar essa problemática da individualidade numa perspectiva dialética, entendendo que “a individualidade livre não se forma por processos espontâneos” (Duarte, 2012, p. 11) e entendendo que a Escola, mesmo enquanto instituição a serviço do estado - e, portanto, do capital - pode constituir-se também como espaço - ou laboratório - de construção das possibilidades de superação do capital, de modo que o ensino-aprendizagem da Física, numa perspectiva ativista transformadora, seria imprescindível nessa construção. A Escola poderia ser, ao mesmo tempo, nessa perspectiva, um *laboratório social de redução de danos* e de *construção radical do futuro* a partir do presente.

Nesse sentido, portanto, a discussão sobre individualidade livre e sobre a superação dessa individualidade burguesa e neoliberal expressa enquanto fetichismo da individualidade não se desconecta da discussão que estamos fazendo ao longo deste trabalho sobre agência. Ainda que a

relação entre agência e estrutura seja insuprimível e ignorar essa relação dialética significa cair em essencialismos que matam a dinâmica de desenvolvimento, ao chamarmos a atenção para a necessidade de assumir que o ensino-aprendizagem da Física pode, numa perspectiva ativista transformadora, contribuir para o desenvolvimento de individualidades mais ricas, a questão agentiva de *como* isso pode se constituir também emerge. Longe de desejarmos fornecer algum método ou caminho infalível para esse desenvolvimento, entendemos que ele pode ser potencializado assumindo também criticamente o papel que a atividade científica, de maneira geral, e/ou a Física, de maneira mais específica, estiveram (e estão) ao longo dos anos diretamente conectadas com a lógica de manutenção da hegemonia capitalista:

Então, o papel do professor numa concepção emancipadora de educação não é simplesmente o de possuir conhecimentos a serem socializados, mas o de apresentar um projeto educacional que sintetize as possibilidades concretas do vir-a-ser tanto do aluno singular quanto da **sociedade na qual se espera** que ele realize transformações (Camillo, 2015, p. 199, grifos nossos).

É importante, nesse sentido, lutar por um ensino de Física que “supere os limites da ciência posta a serviço do capital sem, entretanto, negar o caráter indispensável da ciência para o desenvolvimento humano” (Duarte, 2012, p. 200). Isso não significa negar “a Ciência” enquanto sistema de atividade que pode emancipar e que é imprescindível, por exemplo, na constituição de uma agenda revolucionária, mas significa que fazer *mea culpa* é condição ética e política (ou poderíamos dizer *axio-onto-epistemológica*) para qualquer atividade que esteja comprometida com a superação das condições de desumanização orquestradas pelo capital, pois:

uma educação em ciências com potencial humanizador só existe na medida que esteja vinculada a **um projeto mais amplo de emancipação humana na sua totalidade** (nas suas diversas dimensões, econômica, política, cultural etc.), ou seja, na perspectiva de superação do capitalismo e do modo exploratório de reprodução social (Camillo, 2015, p. 208, grifos nossos).

Ou seja, não será por um salvacionismo míope, tampouco por um ataque desmedido e infundado à atividade científica como um todo, feitos de maneira fetichizada, em si mesmos, que iremos potencializar as possibilidades de emancipação humana por meio da atividade científica e seu ensino. Assim, na perspectiva de ensinar-aprender Física *para-si* essa discussão entre individualidade e agência são dialeticamente interconectadas e, portanto, indissociáveis, sobretudo quando comprometidas com a necessidade que Camillo (2015) aponta em “superar a

lógica dos cânones da ciência”, entendendo que assumir essa necessidade trata-se de um processo agentivo, que não ocorre espontaneamente, mas que precisa ser ensinado-aprendido, o que certamente envolve professores em formação inicial mas também pesquisadores já consagrados inseridos na academia.

Essa necessidade pelo desenvolvimento de individualidades mais ricas se conecta com a discussão de agência, numa perspectiva ativista transformadora, pois esse desenvolvimento é um processo agentivo, no sentido que não se desenvolve “naturalmente”, tampouco aparece linearmente como resultado de uma devida “transmissão de conhecimento”. Mesmo a discussão sobre a individualidade para-si que faz Duarte (2012) deve ser encarada numa perspectiva agentiva, no sentido de que os seres humanos não são passivos e se desenvolvem se apropriando/objetivando conhecimento de maneira resistiva, com acordos e desacordos, com diálogo constante com os diferentes tipos de conhecimento que, muitas vezes, apenas na Escola vem a ter contato.

Desta forma, mesmo que seja o currículo organizado de tal forma que muitas vezes não contemple as formas como professores e estudantes gostariam de ensinar-aprender sobre determinadas objetivações historicamente estabilizadas (os “conteúdos de Física”), tampouco são eles que identificam quais dessas objetivações ficam “fora” ou “dentro” dessa organização curricular, isso não significa que estes não possuem agência sobre as diferentes formas de ensinar-aprender essas objetivações. Ao buscar desenvolver o ensino de Física para-si, a mesma *mea culpa* que indicamos que deva ser feita em relação à “Ciência”, enquanto instituição, deve ser feito ao “Currículo” enquanto estatuto que na escola regula aquilo que é considerado ou não parte dessa instituição. Em outras palavras: os estudantes não só podem como *devem* saber, por exemplo, porque alguns conhecimentos lhes são ensinados e outros não; porque em escolas da rede privada a organização curricular é diferente das escolas públicas; porque a carga horária de Física nessas escolas privadas é, em sua grande maioria, sempre maior que nas escolas públicas, etc.

Nesse sentido, ao assumir que o ensino de Física possa se desenvolver para-si, estamos assumindo que nem a Física em-si, tampouco qualquer outra objetivação em-si, contenha em-si todas as potencialidades humanas e que essas potencialidades se revelam às nossas individualidades e com elas naturalmente se conectam apenas ao serem apresentadas durante uma aula de Física. Ao mesmo tempo, dialeticamente, precisamos entender que é numa aula de Física,

num processo de ensino-aprendizagem contínuo, na dinâmica de apropriação/objetivação dessas objetivações que o ensino de Física pode ser transformado em ensino de Física para-si:

A arte traz para a vida de cada indivíduo uma riqueza de experiência humana que a sua cotidianidade dificilmente trará. Por mais rica que seja a cotidianidade de uma pessoa, ela nunca terá a riqueza acumulada pela história da humanidade. Essa riqueza de experiências, lutas, dramas, alegrias, tristezas etc. chegará à vida do sujeito e será por ele vivenciada como se fosse sua própria vida por meio das **objetivações artísticas** (Duarte, 2013, p. 67, grifos nossos).

E as “objetivações científicas”, ocupam qual espaço? Poderia a Física, enquanto uma objetivação científica, enriquecer a cotidianidade dos estudantes e professores tal qual se defende que as artes fazem? Seriam as artes, dotadas em si mesmas dessa potencialidade enriquecedora das individualidades ou, tanto para objetivações artísticas, quanto científicas, ou quaisquer outras, é preciso agentivamente engajar-se (e ser engajado/convidado a colaborar) nas possibilidades de se desenvolver e enriquecer suas individualidades apropriando-se/objetivando-se conhecimento? Os estudantes “não sabem Física” e os professores “não sabem ensinar Física”, assim como ela também “não faz sentido”, ou a Física, enquanto objetivação científica, é metabolizada em uma objetivação educacional que é inserida em uma organização curricular, comprometida com um futuro específico e uma organização social específica de manutenção do status quo da hegemonia capitalista, de modo que impedimentos concretos são (re)criados a todo instante para impedir que a Física seja ensinada-aprendida para-si?

É importante debruçar-se sobre esses questionamentos, sobretudo para entender que não é uma característica da objetivação em-si que impede sua apropriação e o desenvolvimento de individualidades mais ricas nessa dinâmica de apropriação/objetivação numa instituição escolar, por exemplo. Tampouco é uma característica dos agentes em si “não darem conta” dessa dinâmica, como se algumas dessas objetivações fossem destinadas naturalmente a certos grupos sociais - ou “estágios de desenvolvimento” - e não a outros. Em outras palavras: não é o motivo em si de fazer a Física ter mais sentido para os estudantes e professores que precisa ser superado, mas sim a crença de que esse ganho de sentido é derivado linearmente de um formato cognitivista-transmissivo-passivo de ensinar-aprender Física:

Ou seja, experimentamos o mundo porque e na medida em que agimos no mundo como atores engajados e não neutros que se importam e se preocupam com o que está acontecendo e o que deveria acontecer. Formar conhecimento é um esforço *criativo* em

um sentido muito direto – porque é um ato de criação e mudança, embora não por si só, não como uma ação cognitiva isolada "na cabeça", mas como uma dimensão de agir em busca de atividades, projetos e objetivos deste mundo – sempre colaborativos – que co-constituem o mundo e a própria pessoa (Stetsenko, 2016, p. 319, *itálicos no original*).

Assim, defendemos que Física pode ser ensinada-aprendida para-si na Escola de uma maneira que professores e estudantes sintam-se parte das transformações na realidade que são operadas pela Física, mesmo não estando eles trabalhando como Físicos teóricos ou experimentais. Ensinar-aprender Física na escola, ainda que seja uma atividade completamente diferente da produção de conhecimento da Física fora dela, não deixa de ser produção de conhecimento, tampouco é menos importante do que a Física feita fora da escola. Ensinar-aprender Física para-si requer que reconheçamos a produção de conhecimento *dentro dos muros* da Escola como um processo agentivo, autoral - e sobretudo criativo - tanto quanto é a Física desenvolvida fora desses muros.

Nesse sentido, defendemos que o ensino de Física não deve ser considerado descontextualizado, desinteressante ou sem sentido devido a alguma característica fixa e a ele inerente, como se fosse uma propriedade que lhe é intrínseca. Sua falta de sentido e contextualização, sua desconexão com os processos de constituição da individualidade, é resultado dos impedimentos concretos que o capitalismo cria e recria, todos os dias, responsáveis pela dificuldade de que o ensino de física desenvolva-se para-si. É a alienação capitalista da Escola enquanto instituição e, em certa medida, da atividade educacional onde o ensino-aprendizagem de Física está inserido, que resultam nesse ensino de Física estéril e encapsulado, sem espaço para nossas individualidades e sem oportunidade de nos tornarmos autores da nossa própria história.

4.1.1.2 Ensino de Física para-si: possibilidade de autoria.

Uma vez que discutimos nossas individualidades tomando o Ensino de Física como uma possibilidade de processo co-constituente dessas, é imprescindível que tratemos como essa co-constituição chama a atenção para a necessidade de que esse Ensino de Física *para-si* contribua para o desenvolvimento de possibilidades concretas de autoria na Educação em Ciências. Essa discussão sobre o processo de autoria se conecta com nossa perspectiva ativista transformadora sobre agência, que discutimos com maior profundidade no primeiro capítulo. A partir dessa perspectiva, principalmente inspirados em Camillo (2019), entendemos a necessidade

de se buscar, por meio do Ensino de Física, *co-construir possibilidades concretas de autoria*. Mas o que isso significa?

Como Camillo (2019) destaca, muitas vezes (também) na Educação em Ciências a perspectiva da autoria é reduzida apenas à dimensão de “autoridade”. Questionamentos acerca de “quais autores utilizamos para sustentar o que defendemos” assim como constatações de que algumas das coisas que defendemos “só fazem sentido no referencial” específico em que estamos nos posicionando fazem parte dessa redução, que normalmente mais serve à perpetuação do que à superação do status quo, especialmente quando tomada apenas em relação aos “cânones” e “livros textos”. Tal redução, normalmente vem acompanhada da noção de “relevância”, onde é necessário prontamente apontar quais seriam as “aplicações” daquilo que se defende:

Parece que qualquer tentativa de se tornar um autor no campo da educação científica deve passar por esse experimento crucial: a aplicabilidade imediata da teoria/reflexão produzida. Em vez de lutar contra a pergunta tradicional "Você pode nos dar algum exemplo prático para que possamos ver como é aplicável?", sempre me envolverei com ela, trazendo de volta as questões que levantei, "aplicando" ideias! (Camillo, 2019, p. 99, tradução nossa).

Não muito diferente dessa constante cobrança tipicamente acadêmica de aplicabilidade (quase intrínseca) dos conhecimentos produzidos, na educação escolar esse fenômeno de supressão das possibilidades de autoria também ocorre. Seja por um currículo engessado e engessante, seja pela prática educativa centrada no conteúdo pelo conteúdo, a ideia de que professores ensinaram e estudantes aprenderam apenas se e quando aplicam o que aprenderam respondendo corretamente testes ainda compõe a realidade escolar de forma hegemônica.

Nesse sentido, a defesa pela necessidade de construção de possibilidades concretas de autoria é a defesa de que *todas as pessoas importam* (Stetsenko, 2016) e que cada contribuição que estas concretizam nas atividades nas quais são agentes de transformação da realidade são sempre únicas e autorais (Stetsenko, 2023b), de modo que, numa perspectiva ativista transformadora, entende-se que “a tarefa da educação é facilitar a união dos alunos e a descoberta de seu próprio lugar e papel únicos nas *lutas contínuas de co-realização sincrônica do mundo e de nós mesmos*” (ibid, p. 583, itálicos no original e tradução nossa). No espaço onde todos importam e todos contribuem as posições de participação passiva em algo pré-estabelecido previamente sem diálogo podem se dissolver e ir se transformando em oportunidades coletivas de colaboração onde os agentes, em diálogo constante, podem reconhecer-se como autores de sua

própria história. A ideia de que o professor precisa trazer uma “aula pronta”, no sentido de que todas as suas expectativas já estão formadas e o sucesso da aula é medido pelo quão perto de atingir essas expectativas os estudantes chegam, vai perdendo espaço para a perspectiva onde a aula possa ser um espaço de diálogo, onde professores e estudantes colaboram unidos em prol de seu desenvolvimento mútuo, ensinando-aprendendo, fazendo dessa aula uma oportunidade para *explorar todas as potencialidades dessa união* (Camillo; Garcia, 2021). Potencialidades essas que não servem apenas individualmente, para cada um de forma isoladamente, mas que contribuem para a expressão de suas intencionalidades e possibilita que estes assumam, coletivamente e em união, compromissos com o futuro; compromissos esses, de transformação social e que situam-se também para além dos muros da escola.

Situados em um momento histórico onde a narrativa neoliberal da educação, muito bem acomodada à manutenção do status quo, busca no acúmulo de “habilidades e competências” num (suposto) indivíduo isolado a panaceia para a educação escolar, a discussão sobre autoria numa perspectiva ativista transformadora emerge como uma tentativa de reforçar o desenvolvimento de possibilidades concretas de transformação social por meio da educação (Camillo, 2015), onde essa seria não apenas palco mas espaço ativo de co-construção de nossas individualidades e de compartilhamento de conhecimentos e experiências que, coletivamente organizados em diferentes formas sociais e projetos de transformação da realidade *podem* fazer frente à ampla luta de superação do status quo.

É importante compreender que nosso destaque ao “podem” não é no sentido de que não acreditamos que uma educação comprometida com essa luta não funcione. Muito pelo contrário, como estamos defendendo ao longo de todo trabalho. No entanto, é preciso entender que essa relação entre educação e transformação social não ocorre de maneira linear e necessariamente causal, mas sim de forma dialética, multiconectada e multideterminada:

a transformação da educação e da sociedade devem ser pensadas em forma unitária, ou seja, as discussões no âmbito educacional não podem constituir-se de um projeto isolado do conjunto das lutas sociais pela emancipação humana, pelo direito dos trabalhadores, pela superação do racismo, do machismo e de outras formas de opressão (Camillo, 2015, p. 168).

Seria falta de honestidade intelectual (ou consciência de classe) cobrar a educação de ser o único movimento responsável pela superação do status quo da sociabilidade capitalista, da

mesma forma que sem uma educação que se comprometa com essa superação ela nunca será possível. Nesse sentido, defender que precisamos valorizar o desenvolvimento dos professores e estudantes enquanto agentes dessa transformação social - enquanto *autores* da própria história - reforça esse compromisso, que não se efetiva sem o entendimento de que a educação, de forma ampla, constitui-se como “palco de uma luta ideológica acirrada entre interesses sociais, econômicos e políticos antagônicos” (Rossler, 2012, p. 68). É nesse palco, enquanto espaço de elaboração e pacto com estes compromissos de transformação social que estes autores tornam-se cada vez mais humanos, num processo contínuo de superação de problemas onde o “[d]iálogo e o desenvolvimento humano nesta perspectiva, em vez de serem meramente contingentes, tornam-se uma **busca deliberada**” (Camillo; Garcia, 2021, p. 1102, tradução e grifos nossos).

É importante notar que, essa discussão sobre autoria que envolve também a discussão sobre a quem pertence “o protagonismo” da educação, normalmente na ideologia neoliberal é tomada de forma bem alinhada ao *fetichismo da individualidade* (Duarte, 2012) onde quanto mais adaptado ao “mundo do trabalho” o estudante for, mais “protagonista” e “preparado” ele se encontra. Nossa perspectiva sobre autoria é completamente antagônica a essa, visto que na nossa perspectiva ativista transformadora ser autor da própria história é um *direito*; direito esse que hoje não pode ser plenamente desenvolvido justamente por causa da penetração, em todos os níveis, dos tentáculos de um modo de produção exploratório e necrófilo que é o capitalista. Não significa que entraremos em salas de aula buscando ensinar-aprender Física como se a realidade não fosse de que nossos estudantes muitas vezes ainda no final do Ensino Fundamental já são também trabalhadores, ou de que estes irão ser obrigados a ser explorados nesse “mundo do trabalho” ainda antes de terminarem o Ensino Médio. Significa, no entanto, de um ponto de vista ideo-metodológico, entender essa discussão sobre “preparar para o mundo do trabalho” é uma forma de domesticação ao status quo, de supressão das possibilidades concretas de autoria e da educação enquanto espaço de formação da classe revolucionária. Nesse sentido, “esse discurso [do mundo do trabalho] procura camuflar com argumentos educativos, acerca da melhoria dos homens [*sic*] e da sociedade, o caráter profundamente desumano das relações capitalistas de produção” (Rossler, 2012, p. 69) de modo que é preciso assumir o compromisso de combatê-lo, especialmente quando entendemos que “nossas políticas educacionais estão essencialmente voltadas para atender, em primeiro plano, aos interesses do capitalismo mundializado” (ibid., p. 73).

Assim, a questão da autoria nos parece muito importante, no sentido que a busca pelo desenvolvimento de um Ensino de Física que considerasse essa importância estaria contribuindo para essa co-constituição mútua entre educação e transformação social. Existem vários movimentos diferentes e vários sistemas de atividade em interação que hoje determinam essa relação, o que nos leva a entender que um possível caminho não é buscar medir “quanto de educação precisamos” para aí então “transformar a realidade”, mas sim assumir que a educação, ou no nosso caso mais específico o Ensino de Física, *já é* parte desse movimento e que portanto ensinar-aprender Física na escola *já é* transformação social.

Ensinar-aprender Física, portanto, com o compromisso de que a educação escolar possa ser esse espaço de desenvolvimento da autoria de toda a comunidade escolar envolve o esforço para que esse ensino-aprendizagem considere os agentes dessa comunidade como autores. Ou seja, que as atividades educacionais sejam pensadas na dinâmica da apropriação/objetivação onde todos podem se reconhecer no compartilhamento do objeto destas atividades e por meio desse reconhecimento se desenvolver cada vez mais. Se todo conhecimento é humano e se esse conhecimento carrega as marcas dessa humanidade em todas as suas formas, o que inclui, por exemplo, “conceitos em uma aula de Física”, é preciso assumir o compromisso de que uma aula de Física se constitua conscientemente como espaço onde seus agentes possam nesses conceitos se reconhecerem. Para tentar evitar que essa nossa defesa soe “muito romântica” vamos na sequência arriscar um pequeno exemplo hipotético de como esse espaço pode constituir-se.

Um exemplo que possa (talvez) ilustrar o que estamos defendendo é quando o professor prepara uma atividade do tipo “seminários” com os estudantes, deixando que eles formem os grupos como bem entenderem mas escolhendo e sorteando os temas dos seminários para cada grupo, imaginando assim que esses temas, devidamente selecionados e quando apresentados em ordem, podem compor a totalidade de um tópico específico da disciplina. Existe, na formulação da proposta desses seminários, expectativas, tanto por parte do professor quanto dos estudantes. Ainda que essas possam variar e muito, certamente podemos concordar que pelo menos cada um desses agentes dessa atividade tem uma expectativa em relação ao seminário e, com frequência, tradicionalmente, a do professor é “que os estudantes consigam pesquisar e apresentar o essencial do tópico que receberam” enquanto a dos estudantes é “conseguir pesquisar e apresentar o que o professor considera essencial do tópico que lhes foi dado”. É nesse ponto que, por exemplo, na dinâmica de constituição dessas expectativas aquilo que possa parecer acidental - como um grupo

extrapolar e muito as expectativas do professor, trazendo fatos e/ou abordagens sobre o tópico que o próprio desconhecia ou o professor extrapolar e muito as expectativas dos estudantes deixando que eles selecionem o que acham de mais relevante e essencial sem que ele interfira - possibilidades concretas de autoria florescem. O questionamento que fica é: quando essas expectativas são quebradas, nós, professores e estudantes, a entendemos como “expressão da autoria” ou como “erro”? Entre professores e estudantes, ouvimos com mais frequência comentários do tipo “infelizmente o seminário não deu conta do essencial desse tópico” ou “felizmente as expectativas daquilo que considerávamos essencial desse tópico foram completamente extrapoladas”?.

Ainda seguindo nosso exemplo, imaginemos que o tópico do seminários para final do semestre fosse apenas “Física Moderna e Contemporânea” e que um dos grupos recebesse o seguinte tema: “A radioatividade do casal Curie”. Com a encomenda desse tema, o professor, também pesquisador das relações entre HFC, NdC e ensino, já construiu o título desta forma para instigar os estudantes a pesquisarem sobre a História da Ciência, sobre as questões de coletividade, entendendo que ao pesquisar sobre o casal Marie e Pierre Curie os estudantes descobririam, por exemplo, que eles constituíam uma parceria, enfrentaram juntos várias dificuldades orçamentárias, dilemas pessoais, problemas de saúde e todo outro tipo de contradição instaurada no tecido social da época em que desenvolveram seus trabalhos com a radioatividade, bem como os impactos futuros desses trabalhos na humanidade como um todo. Junto com tudo isso, ainda, o professor espera que os conceitos (que ele considera) “essenciais” sobre radioatividade (isótopos, decaimento, datação de carbono, etc.) sejam explicados pelos estudantes. No entanto, imaginemos que, ao receber esse título, os estudantes desenvolvam um interesse muito maior sobre essa relação entre Marie e Pierre e todos os desafios que enfrentaram, bem como as questões culturais e históricas daquele momento histórico mas não abordem em nada os conceitos (que o professor considera essenciais) sobre radioatividade. O que normalmente acontece? Enquanto professores, tentamos entender o interesse dos estudantes naqueles tópicos e não em outros, buscando junto com eles compreender como eles se reconhecem nestes (e talvez não imediatamente) nos outros, entendendo isso como uma expressão do processo desses se constituírem autores e desenvolverem suas individualidades ou

apenas reduzimos a nota final alegando que “ficou faltando conteúdo”? Entendemos o que realmente é “conteúdo *em e sobre* ciência”?¹²⁴.

Esse exemplo pode servir apenas para ilustrar que, independente de quais conceitos e/ou tópicos estejamos ensinando-aprendendo, numa perspectiva do Ensino de Física *para-si*, estes conceitos e/ou tópicos são apropriados/objetivados *em-si* e transformados *para-si*. Se nesse exemplo o professor, por exemplo, entendesse que o seminário “ficou faltando conteúdo” ele estaria, na nossa perspectiva, encerrando e limitando a realidade como algo isolado da própria dinâmica de (re)produção da vida, como se pudesse haver, por exemplo, “o casal Curie” em si sem os conteúdos de radioatividade e os conteúdos de radioatividade sem as contribuições autorais e transformadoras da realidade não apenas de Marie e Pierre mas de toda a história da humanidade acumulada naquele momento histórico e em movimento - também naquele momento - em direção ao futuro.

Essa breve análise que aqui fizemos sobre as possibilidades de autoria, especialmente destacando esta como uma expressão das possibilidades de desenvolver um Ensino de Física que esteja comprometido com a transformação social como um compromisso, não pode ser feita numa perspectiva ativista transformadora sem a discussão de como a defesa por esse ensino-aprendizagem mais autoral conecta-se com uma perspectiva de superação das contradições historicamente desenvolvidas, que discutimos com mais profundidade no segundo capítulo. A partir disso, na próxima seção, retomaremos essa discussão buscando avançar nela na perspectiva de apontar algumas possibilidades de superação do Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo a partir das possibilidades de superação das contradições nas quais ele se sustenta.

4.2 Em busca da superação do Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo.

Nessa seção defenderemos que para superar o ethos de adaptação e passividade que denunciemos ao longo da tese até aqui, precisamos começar de algum lugar, mesmo que a tarefa pareça irrealizável. Entendemos que, nesse momento histórico, um caminho possível é a identificação das contradições instauradas no Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo e a discussão sobre as possibilidades concretas de organizar atividades e novas formas de consciência que possam superar essas contradições.

¹²⁴ Daremos maior atenção às especificidades desse questionamento na seção 4.2.3.

A partir disso, nesta seção, discutiremos algumas *possibilidades de superação* do Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo a partir daquilo que, no segundo capítulo apontamos como sendo as contradições presentes nele e que no terceiro capítulo procuramos sustentar, explicitando por meio dos enunciados estabilizados, como essas contradições se fazem presentes na dinâmica constitutiva do ethos de adaptação e passividade que almejamos superar.

4.2.1 Possibilidades de superação da contradição entre comunidade e divisão do trabalho.

Como destacamos no segundo capítulo, uma das contradições presentes no *Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo* é entre comunidade e divisão do trabalho, que se expressa em diversos enunciados estabilizados do campo de pesquisa em Ensino de Física, de modo a reforçar a ideia de que os professores universitários pensam e produzem, enquanto os professores da escola aplicam e transmitem e os estudantes absorvem e replicam. Nesta seção apontaremos aquilo que entendemos como sendo algumas possibilidades de superação dessa contradição, sugerindo alguns caminhos possíveis para assumir compromissos que permitam que os agentes do campo de pesquisa em Ensino de Física possam organizar-se a partir destes para colaborativamente construir um *Ensino de Física Ativista Transformador*.

De forma geral, essa contradição entre comunidade e divisão do trabalho se manifesta como uma clássica dicotomia entre “quem pensa” *versus* “quem faz”, explicitando ao mesmo tempo o quão distante encontram-se a comunidade universitária e a comunidade escolar e quais funções sociais são atribuídas à essas comunidades. Ainda que existam discussões sobre valorizar a Escola enquanto espaço de produção de conhecimentos e os professores como especialistas da educação, como vimos no terceiro capítulo, existe uma tendência, especialmente na perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências, do professor ser tomado como “o aplicador” daquilo que “os especialistas” (nesse caso específico em HFC e NdC) produziram.

Entendemos que uma possibilidade de superar essa contradição é transformando radicalmente como compreendemos (e atuamos com essa compreensão) sobre o que é esse conhecimento *em* e *sobre* ciências e sobre como ele poderia ser ensinado-aprendido quando essas duas comunidades interagem. Defendemos que para que essa possibilidade de superação se desenvolva precisamos assumir compromissos de colaboração proposital entre os agentes de ambas as comunidades, estabelecendo uma dinâmica onde possa haver a mútua valorização das diferentes experiências e especificidades de atuação de cada um destes agentes. Assumir esse

compromisso perpassa todo nosso posicionamento perante essas diferentes experiências, principalmente em como entendemos “o outro” nesse processo de compartilhamento de saberes que cada agente, enquanto indivíduo de contribuição é autoral e única, pode ter essa contribuição valorizada mesmo encontrando-se inserido em uma coletividade ampla.

Mudar esse posicionamento de uma perspectiva cognitivista-transmissiva-passiva para uma ativista transformadora requer que essa valorização do outro seja desenvolvida como compromisso em todas as atividades que interagem para constituir o campo de pesquisa em Ensino de Física. A tradição de continuar investigando quais são as concepções de professores e estudantes sobre as HFC e NdC, por exemplo, concluindo sempre o mesmo (que eles possuem “concepções inadequadas” *sobre* ciência e que transmitem essas concepções aos estudantes, explicitando uma “imagem distorcida” da “verdadeira” atividade científica) precisa ser urgentemente superada. Não se trata apenas uma questão de bom senso e de manter sadias as relações interinstitucionais entre Universidade e Escola. Trata-se de uma simbiose ética e política extremamente necessária para que o campo de pesquisa em Ensino de Física possa vir-a-ser, numa escala de transformação social, verdadeiramente ativista transformador:

Isso implica, de forma dialética, que os professores também explorem e desenvolvam suas próprias identidades, posições e posturas enquanto embarcam em buscas e explorações abertas junto com os alunos. Este é um processo dialógico no qual ninguém entrega conhecimento ou verdade de cima, como conjuntos de fatos "acabados" e pré-embalados e, em vez disso, no qual tudo está aberto à contestação, problematização, criatividade e invenção, e a tarefa é desenvolver novos conhecimentos e novas verdades como partes da co-criação de novas formas de ser-saber-fazer e uma nova sociedade em si (Stetsenko, 2016, p. 356, tradução nossa).

Nesse sentido, poderíamos nos questionar: mas e onde fica o papel dos especialistas em HFC e NdC nessa reorganização dos compromissos assumidos? Como podem, os conhecimentos produzidos *dentro* da Universidade, ajudar a *melhorar* a Escola? Eis aqui a base fundante dessa contradição entre comunidade e divisão do trabalho: a perspectiva de que a Universidade e seus especialistas fazem uma leitura analítica da Escola e, a partir dessa leitura feita, em sua maioria, *dentro* da Universidade, podem tecer as soluções necessárias para que a Escola seja transformada. Nessa perspectiva, bastaria que os agentes da comunidade escolar se apropriassem dessas soluções para que a Escola enquanto tal pudesse ser outra. Uma possibilidade de superar essa perspectiva - ainda que na dimensão ideo-metodológica, mas que pode orientar as práticas que vão efetivamente transformar essa realidade em escala de conjuntura social - é começar buscando

responder efetivamente a *que* e a *quem* serve a Universidade. Certamente essa questão nos levaria à uma necessidade de revisitar a gênese e o desenvolvimento da Universidade, do ponto de vista histórico-cultural, além de considerar as especificidades de constituição das Universidades no Brasil, o que fugiria dos objetivos (e capacidades) desse trabalho. No entanto, se deslocarmos essa pergunta para uma escala menor - mas não menos importante - olhando para as especificidades da perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências no campo de pesquisa em Ensino de Física, a *que* e a *quem* esta perspectiva serve pode ser um questionamento importante a se seguir.

Seguindo este questionamento, especialmente a partir do que apontamos no segundo e terceiro capítulo, entendemos que, nesse momento histórico, existe uma tendência de essa perspectiva servir mais à manutenção do status quo do que sua superação. Até aqui falamos sobre isso em nível de conjuntura sócio-política, no sentido que esse status quo é a própria hegemonia do capitalismo enquanto modo de (re)produção da vida humana. No entanto, cabe nesse momento reduzirmos um pouco a escala e discutir como a perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências poderia servir mais à superação desse status quo quando estivesse comprometida principalmente com a superação desta contradição entre comunidade e divisão do trabalho, começando, por exemplo, pela forma como *dentro* da Universidade os especialistas em HFC e NdC entendem o conhecimento produzido por professores *dentro* da Escola.

Por que tais especialistas partem sempre do pressuposto que as concepções *sobre* ciência de professores e estudantes são *distorcidas*? Qual é sua base fundamental de comparação entre aquilo que pode ser considerada uma “visão adequada” e uma “visão distorcida/inadequada” *sobre* ciência? Poderíamos argumentar que temos trabalhos seminais no campo, como o de Gil-Pérez *et al.* (2001) que já apontam, há mais de duas décadas, que professores e estudantes apresentam essa “imagem distorcida” *sobre* ciência. No entanto, ao voltarmos nesse trabalho seminal, por exemplo, notamos que essa base fundamental de comparação é a própria epistemologia da ciência - ou aquilo que os autores consideram ser esse campo de conhecimento:

Abordaremos, numa primeira parte, a procura de visões deformadas, susceptíveis de conduzirem a um **amplo consenso** em torno do que se deve evitar quando pretendemos adotar **posturas de tipo científicas**. No entanto, a hipótese de possíveis deformações a evitar comporta implicitamente uma **caracterização positiva da natureza da ciência e do trabalho científico**, que pode e deve tornar-se explícita (Gil-Pérez *et al.*, 2001, p. 127, grifos nossos).

a nossa conjectura assumiu que a referida imagem pode **obter-se diretamente** a partir da consideração do que têm em comum as diversas perspectivas e teses epistemológicas de

autores como Popper (1962), Khun (1971), Bunge (1976), Toulmin (1977), Lakatos (1982), Laudan (1984), Giere (1988). Para isso, procuramos os ditos pontos comuns – **deixando de lado as inevitáveis interpretações, diferenças e mesmo divergências** – com o objetivo de extrair algumas proposições básicas em torno da atividade científica. Sem negar o interesse das interpretações, diferenças e divergências, **colocamos a tônica naquilo em que existe consenso**, tendo como base uma visão da ciência que não cai em demasiadas simplificações e deformações. Tal fato, pensamos nós, **é suficiente** – pelo menos numa primeira abordagem – **para orientar a atividade** dos que têm a responsabilidade, tanto da alfabetização científica dos futuros cidadãos e cidadãs, como da formação inicial dos futuros cientistas. Dedicaremos, pois, a segunda parte deste trabalho à apresentação dessa caracterização positiva da atividade científica e tentaremos mostrar como **tal caracterização pode superar as deformações identificadas** na primeira parte. Por último, faremos referência a algumas implicações educativas desse **esforço de clarificação** (Gil-Pérez *et al.*, 2001, p. 127, grifos nossos).

Ou seja, quem determina aquilo que a ciência fundamentalmente é são aqueles que estudam Epistemologia e que podem, a partir deste estudo, construir consensos sobre aquilo que, dentro da Universidade, esses estudiosos entendem que a ciência fundamentalmente é. Quem determina a imagem de ciência que professores e estudantes devem ter é outra atividade, com outros motivos e objetos, inserida em outro campo que não tem (e nem precisa, necessariamente, ter) compromisso algum com o campo da Educação. Somente então, uma vez consensuada essa imagem de ciência é que ela vai, sem que aqueles que a consensuaram pareçam verdadeiramente se importar se e como professores e estudantes da escola poderiam contribuir nessa constituição, ser transmitida na Escola. No entanto, se com essa perspectiva busca-se *melhorar* a imagem *sobre* ciência de professores e estudantes, por que é necessário “deixar de lado” as diferenças e divergências? Por que aquilo que é contraditório - ou tomado como não-consensual - deve estar contido fora da constituição da imagem do que deveria ser uma das objetivações humanas mais comprometidas com o contraditório e o dissensual tal qual é “a Ciência”? Seria possível pensar que, talvez, aquilo que a Epistemologia defende ser uma *imagem* possível *sobre* a atividade científica está comprometida com motivos e objetivos radicalmente diferentes daqueles que a atividade educacional se orienta? Além disso, será que esse consenso sobre o que a ciência é, desde por exemplo o trabalho de Gil-Pérez *et al.* (2001), ou mesmo desde Matthews (1995), goza de pleno consenso em relação às potencialidades dessa imagem consensuada, orientada pela Epistemologia, na formação de professores e estudantes para *melhorar* suas concepções *sobre* ciência?

Alguns autores questionam se não deposita-se demasiada garantia de que, por exemplo, ensinar NdC, garantiria uma melhora no processo de “tomada de decisões” dos estudantes, numa

discussão que envolve os processos de ensino-aprendizagem e cidadania. Por exemplo, em outro trabalho que também já tem duas décadas, Acevedo *et al.* (2005) problematizam esse consenso acerca das potencialidades de NdC para o campo da Didática das Ciências, destacando que, para além de uma formação epistemológica específica, “o objetivo a perseguir não é formar filósofos nem sociólogos da ciência, mas ajudar a compreender melhor a ciência e a tecnologia contemporâneas” (Acevedo *et al.*, 2005, p. 2). Esse objetivo, nos parece, conflita com a tendência que o campo de pesquisa em Ensino de Física apresenta, conforme estamos apontando nessa tese¹²⁵, em enfatizar muito apenas a dimensão puramente epistêmica da atividade científica, especialmente quando envolvido na perspectiva do ensino *em e sobre* ciências (constituída nas relações entre HFC, Ndc e ensino).

Baseando-se em trabalhos empíricos com estudantes e professores, acerca dos objetivos com o ensino-aprendizagem de NdC e com os resultados obtidos a partir desses objetivos no campo da Didática das Ciências, Acevedo *et al.* (2005, p. 3) destacam que os argumentos em defesa de NdC “nem sempre estão apoiados pelos resultados das investigações realizadas”, sobretudo porque esse campo “cria, por vezes, os seus próprios mitos e os propaga, como sucede quando decide dar valor à NdC no ensino de ciências” (ibid., p. 3). Nosso entendimento é que, um desses mitos, é que bastariam-se ensinar aqueles aspectos ditos consensuados sobre NdC para garantir que o potencial dela fosse esgotado, especialmente no que diz respeito à conscientização e enriquecimento dos processos de tomada de decisões - processos esses que defendemos estar muito além da redução puramente epistêmica. Tal redução, como já argumentamos ao longo do segundo e terceiro capítulos, ignora que esse enriquecimento (ou *complexificação*) da consciência é co-constituída (e co-constituente) de dimensões axio-onto-epistemológicas onde a epistemologia é *mais uma dimensão* e não a totalidade dos objetivos com NdC para a Educação em Ciências.

Ainda nessa direção de argumentação, Acevedo *et al.* (2005) questionam se realmente temos, via Didática das Ciências, algum tipo de garantia que o conhecimento de NdC é um fator chave no enriquecimento desses processos de tomada de decisões dos estudantes. Com esse questionamento, tomando como base diversos trabalhos que se debruçaram sobre ele, os autores destacam que “à margem do mérito científico dos dados que lhes proporcionaram, os estudantes tendem a selecionar a informação que está mais de acordo com as suas crenças pessoais sobre o tema colocado” (ibid., p. 5). Ou seja, ter sido exposto à NdC - ou a aquilo que os especialistas em

¹²⁵ Em certa medida, discutimos brevemente sobre essa tendência, ainda que de forma introdutória, em Garcia (2020).

NdC consensuaram que ela é - não garante praticamente alteração nenhuma nos processos de tomada de decisão. Isso não significa, entendemos, que não devemos ensinar NdC, seja na formação básica ou superior, apenas que os motivos e objetivos - em certa medida, os *compromissos* - com NdC precisam ser com NdC *para* o Ensino de Física. Ou seja, na perspectiva do Ensino de Física Ativista Transformador, pouco ou nada adianta buscar garantias de que os processos de ensino-aprendizagem tornem-se mais efetivos quando derivamos esses motivos e objetivos de outros campos do conhecimento - como a Epistemologia da Ciência, por exemplo - e importamos estes motivos e objetivos de maneira mecânica para a prática educativa. O conhecimento produzido sobre NdC deve, nessa perspectiva, *servir* ao ensino-aprendizagem da Física, onde os motivos e objetivos, de natureza axio-onto-epistemológica, têm um direcionamento educacional - no sentido de que as atividades comprometidas com esse direcionamento tomam como objeto a complexificação da consciência dos agentes das atividades educacionais.

Nesse sentido, ainda que seja importante investigar quais os motivos e objetivos nos levam a depositar crenças, que se tornam mitos, sobre a efetividade de NdC no campo da Didática das Ciências como fazem Acevedo *et al.* (2005), é importante também que não depositemos excessivas crenças nos métodos, conteúdos ou abordagens em si mesmos. Seja com NdC ou HFC e suas relações com os processos de ensino-aprendizagem, sintetizados na perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências, o ponto é como essa perspectiva *serve* aos pressupostos ideo-metodológicos educacionais, uma vez que nosso campo de atuação, enquanto professores/pesquisadores, seja da educação básica ou superior, é para com o grande campo da Educação, de forma geral, e com o Ensino de Física, de forma mais específica. Em outras palavras: quem determina se e como a perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências pode *servir* à Educação em Ciências são os agentes das atividades imersas nesse campo de conhecimento, ainda que estes se envolvam, formativamente, com outros campos de conhecimento, como a Epistemologia da Ciência. Daí a importância que destacamos nesta tese para os compromissos assumidos com o campo de pesquisa em Ensino de Física e com o desencapsulamento da Física Escolar, independente do quanto estejamos (ou não) envolvidos com os estudos e pesquisas sobre Epistemologia da Ciência, ou quaisquer outros campos de conhecimento que, ainda que importantes e co-constituintes, devem *servir* ao campo da Educação e não o contrário.

Na perspectiva do Ensino de Física Ativista Transformador, a valorização das vozes dos agentes das atividades de Educação, como por exemplo, professores e estudantes, configura-se como condição indispensável para que a Educação possa constituir-se como atividade de transformação social:

Desenvolver o conhecimento e a compreensão, a partir dessa posição, não deixa de ser o objetivo maior do ensino-aprendizagem; No entanto, esse objetivo está incluído nas atividades maiores, abertas e em constante desenvolvimento e agendas de vida significativas centradas em buscas para contribuir para transformações sociais colaborativas e, portanto, em torno do desenvolvimento da identidade (Stetsenko, 2016, p. 358, tradução nossa).

Essa condição indispensável, nesse sentido, soma-se à superação da educação bancária denunciada por Freire (2022) e das possibilidades dessa superação contribuir para que a Educação possa vir-a-ser *prática da liberdade* (Freire, 2019). Assim, na perspectiva do Ensino de Física Ativista Transformador, enfatiza-se, em mesma intensidade, tanto a necessidade de superar a educação bancária quanto o *infinito potencial* que os seres humanos, enquanto agentes da transformação social, possuem:

Nisso, a ênfase está em alunos e professores se tornando mutuamente, ao mesmo tempo, professores-alunos, em que ninguém é inferior a ninguém e cada pessoa tem potencial ilimitado, mas há muito a aprender com os outros, constantemente e ao longo da vida (Stetsenko, 2016, p. 356).

Ou seja, uma das possibilidades de superar essa contradição entre comunidade e divisão do trabalho é superar essa crença de que HFC e NdC, por si só, mediante sua apresentação, garante uma imagem *mais adequada* sobre a atividade científica, sem que nessa imagem tenham sido consideradas as vozes dos estudantes e professores sobre o que a atividade científica pode vir-a-ser e como ela pode ser ensinada-aprendida na Escola.

Assim, na perspectiva do Ensino de Física Ativista Transformador, apontamos que uma das possibilidades de superar essa contradição entre comunidade e divisão do trabalho é que superemos a lógica de que *quem pensa* são os historiadores e epistemólogos - ou os pesquisadores que, mesmo inseridos em campos de pesquisa de ensino e/ou educação, podem erroneamente entender-se como historiadores ou epistemólogos - e *quem executa* são os professores na Escola. Enquanto comunidade, ainda que estudemos conhecimentos de outros campos do conhecimento, estes conhecimentos devem *servir* às atividades comprometidas com a

Educação como atividade dominante direcionada aos processos de complexificação da consciência e transformação social como processos unitários, ideo-metodologicamente orientados, contemplando a totalidade axio-onto-epistemológica que estes processos, quando comprometidos com a superação do status quo da hegemonia capitalista, podem vir-a-ser processos onde a Educação pode efetivamente tornar-se, como diria Freire, *prática da liberdade*.

4.2.2 Possibilidades de superação da contradição entre sujeito e objeto.

Como discutimos no segundo capítulo, além da contradição entre comunidade e divisão do trabalho, o *Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo* se sustenta por meio de uma contradição entre sujeito e objeto. Essa contradição se estrutura de tal forma que explicita concepções cognitivistas-transmissivas-passivas sobre sujeito, de modo que tais concepções são sintetizadas no texto, enquanto objeto. Nessa seção buscaremos apontar possibilidades de superação dessa contradição, a partir da perspectiva do Ensino de Física Ativista Transformador, entendendo que podemos, a partir do presente, disputar um futuro onde essas concepções possam ser superadas. Ou seja, para superar a contradição entre sujeito e objeto, nesse caso, precisamos de outra concepção de sujeito, comprometida com a perspectiva ativista transformadora, de modo a sintetizar nos textos, enquanto objetos, essas concepções e por meio delas construir um novo futuro, onde o Ensino de Física possa ser ativista transformador.

Essa disputa pelo futuro, portanto, envolve tanto o entendimento dessa concepção cognitivista-transmissiva-passiva de sujeito quanto da possibilidade dela ser sintetizada no texto enquanto objeto como servindo de manutenção ao status quo da sociabilidade capitalista. É importante reforçar que essa manutenção é operada e continuará sendo até que possamos coletivamente superá-la. No entanto, ao mesmo tempo que isso significa que não bastaria mudar as concepções de sujeito que temos no campo de pesquisa em Ensino de Física - ou no campo da Educação como um todo - sem essa mudança as possibilidades de construir um novo futuro que supere o capitalismo também nunca poderão se concretizar.

Assim, enquanto possibilidade de superação dessa contradição, precisamos assumir uma perspectiva ativista transformadora sobre sujeito e, assumindo-a, escrever o futuro do campo de pesquisa em Ensino de Física nos textos desse campo, uma vez que esse é orientado ao texto enquanto objeto. Novamente, não é o texto em si que, por si só, realizará todas as transformações, mas sem o texto, enquanto objeto que sintetiza essa disputa, essa transformação não ocorrerá.

Nesse momento histórico, quando o campo de pesquisa em Ensino de Física se manifesta como Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo, sintetiza no texto essa concepção de sujeito que desejamos superar, especificamente porque ela *não é* a concepção de sujeito que permite que superemos a hegemonia do modo de produção capitalista enquanto status quo, mas serve apenas para reforçá-lo, cada vez mais. Eis aqui o cerne de nossa discussão sobre a necessidade de assumir novos compromissos com o campo de pesquisa em Ensino de Física.

Para superar essas concepções cognitivistas-transmissivas-passivas, portanto, é necessário compreender o sujeito enquanto agente de transformação da realidade. Agente esse que é *síntese de relações sociais*, que é *atividade encarnada*, de modo que a atividade, fundante da realidade humana, é sempre coletiva e que o processo de produção de conhecimento é sempre prático, culturalmente mediado e socialmente situado (Stetsenko, 2013). Nesse sentido, o ponto que estamos chamando atenção aqui é que não basta que tenhamos essa concepção, que tenhamos nos apropriado dela sem que essa apropriação desenvolva-se na dinâmica de apropriação/objetivação. Ou seja, ao passo que entendemos os sujeitos do campo de pesquisa em Ensino de Física como agentes de transformação social e, portanto, do próprio campo, é preciso que os textos produzidos por esse campo, enquanto objetos, sintetizem essa compreensão. Tal síntese, no entanto, não se trata apenas de um “registro morto” das concepções existentes naquele momento histórico; os textos configuram-se também como vivas objetivações produzidas por aqueles que, na dinâmica de apropriar-se/objetivar-se o próprio campo de pesquisa em Ensino de Física, assumem como compromisso, no texto como objeto, as possibilidades do Ensino de Física *vir-a-ser* ativista transformador.

Na perspectiva ativista transformadora que estamos delineando aqui, o texto, portanto, entendido como objeto síntese de relações, juntamente ao sujeito, entendido como agente de transformação da realidade, podem integrar os compromissos axio-onto-epistemológicos de construção¹²⁶ de um Ensino de Física Ativista Transformador a partir de *agora*. Não se trata

¹²⁶ Em direção similar, analisando o texto enquanto *signo*, Volóchinov (2017, p. 92) destaca que o “objeto físico é transformado em um signo. Sem deixar de ser uma parte da realidade material, esse objeto, em certa medida, passa a refratar e a refletir outra realidade”. Desse modo, enquanto *síntese de relações* e/ou *signo*, o autor posiciona o texto como servindo a algo, nesse caso como “instrumento de produção” (ibid.). Enquanto instrumento de produção, o autor oferece como exemplo “a foice e o martelo”, símbolo da Revolução Russa, de modo que destaca que estes “já são dotados de uma significação puramente ideológica” (ibid.). Um dos aspectos mais importantes, na nossa perspectiva, é que o autor reforça que é “possível ornamentar de modo ideológico um instrumento de produção”. Ou seja, o texto, nessa perspectiva, pode ser *conscientemente* produzido enquanto signo que sintetiza e organiza compromissos de transformação social.

apenas do texto enquanto objeto individual, produzido por um ou mais autores, tampouco do sujeito enquanto indivíduo isolado, apartado de diversos sistemas de atividade em interação; trata-se de compreender que tanto sujeito quanto objeto¹²⁷, como dimensão de uma *atividade*:

Nesse sentido, então, não se pode conceber uma atividade que seja puramente individual (sem relação com o outro), pois mesmo quando um indivíduo realiza isoladamente sua ação, ele a faz **mediado pela história humana objetivada e por ele apropriada**. Em outras palavras, ao adentrar o gênero humano, um indivíduo não pode ser senão um ser social carregando consigo as marcas daquilo que é **tipicamente humano** (Camillo; Mattos, 2014, p. 215, grifos nossos).

Desta forma, numa perspectiva ativista transformadora, é inaceitável que continuemos tratando o texto apenas como um “registro do passado” - no sentido deste servir apenas para mostrar o que já foi feito no campo de pesquisa em Ensino de Física - e do sujeito como coisa que precisa ser “preenchida de conteúdo”¹²⁸ - no sentido deste servir apenas para passivamente aprender, por transmissão, conteúdos que devem aderir em sua estrutura cognitiva e ali ficar. Tanto referenciais que tratem o texto apenas enquanto documento de registro do passado (que ele *também é*, por ser cultural e histórico, mas não *apenas é*) quanto aqueles que reduzam o sujeito ao “aparato cognitivo” (que ele *também possui*, mas que não o resume nem o encerra) devem ser superados se realmente estivermos nos comprometendo com a possibilidade do Ensino de Física *vir-a-ser* ativista transformador e do modo de produção da sociabilidade capitalista *vir-a-ser* concretamente superado.

Esses referenciais cognitivistas, como é o exemplo dos referenciais ausubelianos que trabalham na perspectiva da “aprendizagem significativa”, por exemplo, ao reforçarem essa concepção cognitivista-transmissiva-passiva de sujeito, estão (in)diretamente contribuindo para a perpetuação do capitalismo enquanto modo de produção hegemônica. Da mesma forma, o texto, enquanto objeto, ao sintetizar essa concepção e não outra, por exemplo, reforça e organiza compromissos com o futuro que, por não assumirem a necessidade de superação deste modo de produção, também (in)diretamente o reforçam. Ao reforçarem, quase que paradoxalmente, impedem tanto o texto como a linguagem como uma totalidade de serem compreendidos em sua

¹²⁷ Independentemente de termos discutido esse ponto com profundidade no primeiro capítulo, sobretudo quando tratamos da *estrutura da atividade*, é sempre bom reforçar a dinâmica dialético-complexa em que essa estrutura se organiza e se relaciona, enquanto atividade, com outras atividades, formando sistemas de atividade em interação.

¹²⁸ Concepção comumente presente nos referenciais cognitivistas, em especial aos associados à “Teoria da Aprendizagem Significativa”, como já demonstramos no terceiro capítulo.

organicidade, enquanto “realidade material específica da criação ideológica” (Volóchinov, 2017, p. 84). Independentemente de quanto ou como os agentes do campo de pesquisa em Ensino de Física apropriem-se dos textos do campo enquanto objeto, toda a atividade acadêmica - seja de produção de conhecimento ou de formação profissional - se organiza *com* os textos e também *para* os textos, no sentido que esse é objeto dessa atividade:

Qualquer produto ideológico é não apenas uma parte da realidade natural e social - seja ele um corpo físico, um instrumento de produção ou um produto de consumo - mas também, ao contrário desses fenômenos, reflete e refrata outra realidade que se encontra fora dos seus limites. Tudo o que é ideológico possui uma *significação*: ele representa e substitui algo encontrado fora dele, ou seja, ele é um *signo* (Volóchinov, 2017, p. 91, *itálicos no original*).

Assim, se é praticamente inevitável o texto, por que não escrevê-lo com o compromisso de construir outros compromissos que não aqueles que tomam como inevitável o fim do mundo mas não o fim do capitalismo?. Por que não assumir o compromisso de tomar o texto enquanto síntese dos compromissos axio-onto-epistemológicos assumidos e, com os textos e para os textos, nos organizarmos para construir, a partir de agora, um Ensino de Física Ativista Transformador?. Se “ler os textos é ler o campo” - nossa hipótese fundamental - defendemos que escrever os textos de forma revolucionária é também revolucionar o campo! Escrever os textos de forma revolucionária é assumir o compromisso de, por meio do Ensino de Física Ativista Transformador, *disputar* um outro futuro que não aquele engendrado pelo capitalismo!

4.2.3 Possibilidades de superação da narrativa dicotômica “em e sobre ciências”.

Como discutimos ao longo da tese até aqui, o trabalho de Matthews (1995), popularizou um termo - o ensino *em* e *sobre* ciências - que, apesar de muitas vezes encontrar algumas variações (como o ensino *da* e *sobre* ciências ou ensino *de* e *sobre* ciências) concentra-se, predominantemente, em enfatizar o que seria o ensino *sobre* para diferenciá-lo do que para o autor seria apenas um ensino *em* ciências. Essa diferenciação, como viemos argumentando até aqui, envolve as relações entre HFC, NdC e ensino, de modo que um ensino que envolvesse também ensinar *sobre* ciências, segundo o autor e diversos trabalhos que a partir dele usam o mesmo argumento, além de discutir apenas os “conteúdos científicos” tradicionais dos currículos de ciência poderia também tratar da Natureza da Ciência:

Os que defendem HFS [História, Filosofia e Sociologia] tanto no ensino de ciências como no treinamento de professores, de uma certa forma, advogam em favor de uma abordagem “contextualista”, isto é, uma educação em ciências, onde estas sejam ensinadas em seus diversos contextos: ético, social, histórico, filosófico e tecnológico; o que não deixa de ser um redimensionamento do velho argumento de que o ensino de ciências deveria ser, simultaneamente, **em e sobre ciências**. Para usar a terminologia adotada pelo Currículo Nacional Britânico, os alunos de primeiro e segundo grau devem aprender não somente o conteúdo das ciências atuais mas também algo acerca da “Natureza da ciência” (Matthews, 1995, p. 166, grifos nossos).

E essa narrativa dicotômica, por seguir sem que verdadeiramente se problematize quais os compromissos são assumidos a partir dela, avança e se dispersa de diferentes maneiras. Mesmo sendo esse trabalho de Matthews, como discutimos anteriormente, extremamente citado, é comum encontrar diferentes versões em relação ao conteúdo daquilo que se considera “em” e “sobre” ciências. Em trabalhos mais recentes, como o de Hidalgo e Junior (2016), por exemplo, esse entendimento é um pouco diferente do que indicado pelo próprio Matthews (1995):

Em outras palavras, a HFC tem a capacidade de promover um ensino “em” e “sobre” a ciência; considerando o ensino “em” ciência como sendo aquele em que se abordam os aspectos internos ao conhecimento científico (leis, teorias, hipóteses etc – aliado ao conhecimento epistemológico da ciência) e o conhecimento “sobre” ciência aquele que aborda seus aspectos externos (influências sociais, culturais, econômicas etc – aliado ao conhecimento ontológico da ciência) (Hidalgo; Junior, 2016, p. 25).

Para além de entender isso como uma “confusão” ou um “desvio” da ideia original de Matthews (1995), entendemos ser mais prudente, nesse momento histórico, nos questionarmos se isso que parece confusão ou desvio na verdade não seria falta de problematização contundente em relação *a que* e *a quem* serve essa narrativa dicotômica. Em outras palavras: entendemos que para além de simples confusão ou desvio, essa dispersão do conteúdo daquilo que se entende ser “em” e “sobre” ciências está relacionado à falta de problematização, que essa tese busca contribuir, dos compromissos assumidos quando o campo de pesquisa em Ensino de Física, por exemplo, assume essa narrativa.

Apesar das inegáveis contribuições que o texto de Matthews (1995) possui para o campo de pesquisa em Ensino de Física, na perspectiva do Ensino de Física Ativista Transformador, entendemos que essa distinção entre “em” e “sobre” ciências é problemática, em diversos níveis. Buscaremos, dentro do espaço que aqui dispomos, tratar de alguns destes níveis, especialmente partindo do pressuposto que essa distinção é uma *narrativa dicotômica* que causa impactos, muitas vezes produzindo e reforçando concepções (e compromissos) como se fosse realmente

possível, no ensino-aprendizagem de ciências, por exemplo, fazer essa separação entre o que seria um ensino “em” em contraste com um ensino “sobre” ciências. Em suma, nosso argumento é que essa dicotomia não existe, mas enraíza-se como concepção e organiza-se enquanto um compromisso axio-onto-epistemológico que favorece a manutenção¹²⁹ do Ensino de Física Cognitivista-Transmissivo-Passivo, sustentado-se também por meio dessa narrativa dicotômica.

Em um trabalho recente que discute os impactos de Matthews (1992; 1995), presentes ainda três décadas depois, Carvalho e Guerra (2024) discutem os caminhos para uma perspectiva sociopolítica no Ensino de Ciências. Dentre diversos dados encontrados, um nos chama bastante a atenção. Quando as autoras analisam o que chamam de “artigos mobilizantes” (aqueles que discutem temas sociopolíticos) com aqueles que focam nas “mudanças de concepções sobre ciência”, constata-se que o segundo segmento é amplamente encontrado e quando comparam ele em relação à “aprendizagem de conceitos científicos” percebem que este segmento é bastante reduzido em relação aos que focam nas concepções sobre ciência. As autoras destacam que:

Parece que os artigos que colocam as perspectivas sociopolíticas de forma central ou orbitando essa temática não focam tanto na aprendizagem de conceitos, ao contrário do que é observado na base geral da articulação HC e ensino, quando comparamos com a temática de **mudança de concepções sobre a ciência**. Por outro lado, o **enfoque sociocultural** tem uma presença similar à **mudança de concepções sobre a ciência** nos artigos **mobilizantes**, algo que não ocorre na base geral. Esses dados sugerem que pesquisas que centralizam ou orbitam questões sociopolíticas se aproximam da análise macro da articulação HC [História da Ciência] e ensino ao defender o uso da HC para humanizar cientistas, contextualizar a produção científica e promover visões apropriadas da ciência. No entanto, essas pesquisas se distanciam ao não focarem tanto na aprendizagem de conceitos (Carvalho; Guerra, 2024, p. 175-176, grifos no original).

Esse dado nos chama a atenção porque entendemos que reforça nossa preocupação em relação à narrativa dicotômica “em” e “sobre” ciências. Na perspectiva iniciada por Matthews (1995, p. 166), como bem sintetiza o autor, o ensino “em” seria o que o autor chama de “conteúdo das ciências atuais”, enquanto o ensino “sobre” seria “algo acerca da ‘Natureza da Ciência’” (ibid.). Ou seja, ao criar a narrativa dicotômica e ela se popularizar, assumimos um compromisso que, olhando para essa dicotomia, acaba por *escolher* no que vai focar: em ensinar o conteúdo

¹²⁹ Como destacam Carvalho e Guerra (2024, p. 181), ao analisarem os impactos do trabalho de Matthews (1992; 1995), três décadas depois: “Todavia, após 30 anos, essas defesas são tomadas esvaziadas de seu contexto, ou seja, elas são empregadas como diretrizes, mas que, por muitas vezes, não há um arcabouço que explique por que a adotamos”. Ou seja, é possível que o termo se popularize e em torno dele atividades se organizem sem que necessariamente a problematização dos compromissos assumidos ao se organizar em torno desse termo sejam discutidos.

científico ou ensinar sobre Natureza da Ciência. Além do problema explícito dessa narrativa dicotômica em separar, sem discutir praticamente nada, o que seria o “conteúdo científico” e o que seria a “Natureza da Ciência”, o efeito prático desse compromisso assumido é que ou estamos ensinando o “conteúdo em si” - que podem ser, no Ensino de Física, por exemplo, os conceitos físicos - ou estamos ensinando sobre aspectos históricos e filosóficos sobre a atividade científica mas nada sobre as leis de Newton, sobre velocidade média, sobre o elétron ou os famigerados resistores.

Essa narrativa dicotômica presente nos textos, portanto, organiza esses compromissos em torno daquilo que buscamos ensinar-aprender numa aula de Física, por exemplo, de modo a criar um certo juízo de valor entre a importância de “ensinar os conceitos” *versus* “ensinar os aspectos históricos e filosóficos”, como se fosse possível, ao ensinar-aprender um, estar *necessariamente* não tratando sobre o outro. É óbvio que é possível que o professor entre em sala e lecione um curso inteiro de cinemática, por exemplo, sem discutir *explicitamente* sobre a história e filosofia que constituem os conceitos ali discutidos. Sabemos que essa realidade é possível e que pode ser até comum. No entanto, dado que avançamos até aqui, três décadas depois de Matthews (1995) ter explicitado essa narrativa dicotômica, é viável, por exemplo, imaginar um curso sobre história e filosofia do movimento que não explicasse sequer um conceito físico envolvido nessa história e filosofia?

Se a resposta para essa pergunta for “não”, precisamos discutir porque não. Essa discussão pode nos levar ao entendimento daquilo que queremos com as relações entre HFC, NdC e ensino. Mesmo partindo do pressuposto que o ensino “em” e “sobre” ciências não se separa como nessa narrativa dicotômica tradicional, poderíamos pensar que, da mesma forma que pode não adiantar ensinar “apenas os conteúdos científicos em si”, de nada também adiantaria ensinar “apenas os aspectos históricos e filosóficos em si”. É precisamente essa percepção que nos aponta que essa narrativa dicotômica precisa ser combatida. Por exemplo, mesmo Martins (2006a, p. XXI), trabalhando numa perspectiva mais tradicional de historiografia, aponta que “[a] história das ciências não pode substituir o ensino comum das ciências, mas pode complementá-lo de várias formas”, de modo a mostrar que “a ciência não é uma coisa isolada de todas as outras mas sim faz parte de um desenvolvimento histórico, de uma cultura, de um mundo humano, sofrendo influências e influenciando por sua vez muitos aspectos da sociedade” (ibid, p. XXI-XXII). Certamente, como já discutimos em Garcia e Camillo (2021), por exemplo, quando

trabalha-se numa perspectiva envolvida na *tendência consensualista*, tomando a lista de aspectos consensuais com um fim em si mesma, é muito difícil conseguir discutir a atividade científica com o intuito de ensinar-aprender sobre as especificidades dessa atividade, mesmo porque a lista não consegue expressar nenhum destaque à atividade científica em relação a outras atividades humanas. Seja a partir de “episódios históricos” ou não, o que é mais importante, na perspectiva do Ensino de Física Ativista Transformador, é que discutamos como as relações entre HFC, NdC e ensino - a perspectiva do ensino “em” e “sobre” ciências - pode *servir* à prática educativa. Isso envolve o esforço que, em certa medida, estamos fazendo nesta tese: entender historicamente como essas relações *serviram* até o presente momento histórico e disputar como elas deveriam servir se quisermos construir um futuro diferente daquele já pré-fabricado pelo capitalismo:

É a fidelidade no colapso iminente do capitalismo – e não como um artigo de fé cega, mas como uma firme convicção baseada em explorações sóbrias (embora não desapaixonadas) das contradições e falhas do capitalismo – que fundamenta a necessidade de se comprometer com projetos sociopolíticos de elaboração de novas formas de sociedade e relações humanas, inclusive na educação. No espírito de Marx, trata-se da necessidade de trabalhar no fornecimento de condições para a transição para uma sociedade (comunista, por Marx) que realize demandas éticas por liberdade, justiça social e igualdade (Stetsenko, 2023b, p. 590, tradução nossa).

Voltemos novamente ao trabalho de Matthews (1995) com essa perspectiva, sobretudo para tentar esmiuçar o que realmente o autor quis dizer com a “tendência atual da reaproximação”. Entendemos que fazer uma breve análise pode nos ajudar a entender melhor a narrativa dicotômica que estamos aqui discutindo, bem como envisionar algumas possibilidades de superá-la.

Matthews (1995) argumenta, a partir de estudos anteriores, que até aquele presente momento histórico “ensino de ciências desenvolveu-se completamente dissociado da história e da filosofia da ciência” (p. 164-165) e que, segundo ele, nos últimos anos, “houve uma reaproximação significativa entre esses campos” (ibid.). Se analisarmos esse argumento, inicialmente parece não haver nenhum problema nele, pois parece tratar-se apenas de uma constatação a partir de estudos passados que o campo do Ensino de Ciências e o campo de História e Filosofia da Ciência vêm estreitando relações. No entanto, o que é problemático ao nosso ver é o que se segue nessa argumentação: “Tanto a teoria como, particularmente, a prática do ensino de ciências estão **sendo enriquecidas** pelas **informações colhidas** da história e da filosofia da ciência” (ibid., grifos nossos). O grande problema, que defendemos, é a principal

base de sustentação da narrativa dicotômica que a partir daqui se dissemina mais explicitamente, é justamente postular que essa aproximação está ocorrendo porque a área de Ensino de Ciências está “coletando” algo da área de História e Filosofia da Ciências. Eis alguns questionamentos que, mesmo que não saibamos a resposta neste momento, precisam ser realizados: que tipos de relacionamentos podem emergir de uma aproximação que começa afirmando que um campo de atividade humana apenas *coleta informações* de outro que, a princípio, não guarda relação nenhuma com o primeiro? O que esperar de uma aproximação que coloca aquele que deveria ser o enfoque principal - o campo de Ensino de Ciências - *em função* de outro campo que, ainda que produza conhecimento que pode ser útil ao Ensino de Ciências, não necessariamente está preocupada com ele e com os problemas que ele enfrenta? Existiria mesmo essa “tendência atual da reaproximação” que Matthews (1995) aponta ou o que existe, até o presente momento histórico, é um ethos de adaptação e passividade que afeta o campo de Ensino de Ciências (e da Educação de maneira geral) que a coloca sempre subordinada a outros campos (supostamente) mais influentes e cria, na esteira de exploração da sociabilidade capitalista, ainda mais (e novos) obstáculos ao desenvolvimento de sua autonomia concreta?

Em direção similar a esses questionamentos encontramos o trabalho de Moura (2021), por exemplo, que questiona, à luz de uma perspectiva sociopolítica no Ensino de Ciências, “para quê história da ciência no ensino?”. Partindo de alguns objetivos explícitos em trabalhos anteriores bastante citados, como Matthews (1995) e Martins (2006a), o autor discute a necessidade de expandir os argumentos a favor de HFC no Ensino de Ciências contidos nessas obras. Nessa expansão, sinaliza que “apenas entender como a ciência funciona desde um ponto de vista conceitual e epistemológico não tem se mostrado suficiente para que se alcance uma situação de justiça social e bem-estar coletivo” (Moura, 2021, p. 1159). Cabe adicionar, na perspectiva que aqui delineamos como Ensino de Física Ativista Transformador, que esse alcance não se desenvolverá, defendemos, sem que o campo de pesquisa em Ensino de Física assuma explicitamente um compromisso anticapitalista. Não se constroem relações de bem-estar social tampouco se efetivam processos de justiça social enquanto o entendimento de que, parafraseando Marx & Engels (2024, p. 79) “os proletários [o que inclui os que atuam na Educação] nada têm a perder a não ser seus grilhões”, não for assumido enquanto compromisso coletivo.

Ainda que estejamos aqui delineando um pouco mais explicitamente do que faz Moura (2021), por exemplo, a necessidade de se assumir esse compromisso¹³⁰ de forma anticapitalista, o autor destaca algumas possíveis “funções” que as relações entre HFC, NdC e ensino poderiam nos oferecer pensando além de sua abordagem mais tradicional:

Assim, mais do que incutir esta ou aquela visão sobre como funciona a ciência, o papel da educação científica deveria ser **abrir uma discussão sobre os rumos da sociedade**, em primeiro lugar, e o papel das ciências nessa sociedade. Ou seja, não se trata exclusivamente de um objetivo de conhecer algo, mas de reconhecer-se em um papel ativo na construção da sociedade, a partir da discussão de seus rumos, nesse caso, uma discussão fundamentada na História (Moura, 2021, p. 1164, grifos nossos).

Discussão essa que, como tratamos (principalmente) ao longo do primeiro capítulo, não deveria passar impune em relação aos *problemas* cujos quais a atividade científica vem se debruçando ao longo da história. Na perspectiva da *Atividade Potencial*, por exemplo, o cerne das reflexões sobre ciência não pode ser desconectado de uma abordagem histórica não apenas porque existe uma área de HFC e NdC que a assinala como importante, mas porque essa própria *dinâmica histórica* se constitui na busca por superação de problemas históricos:

A produção em série e as péssimas condições dos trabalhadores quando do surgimento da indústria moderna é ao mesmo tempo opressora, mas gera a possibilidade de que os trabalhadores fiquem mais próximos, se unam, se organizem. Desta maneira, o problema da opressão por meio das condições de trabalho emerge ao mesmo tempo da possibilidade concreta de luta pela superação desta opressão, o que não significa que ela é necessariamente superada, mas que as condições para sua possível resolução estão em vias de aparecer (Camillo, 2015, p. 144).

Assim, numa perspectiva ativista transformadora, muito inspirada em referenciais marxistas, a dinâmica (essencialmente) contraditória da realidade é o que constitui o movimento histórico. Nesse sentido, a tônica daquilo que devemos ou não ensinar deveria ser, ao nosso ver, determinado pelo momento histórico e não por escolhas relativamente arbitrárias sobre quais

¹³⁰ É importante destacar que, a nosso ver, ainda que Moura (2021) não destaque explicitamente a necessidade desse compromisso estar alinhado com uma ideologia anticapitalista, o autor chama a atenção para a ideia de que, nessa perspectiva que ele defende, “é possível traçar as rotas que nos permitam entender como a ciência se sustentou social, cultural e temporalmente, com atenção principalmente aos apagamentos e assimetrias de poder” (ibid., p. 1170). Entendemos que uma resposta rápida - e esperamos que não rasa - à pergunta de “como a ciência se sustentou?” seria que ela é, como discute Azeri (2016), *subsumida* ao capital. Ou seja, ainda que a atividade científica possa *servir* ao amplo projeto de superação do capitalismo - compromisso que nessa tese assumimos explicitamente - ela se sustentou, ao longo dos anos, também por servir mais ao capital, seja na sua ampliação e monopólio, seja como ferramenta de manutenção de sua hegemonia.

conhecimentos, quais concepções e quais abordagens são mais “adequadas” e “menos distorcidas” do que outras.

Defendemos que a complexificação da consciência não envolve apenas “saber mais a verdadeira imagem sobre ciência” ou “aprender mais conteúdos de Física” mas sim ser capaz de avaliar quais os impactos que o desenvolvimento da atividade científica sob o domínio do modo de produção capitalista implicam na (re)produção da vida humana e discutir se e como seria possível que outros modos de (re)produção dela quando o sistema não é mais o capitalista. Envisionar o futuro a partir do presente é, em certa medida, buscar transformá-lo já no presente, a partir de uma ideo-metodologia ativista transformadora:

A pedra angular de qualquer análise, portanto, é formada por compromissos com a transformação social que nos posicionam de forma única para ver *o que é* através do prisma de como as situações e condições presentes *vieram a ser* e, também, à luz do futuro imaginado e almejado – do que acreditamos que *deveria ser*. Assim, a historicidade e a situatividade do conhecimento são verificadas ao lado do foco em sua inelutável fusão com uma postura ativista e orientada para o futuro. Um ponto final define toda a dinâmica do desenvolvimento humano e da sociedade, do saber-ser-fazer; sem um ponto final (embora flexível e em constante mudança, como um horizonte que muda a cada passo que damos), é impossível avançar, mover-se como um todo (Stetsenko, 2019, p. 9, *itálicos no original e tradução nossa*).

Com isso, por fim, gostaríamos de provocar a seguinte reflexão: será que o que estamos experimentando, em termos de relações entre HFC, NdC e ensino, nas últimas décadas, revela realmente uma *tendência à reaproximação* de dois campos da atividade humana que estariam, até o momento em que Matthews (1995) faz essa denúncia, mais afastados ou na realidade o que Matthews (1995) faz é uma *narrativa dicotômica* que, reforçada nos últimos anos, nos leva a crer que exista uma separação entre esses dois campos?

Desta forma, entendemos que essa narrativa dicotômica gera uma série de problemas que, em certa medida, constituem o que movem as atividades relacionadas às relações entre HFC, NdC e ensino - tomadas como *perspectiva do ensino em e sobre ciências* - a se organizarem em busca da superação destes problemas, o que é ótimo. No entanto, é necessário avaliar, nesse momento histórico, se aquilo que, por exemplo, o campo de pesquisa em Ensino de Física quando assume a perspectiva do ensino *em e sobre ciências* está tomando como problema a ser superado, realmente é um problema a ser superado dado os compromissos específicos assumidos com a superação do capitalismo. Temos clareza de que nem a perspectiva de que o capitalismo precisa ser superado é consensual, tampouco que aquilo que é ou não problema a ser superado seja fácil

de identificar - ou mesmo de buscar coletivamente resolver. O que defendemos, entretanto, é que o compromisso em assumir essa necessidade de superação pode nos fazer avaliar melhor *a que* e *a quem* serve a perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências, sobretudo neste momento histórico, e como ela poderia servir à libertação da classe trabalhadora dos grilhões da hegemonia do capital.

Conclusão: o futuro está aberto *em disputa*!

*“Cold is the wind and thunder struck
On the stormy night
But can't you see, I'm by your side
We are marching on!”*

Carry On - Angra

A epígrafe que (propositalmente) inicia o fim do nosso texto de tese, aqui no espaço da conclusão, foi escolhido não apenas por ser uma das músicas preferidas do seu autor, mas porque ela explicita, sobretudo no refrão, a essência desta tese: que, ao passo que assumamos compromissos axio-onto-epistemológicos de superação das contradições que constituem o campo de pesquisa em Ensino de Física, que este possa vir-a-ser ativista transformador. Se essas contradições constituem o campo, tal qual ventos frios, raios e trovões constituem uma noite tempestuosa, que possamos assumir o compromisso de marchar juntos e, na busca pela superação dessas contradições, poder *continuar*.

Tal continuidade, na perspectiva ativista transformadora que ao longo da tese (e a partir dela) nos comprometemos, não é, no entanto, um presente do destino; não encontra-se dada num futuro próximo, bastando que esperemos até que ele chegue. O próprio futuro, nesta perspectiva, só pode *vir-a-existir* se e quando construído de forma coletiva em busca da superação das contradições que constituem o presente momento histórico. Momento histórico esse, como discutimos ao longo de toda a tese, que se configura de forma crítica, sobretudo quando (ainda) nos encontramos (sobre)vivendo em um modo de sociabilidade capitalista. Em outras palavras: nosso clamor por um Ensino de Física Ativista Transformador emerge do compromisso que assumimos com o processo de tomar pelas mãos, coletivamente, as possibilidades concretas de co-construir esse Ensino de Física e não esperar que ele “naturalmente emerja”. Entendemos que essas possibilidades só poderão ser tomadas pelas nossas mãos, enquanto *comunidade*, uma vez que assumamos os compromissos axio-onto-epistemológicos que ao longo da tese discutimos, principalmente entendendo que estes devem estar *comprometidos* com a superação da hegemonia capitalista. Se resta dúvida ainda, cabe mais uma vez destacar que o que aqui estamos chamando de co-construir um Ensino de Física Ativista Transformador é *essencialmente* um compromisso **anticapitalista**.

Essa essência e principalmente a urgência que estamos assinalando em assumir esses compromissos conecta-se com uma das discussões centrais que realizamos ao longo da tese: a

necessidade destes compromissos não se debruçarem apenas sobre as questões epistemológicas do campo de pesquisa em Ensino de Física, como tradicionalmente vêm se fazendo nos últimos anos, mas que fossem consideradas - porque *constituintes* - as dimensões axio-onto-epistemológicas que fundamentam esse campo. Nesse sentido, para que possamos *continuar* a partir daquilo que aqui defendemos ao longo da tese, é importante concluir o texto explicando que a tese é entendida por nós, do ponto de vista *organizacional*¹³¹, apenas como o início da nossa luta (ou a abertura do nosso “programa de pesquisa”). Ou seja, ainda que aqui estejamos concluindo o texto, esse é apenas o começo daquilo que defendemos ser as possibilidades concretas de emancipação humana por meio da Educação em Ciências, assinalada por Camillo (2015) e por nós reforçada na perspectiva ativista transformadora.

Essas e outras questões nos apontam que não podemos continuar *perdendo tempo* em defender que o foco para se construir um Ensino de Física com compromisso de transformação social se dará apenas em discussões epistemológicas; certamente não se constituirá *sem* elas, mas não pode emergir *apenas* delas. Essas e outras questões deveriam estar sendo tratadas pela Educação em Ciências de forma geral, o que inclui de forma específica o Ensino de Física, tanto quanto (ou até *mais*) do que continuar investindo na discussão de que professores e estudantes *deformam* a imagem sobre a atividade científica. Mais do que uma *imagem*, temos uma *realidade concreta* em crise - crise essa que continua crescendo e se complexificando de várias formas - e que exige que nos apropriemos do desafio de *radicalizar* a pesquisa em Ensino de Física e que possamos assumir que teorizar em tempos de crise é um desafio (Stetsenko, 2022) mas que precisamos encará-lo.

Não estamos defendendo que os últimos anos de pesquisas voltadas para concepções sobre ciência de professores e estudantes sejam inúteis, mas que se continuarmos reduzindo os fenômenos que aí emergem apenas às questões puramente epistemológicas - ou apenas à narrativa dicotômica entre o “em” e o “sobre” ciências - estamos perpetuando que essas pesquisas continuem estéreis; sem avançar necessariamente em problemas concretos e continuando a se limitar a apontar que professores e estudantes têm “concepções positivistas de ciência” e que

¹³¹ Em “Lênin, propagandista e agitador”, um texto seminal sobre a perspectiva marxista-leninista de militância política, Krupskaja ([1939] 2012) destaca que uma das características dessa perspectiva é o conhecimento dos assuntos em causa. Ou seja, do nosso ponto de vista, a organização para a luta por um Ensino de Física Ativista Transformador não passará impune que esse conhecimento de causa seja essencialmente uma leitura concreta da realidade, onde o anticapitalismo não é apenas uma mera **opção** mas a própria **lente** com a qual podemos fazer essa leitura.

“propagam imagens inadequadas da atividade científica”. Além disso, se buscamos superar esses reducionismos, devemos ao nos debruçarmos sobre questões éticas, políticas, ideológicas, filosóficas, históricas e culturais a respeito do Ensino de Física no nosso país e buscar uma atuação (engajada, ativista e transformadora) ao invés de se concentrar em uma imagem (estática, isolada e caricaturesca) da atividade científica. Ao invés de investirmos tempo (e dinheiro público) em pesquisas que primeiro apontam que professores e estudantes são culpados pelas distorções de uma imagem adequada de ciência e depois elaboram materiais, instrumentos, roteiros e/ou sequências didáticas (muitas vezes, completamente desconectadas da realidade pesquisada) e acreditar que a mera apresentação desses vai “alterar” essas concepções e portanto, linearmente, “garantir” a formação cidadã e a alfabetização científica, poderíamos coletivamente nos aprofundarmos em como (educar para) derrubar um sistema nefasto (e necropolítico) como é o capitalista, responsável por diversas atrocidades e pela criação (e manutenção) de vários impedimentos concretos, que (re)produzem todos os dias na cultura humana diversas desigualdades que envolvem também as Ciências da Natureza e as concepções que professores e estudantes constróem dela¹³². Será que realmente um questionário ou entrevista isolado, ou uma série de materiais e sequências didáticas preparadas por pesquisadores que normalmente não são os professores atuantes da escola básica conseguem, por si só, resolver problemas associados às concepções *sobre* a atividade científica ou será que estamos imersos em uma realidade mantida pelo capitalismo que infiltra seus tentáculos sempre que pode (e onde consegue) para impedir que avancemos para uma Educação em Ciências realmente transformadora e uma cultura de valorização científica? O problema realmente são as “visões distorcidas” que os professores “transmitem” na prática educativa para os estudantes ou uma miríade de problemas e impedimentos concretos muito maiores, criados e mantidos por um sistema elaborado com a finalidade de *alienar e explorar*, que só pode ser superado, nesse momento histórico, com lutas incessantes que dependem muito mais de um Ensino de Física politicamente organizado e ativista transformador do que de pesquisas que culpem os agentes dessa luta?

É nesse sentido que essa tese operou com a perspectiva da *denúncia* ao *anúncio*, não apenas para situar uma série de contradições e discutir as possibilidades concretas de sua

¹³² Nesse sentido, cabe destacar, nos alinhamos com a perspectiva de Tonet (2020, p. 40), que enfatiza que “[n]ossa posição situa-se a meio caminho entre aqueles que sustentam que a educação tem um caráter exclusivamente reprodutor das relações sociais capitalistas e aqueles que defendem a possibilidade de que a educação possa ser posta a serviço dos interesses mais essenciais dos trabalhadores”. Ou seja, é preciso situar-se com a esperança e o compromisso com a mudança dessa realidade, assumindo a educação como *luta*.

superação, mas no sentido que essa denúncia é sustentada, especialmente no terceiro capítulo, onde apresentamos e analisamos os enunciados estabilizados, por uma leitura do campo (a partir desses enunciados) que foi por nós pensada de forma convocatória e não necessariamente difamatória. Ou seja, a *denúncia* que fazemos no segundo capítulo e procuramos sustentar empiricamente no terceiro capítulo não se trata de um apontar de dedos nosso *para* o campo de pesquisa em Ensino de Física, como se dele não fizessemos parte, para depois anunciar de forma puramente propedêutica, aquilo que “deve ser feito” para que nossa proposta “funcione”. A ideia é que o movimento de ir da denúncia ao anúncio possa explicitar, nesse próprio movimento, quais são as contradições que estamos chamando a atenção e que constituem o campo de pesquisa em Ensino de Física - principalmente as especificidades do que na tese destacamos como a perspectiva do ensino *em* e *sobre* ciências - e quais possibilidades concretas de superação destas contradições podemos nos organizar para superar, a partir da tese.

Como destacamos em outro momento, na dissertação de mestrado do autor desta tese, é importante reforçar que “os processos pelos quais as atividades humanas se estabelecem e os meios pelas quais sustentam significados não é um processo que finda quando findam nossas discussões sobre estes processos” (Garcia, 2020, p. 169). A tese, nesse sentido, ocupa um espaço de *disputa*, essencialmente de *luta revolucionária* e não uma *espera passiva* em relação ao Ensino de Física que queremos; aquele que seja, assim como o futuro, constituído a partir de *agora*. Essa construção, essencialmente coletiva e comprometida com a perspectiva que aqui estamos tratando como *ativista transformadora*, reforça a ideo-metodologia que apontávamos nesse trabalho prévio, de que a “ciência e a educação científica que queremos, nesse sentido, deve ser revolucionária, radical, por tomar a transformação da realidade pela raiz, por onde a realidade é fundada, a partir das atividades humanas coletivas” (ibid., p. 171). É a partir destas atividades, engajadas com a disputa pelo futuro que almejamos, que essa tese finda mas não findam aqui os processos que esperamos coletivamente co-construir a partir dela.

Com essa perspectiva, que aqui chamamos de *ativista transformadora*, reivindicamos que, para que o Ensino de Física possa *vir-a-ser* **ativista transformador**, é necessário considerar este (dialeticamente, ao mesmo tempo) como: (i) sistema de atividade comprometido com a organização dos seus agentes de transformação - a partir dos compromissos assumidos historicamente; (ii) como *Atividade Potencial* que busca co-construir possibilidades concretas do Ensino de Física tornar-se processo/projeto agentivo de autoria da própria história e (iii) como

movimento de luta constante que possa desenvolver novas atividades e novas formas revolucionárias de consciência comprometidas com o desenvolvimento de possibilidades concretas de superação do capitalismo.

O futuro é aberto e isso sempre defenderemos e lutaremos para que se concretize dia após dia, até a vitória. No entanto, apesar de o futuro ser construído no presente e estar aberto, não está aberto em *espera*, mas aberto em *disputa*!

Referências.

- ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A.; PAIXÃO, M. F.; ACEVEDO, P.; OLIVA, J. M.; MANASSERO, M. A. Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no ensino das ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 11, p. 1-15, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132005000100001>
- ALLCHIN, Douglas. Beyond the Consensus View: Whole Science. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 17, n. 1, p. 18-26, 2017. <https://doi.org/10.1080/14926156.2016.1271921>
- ALLCHIN, Douglas. Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. **Science Education**, v. 95, n. 3, p. 518-542, 2011. <https://doi.org/10.1002/sce.20432>
- ALVES-FILHO, José de Pinho. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 17, n. 2, p. 174-188, 2000. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/9006> Acesso em 08 de maio de 2025.
- APPLE, Michael. **Currículo e ideologia**. São Paulo: Brasiliense, 1982.
- ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela; MOREIRA, Marco Antonio. Modelos computacionais no ensino-aprendizagem de física: um referencial de trabalho. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 2, p. 341-366, 2012. Recuperado de <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/189> Acesso em 07 de maio de 2025.
- ASSIS, Kleyson Rosário. História e filosofia da ciência no ensino de ciências e o debate universalismo versus relativismo. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 2, p. 149-166, 2014. <https://doi.org/10.53727/rbhc.v7i2.214>
- AZERI, Siyaves. Conceptual cognitive organs: Toward an historical-materialist theory of scientific knowledge. **Philosophia**, v. 41, n. 4, p. 1095-1123, 2013. <https://doi.org/10.1007/s11406-013-9460-3>
- AZERI, Siyaves. Consciousness as Objective Activity: A Historical-Genetic Approach. **Science & Society**, v. 75, n. 1, p. 8-37, 2011. <https://doi.org/10.1521/isis.2011.75.1.8>
- AZERI, Siyaves. Marx's Concept of Class: A Reconsideration. **Critique**, v. 43, n. 3-4, p. 439-460, 2015. <https://doi.org/10.1080/03017605.2015.1099848>
- AZERI, Siyaves. The historical possibility and necessity of (Ilyenkov's) anti-innatism. **Theory & Psychology**, v. 27, n. 5, p. 683-702, 2017. <https://doi.org/10.1177/0959354317714339>
- AZERI, Siyaves. Value and Production of Knowledge: How Science is Subsumed to Capital. **Critique**, v. 44, n. 1-2, p. 103-128, 2016. <https://doi.org/10.1080/03017605.2016.1173863>

AZERI, Siyaves. Vygotsky and Ilyenkov on Language, the “Ideal” and the Constitution of Consciousness. **Socialism and Democracy**, v. 33, n. 3, p. 1-25, 2020. <https://doi.org/10.1080/08854300.2020.1768793>

BAGDONAS, Alexandre; ZANETIC, João; GURGEL, Ivã. Controvérsias sobre a natureza da ciência como enfoque curricular para o ensino da física. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 2, p. 242-260, 2014. <https://doi.org/10.53727/rbhc.v7i2.199>

BAKHTIN, Mikhail. **Os gêneros do discurso**. 1ª ed. São Paulo: Editora 34, 2016.

BAKHURST, David. Reflections on activity theory. **Educational Review**, v. 61, n. 2, p. 197-210, 2009. <https://doi.org/10.1080/00131910902846916>

BARBOSA, João Paulino Vale; BORGES, Antonio Tarciso. O entendimento dos estudantes sobre energia no início do ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 2, p. 182-217, 2006. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6275> Acesso em 07 de maio de 2025.

BARROS, Marcelo Alves; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. A história da ciência iluminando o ensino de visão. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 5, n. 1, p. 83-94, 1998. <https://doi.org/10.1590/S1516-73131998000100008>

BATISTA, Giovanninni Leite de Freitas; DRUMMOND, Juliana Mesquita Hidalgo Ferreira; FREITAS, Daniel Brito de. Fontes primárias no ensino de física: considerações e exemplos de propostas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 663-702, 2015. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n3p663>

BATISTA, Irinéa de Lourdes. O ensino de teorias físicas mediante uma estrutura histórico-filosófica. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 461-476, 2004. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132004000300010>

BRAGA, Marco Antonio Barbosa; MEDINA, Márcio N. O teatro como ferramenta de aprendizagem da física e de problematização da natureza da ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 2, p. 313-333, 2010. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2010v27n2p313>

BROCKINGTON, Guilherme; PIETROCOLA, Maurício. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de Física Moderna?. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 3, p. 387-404, 2005. Recuperado de <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/512> Acesso em 08 de maio de 2025.

CALHEIRO, Lisiane Barcellos; GARCIA, Isabel Krey. Proposta de inserção de tópicos de física de partículas integradas ao conceito de carga elétrica por meio de unidade de ensino potencialmente significativa. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19, n. 1, p. 177-192, 2014. Recuperado de <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/102> Acesso em 04 de maio de 2025.

CAMILLO, Juliano. **Contribuições iniciais para uma filosofia da educação em ciências** Tese (Doutorado) em Ensino de Física, Universidade de São Paulo, Brasil, 2015.
<https://doi.org/10.11606/T.81.2015.tde-25112015-144311>

CAMILLO, Juliano. **Experiências em contexto: A experimentação numa perspectiva sócio-cultural-histórica**. Mestrado em Ensino de Física, Universidade de São Paulo, Brasil, 2011. <https://doi.org/10.11606/D.81.2011.tde-31052012-104321>

CAMILLO, Juliano. On the Possibility of Authorship in Science Education. In: BAZZUL, J.; SIRY, C. (Orgs.). **Critical Voices in Science Education Research**. Springer International Publishing, 2019. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99990-6_10

CAMILLO, Juliano; GARCIA, João Otavio. Bring along the other: Dialogue, togetherness, and possibilities in Science Education. **Cultural Studies of Science Education**, v. 16, n. 4, p. 1097-1104, 2021. <https://doi.org/10.1007/s11422-021-10025-z>

CAMILLO, Juliano; MATTOS, Cristiano Rodrigues de. Educação em Ciências e a Teoria da Atividade Cultural-Histórica: Contribuições para a Reflexão sobre tensões na prática educativa. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 1, p. 211-230, 2014.
<https://doi.org/10.1590/1983-21172014160113>

CAMILLO, Juliano; MATTOS, Cristiano Rodrigues de. Notas sobre a expansão da Teoria da Atividade na Educação em Ciências no Brasil. **Revista Brasileira da Pesquisa Sócio-Histórico-Cultural e da Atividade**, v. 1, n. 2, 2019. Disponível em:
<https://revistashc.org/index.php/shc/article/download/48/20> Acesso em 02 de maio de 2025.

CAMILLO, Juliano; RODRIGUES, André Machado; MATTOS, Cristiano Rodrigues de. Thinking with Cultural-Historical Activity Theory: Examining Science Education Key Issues. In: LEVANT, A.; MURAKAMI, K.; MCSWEENEY, M. (Orgs.). **Activity Theory: An Introduction**. 1ª ed. Stuttgart and Hannover: Ibidem Press, p. 275-294, 2024.

CARDOSO, Danilo; NORONHA, André; WATANABE, Graciella; GURGEL, Ivã. Texto jornalístico sobre ciência: uma análise do discurso sobre a natureza da ciência. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 3, p. 229-251, 2015.
<https://doi.org/10.5007/1982-5153.2015v8n3p229>

CARDOSO, Stenio Octávio de Oliveira; DICKMAN, Adriana Gomes. Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. especial, p. 891-934, 2012.
<https://doi.org/10.5007/2175-7941.2012v29nesp2p891>

CARVALHO, Alexandre Tadeu Gomes de; PIMENTEL, Rafael Filgueira; CARVALHO, Regina Simpício; LABURÚ, C. A linguagem, a epistemologia e o ensino conceitual da dualidade onda-partícula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 45, p. e20220339, 2023.
<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2022-0339>

CARVALHO, Bianca Cintra de; GOMES, Luciano Carvalhais. Análise histórica do conceito de calor nos trabalhos de Joule e implicações para o Ensino de Física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 3, 2017. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n3p264>

CARVALHO, Taina; GUERRA, Andreia. Michael Matthews e a articulação ensino de ciências-história da ciência no Brasil em artigos publicados entre 2002 e 2021: como caminhamos para uma perspectiva sociopolítica?. **Investigações em Ensino De Ciências**, v. 29, n. 2, p. 166-186, 2024. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2024v29n2p166>

CHALMERS, Alan Francis. **O que é ciência afinal?**. São Paulo: Brasiliense, 1993.

CLEMENT, Luiz; CARMINATTI, Nayra Luiza; FREIRA, João Felipe Tavares. Necessidades psicológicas básicas no contexto de estudos sobre motivação em aulas de física: evidências de validade de uma escala. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 1, p. 103-122, 2020. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2020v13n1p103>

CLEMENT, Luiz; CUSTÓDIO, José Francisco; ALVES-FILHO, José de Pinho. Potencialidades do ensino por investigação para promoção da motivação autônoma na educação científica. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 1, p. 101-129, 2015. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2015v8n1p101> Acesso em 07 de maio de 2025.

COELHO, Suzana Maria; NUNES, António Dias; WIEHE, Lilian Cristina Nalepinski. Formação continuada de professores numa visão construtivista: contextos didáticos, estratégias e formas de aprendizagem no ensino experimental de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 1, p. 7-34, 2008. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2008v25n1p7>

COSTA, Sayonara Salvador Cabral da; MOREIRA, Marco Antonio. A resolução de problemas como um tipo especial de aprendizagem significativa. **Caderno Brasileiro De Ensino De Física**, v. 18, n. 3, p. 263-277, 2001. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6663> Acesso em 04 de maio de 2025.

COVALESKI, Rogério; FREITAS, Flávia Carvalho de. Da Racionalidade Neoliberal à Autoajuda Empreendedora dos *Coaches*: Capitalismo Afetivo, Cultura da Inspiração e Felicidade nos Contextos Pandêmico e Pós-pandêmico. **Memorare**, v.11, n.1, 2024. <https://doi.org/10.59306/memorare.v11e12024%25p>

DA ROSA, Cleci Teresinha Werner; GHIGGI, Caroline Maria. Monitoramento e controle metacognitivo na resolução de problemas em Física: análise de um estudo comparativo. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 2, p. 105-125, 2017.

DAFERMOS, Manolis. Discussing the Concept of Crisis in Cultural-historical Activity Research: a Dialectical Perspective. **Human Arenas**, v. 7, p. 273-292, 2022. <https://doi.org/10.1007/s42087-022-00289-4>

DAFERMOS, Manolis. **Rethinking Cultural-Historical Theory: A Dialectical Perspective to Vygotsky**. 1ª ed. Singapore: Springer, 2018. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-0191-9>

DECONTO, Diomar Caríssimo Selli; OSTERMANN, Fernanda. Educação em Ciências e pensamento bakhtiniano: uma análise de trabalhos publicados em periódicos nacionais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 20, p. 21-156, 2020.
<https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u121156>

DIAS, Valéria Silva; MARTINS, Roberto de Andrade. Michael Faraday: o caminho da livraria à descoberta da indução eletromagnética. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 517-530, 2004.
<https://doi.org/10.1590/S1516-73132004000300014>

DIOGO, Rodrigo Claudino; GOBARA, Shirley Takeco. Educação e ensino de Ciências Naturais – Física no Brasil: Do Brasil Colônia à Era Vargas. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 89, n. 222, p. 365-383, 2008. <https://doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.89i222.707>

DORNELES, Pedro Fernando Teixeira; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 1, p. 99-122, 2012.
<https://doi.org/10.1590/S1516-73132012000100007>

DRUMMOND, Juliana M. Hidalgo F.; NICÁCIO, José Diogo dos Santos; SKEETE JR, Arthur Winston; SILVA, Mykaell Martins; CÂMARA, Amanda Thanize Araújo; BEZERRA, Francisco Valdécio. Narrativas históricas: gravidade, sistemas de mundo e natureza da ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, p. 99-141, 2015.
<https://doi.org/10.5007/2175-7941.2014v32n1p99>

DUARTE, Newton. (Org.). **Crítica ao fetichismo da individualidade**. 2ª ed. Campinas: Autores Associados, 2012.

DUARTE, Newton. **A formação do indivíduo e a objetivação do gênero humano: (categorias iniciais de uma reflexão sobre o processo de formação do indivíduo numa perspectiva histórico-social)**. Tese (doutorado), Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, São Paulo, 1992. Disponível em:
<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000050761> Acesso em 02 de maio de 2025.

DUARTE, Newton. A pedagogia histórico-crítica e a formação da individualidade para si. **Germinal: Marxismo e Educação em debate**, v. 5, n. 2, p. 59-72, 2013.
<https://doi.org/10.9771/gmed.v5i2.9699>

DUARTE, Newton. As pedagogias do “aprender a aprender” e algumas ilusões da assim chamada sociedade do conhecimento. **Revista Brasileira de Educação**, v. 18, p. 35-40, 2001.
<https://doi.org/10.1590/S1413-24782001000300004>

DUARTE, Newton. Formação do indivíduo, consciência e alienação: o ser humano na psicologia de AN Leontiev. **Cadernos Cedes**, v. 24, p. 44-63, 2004.
<https://doi.org/10.1590/S0101-32622004000100004>

DUARTE, Newton. O significado político da objetividade do conhecimento e de sua difusão: Argumentos contra o negacionismo e o relativismo. **Germinal: marxismo e educação em debate**, v. 14, n. 3, p. 55-72, 2022. <https://doi.org/10.9771/gmed.v14i3.51490>

DUARTE, Newton. Vigotski e o “aprender a aprender”: Crítica às apropriações neoliberais e pós-modernas da teoria vigotskiana. **Trabalho, Educação e Saúde**, v. 1, n. 1, p. 169-171, 2003. <https://doi.org/10.1590/S1981-77462003000100015>

ENGESTRÖM, Yrjo. Expansive Learning at Work: Toward an activity theoretical reconceptualization. **Journal of Education and Work**, v. 14, n. 1, p. 133-156, 2001. <https://doi.org/10.1080/13639080020028747>

ENGESTRÖM, Yrjo. **Learning by Expanding: An Activity-Theoretical Approach to Developmental Research**. 2ª ed. Cambridge University Press, 2014. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139814744>

ENGESTRÖM, Yrjo. *Non scolae sed vitae discimus*: toward overcoming the encapsulation of school learning. **Learning and Instruction**, v. 1, p. 243-259, 1991. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(91\)90006-T](https://doi.org/10.1016/0959-4752(91)90006-T)

ENGESTRÖM, Yrjo; ENGESTRÖM, Ritva. Developmental work research: The approach and an application in cleaning work. **Acta Psychologica Fennica**, v. 11, p. 211-227, 1986. Disponível em <https://psycnet.apa.org/record/1988-34387-001>

ENGESTRÖM, Yrjo; RANTAVUORI, Pauliina; RUUTU, Piia; TAPOLA-HAAPALA, Maria. Finding life beyond the classroom walls: a Change Laboratory supporting expansive de-encapsulation of school. **Éducation et didactique**, v. 17, n. 2, p.125-141, 2023. <https://doi.org/10.4000/educationdidactique.11773>

ENGESTRÖM, Yrjo; SANNINO, Annalisa. (2021). From mediated actions to heterogenous coalitions: Four generations of activity-theoretical studies of work and learning. **Mind, Culture, and Activity**, v. 28, n. 1, p. 4-23, 2021. <https://doi.org/10.1080/10749039.2020.1806328>

FARIAS, Antônio José Ornellas. Existem Dificuldades dos Alunos na Interpretação da Interação Carga-Campo? **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 21, n. 3, p. 389-396, 1999. Recuperado de https://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v21_389.pdf Acesso em 07 de maio de 2025

FERREIRA, Marcello; FILHO, Olavo L. Silva; MOREIRA, Marco Antonio; FRANZ, Gustavo B.; PORTUGAL, Khalil O.; NOGUEIRA, Danielle X. P. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, e20200057, 2020. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0057>

FILHO, Álvaro Leonardi Ayala. A construção de um perfil para o conceito de referencial em Física e os obstáculos epistemológicos à aprendizagem da teoria da relatividade restrita. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 155-179, 2010. Recuperado de <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/319> Acesso em 04 de maio de 2025.

FILHO, Olavo Leopoldino da Silva; FERREIRA, Marcello. Modelo teórico para levantamento e organização de subsunções no âmbito da Aprendizagem Significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, e20210339, 2022. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0339>

FISHER, Mark. **Realismo Capitalista: é mais fácil imaginar o fim do mundo do que o fim do capitalismo?** 1ª ed. São Paulo: Autonomia Literária, 2020.

FONTES, Daniel Trugillo Martins; RODRIGUES, André Machado. Uma análise de rede para as pesquisas do tipo mapeamento em Ensino de Física. **Ensino e Tecnologia em Revista**, v. 7, p. 364-378, 2023. <https://doi.org/10.3895/etr.v7n1.16709>

FORATO, Thaís Cyrino de Mello; PIETROCOLA, Maurício; MARTINS, Roberto de Andrade. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2011v28n1p27>

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Editora Paz & Terra, 2019.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 84ª ed. Rio de Janeiro: Paz & Terra, 2022.

GARCIA, João Otavio. **Discussões sobre ciência na formação de professores: articulações entre Natureza da Ciência e Teoria da Atividade Cultural-Histórica**. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2020. Disponível em <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/216434> Acesso em 02 de maio de 2025

GARCIA, João Otavio; CAMILLO, Juliano. Contribuições para o Debate em torno dos Aspectos Consensuais em Natureza da Ciência a partir da Teoria da Atividade Cultural-Histórica. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 2, p. 225-243, 2021a. <http://dx.doi.org/10.5007/1982-5153.2021.675663>

GARCIA, João Otavio; CAMILLO, Juliano. Ondas gravitacionais em desenvolvimento: Reflexões sobre ciência na educação em ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 27, e21051, 2021. <https://doi.org/10.1590/1516-731320210051>

GARCIA, João Otavio; NASCIMENTO, Lucas Albuquerque do; LIMA, Felipe Ramos; CAMILLO, Juliano. Contribuições para o debate sobre verdade como atividade humana na Educação em Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1355-1373, 2020. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1355>

CATARINO, Gisele Faur de Castro; QUEIROZ, Glória Regina Pessoa Campello; BARBOSA-LIMA, Maria da Conceição de Almeida. O formal, o não formal e as outras formas: a aula de física como gênero discursivo. **Revista Brasileira de Educação**, v. 22, n. 69, p. 499-517, 2017. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782017226925>

GASPAR, Alberto. Cinquenta anos de Ensino de Física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade de recolocar o professor no centro do processo educacional. **Educação**, v. 13, n. 21, p. 71-91, 2004.

GIACOMELLI, Alisson Cristian; ROSA, Cleci T. Significados construídos por acadêmicos de licenciatura em Física durante a execução de experimentos de pensamento históricos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 23, e33553, 2021.
<https://doi.org/10.1590/1983-21172021230125>

GIL-PÉREZ, Daniel; MONTORO, Isabel Fernández; ALÍS, Jaime Carrascosa; CACHAPUZ, António; PRAIA, João. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000200001>

GIL-PÉREZ, Daniel; VILCHES, Amparo; EDWARDS, Mónica; PRAIA, João Felix; VALDÉS, Pablo; VITAL, Maria Lúcia; TRICÁRIO, Hugo; RUEDA, Cristina. educação científica e a situação do mundo um programa de atividades dirigido a professores. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 9, n. 1, p. 123-146, 2003. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132003000100010>

GRECA, Ileana Maria; MOREIRA, Marco Antonio. Além da detecção de modelos mentais dos estudantes: uma proposta representacional integradora. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 1, p. 31-53, 2002. Recuperado de <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/568>
Acesso em 04 de maio de 2025.

GUERINI, Silvette Coradi; COSTA, David Antonio da; CUSTÓDIO, José Francisco. História do Ensino de Física no Brasil: período 1549 a 1930. **Revista REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 10, n. 2, e22030, 2022.
<https://doi.org/10.26571/reamec.v10i2.13407>

GUTTMANN, Gustavo Antonio Montenegro; BRAGA, Marco. A origem do universo como tema para discutir a Natureza da Ciência no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, p. 442-460, 2015. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n2p442>

HEIDEMANN, Leonardo Albuquerque; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. Ciclos de modelagem: uma proposta para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. especial 2, p. 965-1007, 2012. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2012v29nesp2p965>

HEINECK, Renato. O ensino de Física na escola e a formação de professores: reflexões e alternativas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 16, n. 2, p. 226-241, 1999. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6811>

HIDALGO, Maycon Raul; JUNIOR, Álvaro Lorencini. Reflexões sobre a inserção da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 14, p. 19-38, 2016. Recuperado de <https://revistas.pucsp.br/hcensino/article/view/26106> Acesso em 12 de maio de 2025.

HOERNIG, André Felipe; MASSONI, Neusa Teresinha; HADJIMICHEF, Dimiter. Física Quântica na Escola Básica: investigações para a promoção de uma Aprendizagem Conceitual, Histórica e Epistemológica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, e20210044, 2021. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0044>

IRZIK, Gürol; NOLA, Robert. A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. *Science & Education*, v. 20, n. 7-8, p. 591-607, 2011. <https://doi.org/10.1007/s11191-010-9293-4>

JONES, Peter. Why there is no such thing as “critical discourse analysis”. **Language & Communication**, v. 27, n. 4, p. 337-368, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.langcom.2006.08.001>

KRUPSKAIA, Nadejda. **Lênin, propagandista e agitador**. Marxist Internet Archive, 2012. Disponível em <https://www.marxists.org/portugues/krupskaia/1939/mes/lenin.htm> Acesso em 13 de maio de 2025.

KÖHNLEIN, Janete Francisca Klein; PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro. Uma discussão sobre a natureza da ciência no ensino médio: um exemplo com a teoria da Relatividade Restrita. **Caderno Brasileiro De Ensino De Física**, v. 22, n. 1, p. 36-70. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6393> Acesso em 07 de maio de 2025.

LABURÚ, Carlos Eduardo. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, p. 383-405, 2006. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6268> Acesso em 08 de maio de 2025.

LABURÚ, Carlos Eduardo; DE FREITAS ZOMPERO, Andreia; BARROS, Marcelo Alves. Vygotsky e múltiplas representações: leituras convergentes para o ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, p. 7-24, 2013. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2013v30n1p7>

LAGO, Leonardo Goncalves; ORTEGA, José Luis Nami Adum; MATTOS, Cristiano Rodrigues. A Investigação Científica-Cultural como forma de Superar o encapsulamento escolar: uma intervenção com base na Teoria da Atividade para o caso do ensino das fases da Lua. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 1, p. 239-260, 2019. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n1p239>

LAGO, Leonardo; MATTOS, Cristiano Rodrigues de. Bridging Concept and Activity: a Dialectical Synthesis Proposal. **Cultural-Historical Psychology**, v. 17, n. 2, p. 29-36, 2021. <https://doi.org/10.17759/chp.2021170203>

LAGO, Leonardo; MATTOS, Cristiano Rodrigues de; CAMILLO, Juliano. Lua selvagem e domesticada: a formação de conceitos em diferentes contextos com base na Teoria Cultural-Histórica da Atividade. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 28, n. 2, p. 149-168, 2023. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2023v28n2p149>

LAGRECA, Maria do Carmo Baptista; MOREIRA, Marco Antonio. Tipos de representações mentais utilizadas por estudantes de física geral na área de mecânica clássica e possíveis modelos

mentais nessa área. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 21, n. 1, p. 202-215, 1999. Recuperado de https://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v21_202.pdf Acesso em 04 de maio de 2025.

LEAL, Karel Pontes; FORATO, Thaís Cyrino de Mello; BARCELLOS, Marcília Elis. Ciência e religião em conflito na sala de aula: episódios históricos como propostas para a formação de professores. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 9, n. 2, p. 235-251, 2016. <https://doi.org/10.53727/rbhc.v9i2.168>

LEDERMAN, Norman G. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, n. 4, p. 331-359, 1992. <https://doi.org/10.1002/tea.3660290404>

LEDERMAN, Norman; WADE, Phillip D.; BELL, Randy L. Assessing the Nature of Science: What is the Nature of Our Assessments?. **Science & Education** v. 7, p. 595-615, 1998. <https://doi.org/10.1023/A:1008601707321>

LÊNIN, Vladimir Ilitch. **Que fazer? Problemas candentes do nosso movimento**. Obras escolhidas, Editora Avante, 1977. Disponível em <https://frentelibertar.com.br/wp-content/uploads/2025/04/o-que-fazer.pdf> Acesso em 12 de maio de 2025.

LEONTIEV, Alexis Nikolaevich. The Genesis of Activity. **Journal of Russian & East European Psychology**, v. 43, n. 4, p. 58-71, 2005. <https://doi.org/10.1080/10610405.2005.11059253>

LIMA, Nathan Willig; OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, Cláudio José de Holanda. Física Quântica no ensino médio: uma análise bakhtiniana de enunciados em livros didáticos de Física aprovados no PNLDEM 2015. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, p. 435-459, 2017. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2017v34n2p435>

LOPEZ, Felipe Sanches. **Relações entre inovação dos projetos de ensino de ciências e as políticas educacionais e científicas dos EUA na década de 1950**. Tese (Doutorado) em Ensino de Física, Universidade de São Paulo, Brasil, 2024. <https://doi.org/10.11606/T.81.2024.tde-23092024-103141>

LOPEZ, Felipe Sanches; ORTEGA, José Luis Nami Adum; MATTOS, Cristiano. Ensino de ciências como controle do estado: o caso da Alemanha nazista. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 22, e19654, 2020. <https://doi.org/10.1590/21172020210126>

MACEDO, Mariel dos Santos; PANTOJA, Glauco Cohen Ferreira; MOREIRA, Marco Antonio. Modelos Atômicos no Ensino Médio: Uma Unidade De Ensino Potencialmente Significativa com ênfase em uma descrição epistemológica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 2, p. 235-258, 2020. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n2p235>

MAIA, Poliana Flávia; JUSTI, Rosária. Desenvolvimento de habilidades no ensino de ciências e o processo de avaliação: análise da coerência. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 03, p. 431-450, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132008000300005>

MAMAN, Andréia Spessatto de; QUARTIERI, Marli Teresinha; NEIDE, Italo Gabriel. Elementos metacognitivos que emergem de uma intervenção didática no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 39, n. 3, p. 743-768, 2022. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2022.e83582>

MARCHEZAN, Renata Coelho. Diálogo. In: BRAIT, B. (Org.). **Bakhtin: outros conceitos-chave**. 1ª ed. São Paulo: Contexto, p. 115-131, 2008.

MARTINS, André Ferrer Pinto. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6056> Acesso em 08 de maio de 2025.

MARTINS, André Ferrer Pinto. Natureza da Ciência no ensino de ciências: Uma proposta baseada em “temas” e “questões”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 703-737, 2015. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n3p703>

MARTINS, André Ferrer Pinto. Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 703-737, 2015. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n3p703>

MARTINS, Roberto Andrade. Como distorcer a física: considerações sobre um exemplo de divulgação científica 1 - Física clássica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 15, n. 3, p. 243-264, 1998. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6886> Acesso em 07 de maio de 2025.

MARTINS, Roberto Andrade. Galileo e a rotação da Terra. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 11, n. 3, p. 196-211, 1994. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7147> Acesso em 07 de maio de 2025.

MARTINS, Roberto de Andrade. A maçã de Newton: história, lendas e tolices. In: SILVA, C. C. (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, p. 17-30, 2006b.

MARTINS, Roberto de Andrade. Como não escrever sobre história da física – um manifesto historiográfico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n. 1, p. 113-129, 2001. Recuperado de https://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v23_113.pdf Acesso em 07 de maio de 2025.

MARTINS, Roberto de Andrade. Contribuição do conhecimento histórico ao ensino do eletromagnetismo. **Caderno Brasileiro De Ensino De Física**, v. 5, n. especial, p. 49-57. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/10074> Acesso em 07 de maio de 2025.

MARTINS, Roberto de Andrade. Hipóteses e interpretação experimental: a conjectura de Poincaré e a descoberta da hiperfosforescência por Becquerel e Thompson. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 501-516, 2004. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132004000300013>

MARTINS, Roberto de Andrade. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, C. C. (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, p. 17-30, 2006a.

MARTINS, Roberto de Andrade. Sobre o papel da história da ciência no ensino. **Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, v. 9, p. 3-5, 1990. Recuperado de <http://ghhc.ifi.unicamp.br/pdf/ram-42.pdf> Acesso em 03 de maio de 2025.

MARX, Karl; ENGELS, F. **O manifesto do partido comunista**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Paz & Terra, 2024.

MASSONI, Neusa Teresinha; MOREIRA, Marco Antonio. O cotidiano da sala de aula de uma disciplina de história e epistemologia da física para futuros professores de física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 1, p. 7-54, 2007. Recuperado de <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/476> Acesso em 08 de maio de 2025.

MASSONI, Neusa Teresinha; MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise cruzada de três estudos de caso com professores de física: a influência de concepções sobre a natureza da ciência nas práticas didáticas. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 20, n. 3, p. 595-616, 2014. <https://doi.org/10.1590/1516-73132014000300006>

MATTHEWS, Michael R. Changing the Focus: From Nature of Science (NOS) to Features of Science (FOS). In: KHINE, M. S. (Org.). **Advances in Nature of Science Research**. Netherlands: Springer, p. 3-26, 2012. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2457-0_1

MATTHEWS, Michael R. Construtivismo e o ensino de ciências: uma avaliação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 17, n. 3, p. 270-294, 2000. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6761> Acesso em 08 de maio de 2025.

MATTHEWS, Michael R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Brasileiro De Ensino De Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084> Acesso em 03 de maio de 2025.

MATTHEWS, Michael R. History, philosophy, and science teaching: The present rapprochement. **Science & Education**, v. 1, n. 1, p. 11-47, 1992. <https://doi.org/10.1007/BF00430208>

MATTOS, Cristiano Rodrigues de. **Edital 49/2019 - Concurso para Livre Docência**. Tese de Livre Docência, Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

McCOMAS, William F; ALMAZROA, Hyia; CLOUGH, Michael P. The Nature of Science in Science Education: An Introduction. **Science & Education**, v. 7, p. 511-532, 1998. <https://doi.org/10.1023/A:1008642510402>

MEDEIROS, Alexandre; FILHO, Severino Bezerra. A natureza da ciência e a instrumentação para o ensino da física. **Ciência & Educação**, v. 6, n. 2, p. 107-117, 2000. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132000000200003>

MILANI, Iankie Gabriel; ARTHURY, Luiz Henrique Martins. A introdução de temas em aulas de física: Utilização das concepções prévias nos modelos de mudança conceitual e perfil conceitual. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 414-430, 2019.

<https://doi.org/10.5007/2175-7941.2019v36n2p414>

MOORE, Jason W. (Org.). **Anthropocene or Capitalocene? Nature, History, and the Crisis of Capitalism**. 1ª ed. Oakland: PM Press, 2016.

MOREIRA, Marco Antonio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, e20200451, 2021. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>

MOREIRA, Marco Antonio. Modelos mentais. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 3, p. 193-232, 1996. Recuperado de <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/634> Acesso em 04 de maio de 2025.

MOREIRA, Marco Antônio. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências:comportamentalismo, construtivismo e humanismo**. 1ª ed: Porto Alegre, 2009. Recuperado de <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios5.pdf> Acesso em 07 de maio de 2025.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.

MOREIRA, Marco Antonio. Unidades de enseñanza potencialmente significativas - UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011. Recuperado de https://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf Acesso em 07 de maio de 2025.

MOREIRA, Marco Antonio. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas UEPS**. Porto Alegre. Recuperado de http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/moreira_v23_n2.pdf Acesso em 07 de maio de 2025.

MOREIRA, Marco Antônio; AXT, Rolando. A questão das ênfases curriculares e a formação do professor de ciências. **Caderno Brasileiro De Ensino De Física**, v. 3, n. 2, p. 66-78. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7917> Acesso em 03 de maio de 2025.

MOREIRA, Marco Antonio; MASSONI, Neusa Teresinha; OSTERMANN, Fernanda. "História e epistemologia da física" na licenciatura em física: uma disciplina que busca mudar concepções dos alunos sobre a natureza da ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, p. 127-134, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0102-47442007000100019>

MOURA, Breno Arsioli. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014. <https://doi.org/10.53727/rbhc.v7i1.237>

MOURA, Breno Arsioli; SILVA, Cibelle Celestino. Abordagem multicontextual da história da ciência: uma proposta para o ensino de conteúdos históricos na formação de professores. **Revista**

Brasileira de História da Ciência, v. 7, n. 2, p. 336-348, 2014.

<https://doi.org/10.53727/rbhc.v7i2.676>

MOURA, Cristiano B. Para que história da ciência no ensino? Algumas direções a partir de uma perspectiva sociopolítica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 4, n. 3, p. 1155-1178, 2021. <https://doi.org/10.5335/rbecm.v4i3.12900>

MOZENA, Erika Regina; OSTERMANN, Fernanda. Editorial: Sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, p. 327-332, 2016.. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2016v33n2p327>

NADERIFAR, Mahin; GOLI, Hamideh; GHALJAIE, Fereshteh. Snowball Sampling: A Purposeful Method of Sampling in Qualitative Research. **Strides in Development of Medical Education**, v. 14, n. 3, e67670, 2017. <https://doi.org/10.5812/sdme.67670>

NETO, Antonio A. M.; BRAGA, Aline N.; SOUZA, Nelson P. C.; FILHO, Silvio C. F. Pereira; ALVES, Danilo T. A Teoria da Carga Cognitiva e Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia nos currículos de formação de professores de Física no Brasil. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 45, e20230156, 2023. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2023-0156>

NEVES, Marcos Cesar Danhoni; SAVI, Arlindo Antônio. A sobrevivência do alternativo: uma pequena digressão sobre mudanças conceituais que não ocorrem no ensino de Física. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 6, p. 11-20, 2000. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132000000100002>

NOGUEIRA, José de Souza; RINALDI, Carlos; FERREIRA, Josimar M.; PAULO, Sérgio R. Utilização do Computador como Instrumento de Ensino: Uma Perspectiva de Aprendizagem Significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n. 4, p. 517-522, 2000. Recuperado de https://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22_517.pdf Acesso em 04 de maio de 2025.

OLIVEIRA, Jésus de; PANZERA, Arjuna Casteli. Medição de tempo de reação como fator de motivação e de aprendizagem significativa no laboratório de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 15, n. 3, p. 301-307, 1998. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6888> Acesso em 09 de maio de 2025.

ORTEGA, José Luís Nami Adum; RODRIGUES, André Machado; MATTOS, Cristiano Rodrigues de. Revisitando projetos de Ensino de Física numa perspectiva bakhtiniana. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 3, p.16-39, 2017. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n3DI6>

OSTERMANN, Fernanda; REZENDE, Flavia. BNCC, Reforma do Ensino Médio e BNC-Formação: Um pacote privatista, utilitarista minimalista que precisa ser revogado. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 3, p. 1381-1387, 2021. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2021.e85172>

OSTERMANN, Fernanda; RICCI, Trieste dos Santos Freire. Relatividade restrita no ensino médio: contração de Lorentz-Fitzgerald e aparência visual de objetos relativísticos em livros didáticos de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 2, p. 176-190, 2002.

Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6620> Acesso em 08 de maio de 2025.

PACCA, Jesuína Lopes de Almeida; SCARINCI, Anne Louise. O que pensam os professores sobre a função da aula expositiva para a aprendizagem significativa. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 3, p. 709-721, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132010000300014>

PANTOJA, Glauco Cohen Ferreira; MOREIRA, Marco Antonio. Unidades de ensino potencialmente significativas em indução eletromagnética: um estudo sobre a conceitualização de estudantes de nível superior. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 3, p. 1420-1452, 2021. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2021.e75550>

PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro. **As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a história e filosofia da ciência em um curso de mecânica**. Tese (Doutorado) em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro. Sobre a resolução de problemas no ensino da física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 14, n. 3, p. 229-253, 1997. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6982> Acesso em 04 de maio de 2025.

PERDIGÃO, Daniel; IPOLITO, Michelle Zampieri. Cem anos de história do Ensino de Física no Brasil pela análise de livros didáticos. **Revista Univap**, v. 27, n. 56, 2021. <https://doi.org/10.18066/revistaunivap.v27i56.2502>

PESSANHA, Márlon. Obstáculos Cognitivo-Epistemológicos e modelos explicativos no estudo sobre a estrutura da matéria nas aulas de Física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 2, 2018. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2018v23n2p383>

PINTO, Alexandre Custódio; ZANETIC, João. É possível levar a física quântica para o ensino médio?. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 16, n. 1, p. 7-34, 1999. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6873> Acesso em 08 de maio de 2025.

POLITO, Antony Marco Mota; COELHO, André Luís Miranda de Barcellos. Uma metodologia geral para a Teoria Ausubeliana e sua aplicação no desenvolvimento de um instrumento de subsunção entre conceitos de música e de Física - Parte 1. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 1, p. 325-345, 2021. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2021.e74041>

PRAIA, João Felix; CACHAPUZ, António Francisco Carrelhas; GIL-PÉREZ, Daniel. Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 8, n. 1, p. 127-145, 2002b. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132002000100010>

PRAIA, João; CACHAPUZ, António; GIL-PÉREZ, Daniel. A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 8, p. 253-262, 2002a. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132002000200009>

QUEIROZ, Daniel de Medeiros; HIDALGO, Juliana Mesquita. Blaise Pascal (1623-1662), um humano: recorte biográfico e proposta para a formação docente. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 457-489, 2019. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2019v36n2p457>

RAPOSO, Washington Luiz. História e Filosofia da Ciência na Licenciatura em Física, uma proposta de ensino através da pedagogia de projetos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, p. 722-738, 2014. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n3p722>

REIS, Ueslei Vieira dos; REIS, José Claudio. Os conceitos de espaço e de tempo como protagonistas no ensino de Física: um relato sobre uma sequência didática com abordagem histórico-filosófica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 744-778, 2016. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2016v33n3p744>

REZENDE, Flavia; OSTERMANN, Fernanda. A prática do professor e a pesquisa em ensino de física: novos elementos para repensar essa relação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 3, p. 316-337, 2005. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6374> Acesso em 07 de maio de 2025.

RIBEIRO, Darcy. **O povo brasileiro: a formação e o sentido do Brasil**. 2ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

RODA, Rodolfo; MARTINS, Roberto de Andrade. Uma disputa sobre o sentido da natureza da ciência: Uma análise da crítica de Michael Matthews à visão consensual de Norman Lederman. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 27, e21060, 2021. <https://doi.org/10.1590/1516-731320210060>

RODRIGUES, André Machado; CAMILLO, Juliano; MATTOS, Cristiano Rodrigues de. STEM and Its Roots and Branches: Critical Reflections from Cultural-Historical Activity Theory. In: PLAKITSI, K.; BARMA, S. (Org.). **Sociocultural Approaches to STEM Education**. Sociocultural Explorations of Science Education, v. 21, Switzerland: Springer, 2023. https://doi.org/10.1007/978-3-031-44377-0_1

ROSA, Cleci Werner da; ROSA, Álvaro Becker da. Ensino da Física: Tendências e desafios na prática docente. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 43, n. 1, p. 1-12, 2007. <https://doi.org/10.35362/rie4312343>

ROSA, Cleli Werner da; DARROZ, Luiz Marcelo; DA ROSA, Álvaro Becker. A Ação Didática Como Ativadora do Pensamento Metacognitivo: a análise de um episódio fictício no ensino de física. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 1, p. 3-22, 2014. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/38174> Acesso em 08 de maio de 2025.

ROSA, Paulo Ricardo da Silva. O uso de recursos audiovisuais e o ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 17, n. 1, p. 33-49, 2000. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6784> Acesso em 07 de maio de 2025.

ROSA, Paulo Ricardo da Silva. O uso dos recursos audiovisuais e o ensino de ciências. **Caderno Brasileiro De Ensino De Física**, v. 17, n. 1, p. 33-49, 2000. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6784> Acesso em 04 de maio de 2025.

ROSSLER, João Henrique. A educação como aliada da luta revolucionária pela superação da sociedade alienada. In: DUARTE, Newton. (Org.). **Crítica ao fetichismo da individualidade**. 2ª ed. Campinas: Autores Associados, p. 65-86, 2012.

SALEM, Sonia. **Perfil, evolução e perspectivas da pesquisa em ensino de física no Brasil**. Tese (Doutorado), Ensino de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. <https://doi.org/10.11606/T.81.2012.tde-13082012-110821>

SANNINO, Annalisa; ENGSTRÖM, Yrjö. Cultural-historical activity theory: Founding insights and new challenges. **Cultural-Historical Psychology**, v. 14, n. 3, p. 43-56, 2018. <https://doi.org/10.17759/chp.2018140304>

SANTOS, Felipe Prado Pazello dos; MATTOS, Cristiano Rodrigues de. Rumo à construção de um modelo dialético-complexo para o ensino-aprendizagem humano. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2011. Recuperado de https://abrapec.com/atas_enpec/viii/enpec/resumos/R1166-1.pdf Acessado em 03 de maio de 2025.

SCHEIN, Zenar Pedro; COELHO, Suzana Maria. O papel do questionamento: intervenções do professor e do aluno na construção do conhecimento. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 1, p. 72-98, 2006. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6291> Acesso em 07 de maio de 2025.

SHEEHAN, Helena. Grand narratives then and now: Can we still conceptualise history? **Socialism and Democracy**, v. 12, n. 1, p. 75-87, 1998. <https://doi.org/10.1080/08854309808428212>

SIAS, Denise Borges; TEIXEIRA, Rejane Maria Ribeiro. Resfriamento de um corpo: a aquisição automática de dados propiciando discussões conceituais no laboratório didático de Física no ensino médio. **Caderno Brasileiro De Ensino De Física**, v. 23, n. 3, p. 361-382, 2006. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6267> Acesso em 03 de maio de 2025.

SILVA, Eider de Souza; TEIXEIRA, Elder Sales; PENIDO, Maria Cristina Martins. Análise de propostas didáticas de física orientadas por abordagens históricas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 766-804, 2018. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n3p766>

SILVA, João Batista da; SALES, Gilvandenys Leite; ALVES, Francisco Regis Vieira. Didática da Física: uma análise de seus elementos de natureza epistemológica, cognitiva e metodológica. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 20-41, 2018. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n1p20>

SILVA, Osmar Henrique Moura da; LABURÚ, Carlos Eduardo; NARDI, Roberto. Contribuições da reconstrução racional didática no desenvolvimento de concepções epistemologicamente mais aceitáveis sobre a natureza da Ciência e do progresso científico. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 1, p. 65-80, 2012. <https://doi.org/10.1590/1983-21172012140105>

SILVA, Osmar Henrique Moura da; NARDI, Roberto; LABURÚ, Carlos Eduardo. Uma estratégia de ensino inspirada em Lakatos com instrução de racionalidade por uma reconstrução racional didática. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 1, p. 09-22, 2008. <https://doi.org/10.1590/1983-21172008100102>

SILVA, Tatiana da. Um jeito de fazer hipermídia para o ensino de Física. **Caderno Brasileiro De Ensino De Física**, v. 29, n. especial 2, p. 864-890, 2012. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2012v29nesp2p864>

SILVA, Tatiana da. Um jeito de fazer hipermídia para o Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. especial, p. 864-890, 2012. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2012v29nesp2p864>

SILVEIRA, Fernando Lang da. A metodologia dos programas de pesquisa: a epistemologia de Imre Lakatos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 219-230, 1996. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7047> Acesso em 03 de maio de 2025.

SOUSA, Celia Maria Soares Gomes de; MOREIRA, Marco Antonio. A causalidade piagetiana e os modelos mentais: explicações sobre o funcionamento do giroscópio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n. 2, p. 223-231, 2000. Recuperado de https://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22_223.pdf Acesso em 04 de maio de 2025.

SOUZA, Rafaelle da Silva; GRECA, Ileana Maria; SILVA, Indianara Lima; TEIXEIRA, Elder Sales. Ensino de Mecânica Quântica na licenciatura em Física por meio da História e Filosofia da Ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 2, p. 914-944, 2021. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2021.e74157>

SPOHR, Carla Beatriz; GARCIA, Isabel Krey; SANTAROSA, Maria Cecília Pereira. Identificando a evolução conceitual no Ensino de Eletromagnetismo, através de uma UEPS baseada num sistema de som automotivo gerador de energia. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 3, p. 162-175, 2017. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n3p162>

STETSENKO, Anna. Collaboration and cogenerativity: On bridging the gaps separating theory-practice and cognition-emotion. **Cultural Studies of Science Education**, v. 3, n. 2, p. 521-533, 2008b. <https://doi.org/10.1007/s11422-008-9123-z>

STETSENKO, Anna. 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, 2008a. <https://doi.org/10.1007/s11422-008-9111-3>

STETSENKO, Anna. Hope, political imagination, and agency in Marxism and beyond: Explicating the transformative worldview and ethico-ontoepistemology. **Educational Philosophy and Theory**, v. 52, n. 7, p. 726-737, 2019. <https://doi.org/10.1080/00131857.2019.1654373>

STETSENKO, Anna. Knowledge Production as a Process of Making Mis/takes, at the Edge of Uncertainty. In: DIONNE, P.; JORNET, A. (Orgs.). **Doing CHAT in the Wild: From-the-Field Challenges of a Non-Dualist Methodology**. Brill: Leiden, Netherlands, p. 15-45, 2023c. <https://doi.org/10.1163/9789004548664>

STETSENKO, Anna. Marxism in an Activist Key: Educational Implications of an Activist-Transformative Philosophy. In: HALL, R.; ACCIOLY, I.; SZADKOWSKI, K. (Orgs.). **The Palgrave International Handbook of Marxism and Education**. Springer International Publishing, p. 581-599, 2023b. https://doi.org/10.1007/978-3-031-37252-0_30

STETSENKO, Anna. Personhood through the lens of radical-transformative agency. In: SUGARMAN, J.; MARTIN, J. **A humanities approach to the psychology of personhood**. Routledge, p. 65-83, 2020d.

STETSENKO, Anna. Radical-Transformative Agency: Continuities and Contrasts With Relational Agency and Implications for Education. **Frontiers in Education**, v. 4, 2019. <https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00148>

STETSENKO, Anna. Radicalizing Theory and Vygotsky: Addressing Crisis Through Activist-Transformative Methodology. **Human Arenas**, v. 7, p. 311-328, 2022. <https://doi.org/10.1007/s42087-022-00299-2>

STETSENKO, Anna. Reclaiming the Tools of the Past for Today's Struggles: Radicalizing Vygotsky, via Marx, in Dialogue with Audre Lorde. In: LEVANT, A.; MURAKAMI, K.; MCSWEENEY, M. (Orgs.). **Activity Theory: An Introduction**. 1^a ed. Stuttgart and Hannover: Ibidem Press, p. 369-406, 2024.

STETSENKO, Anna. Scholarship in the context of a historic socioeconomic and political turmoil: Reassessing and taking stock of CHAT. Commentary on Y. Engeström and A. Sannino "from mediated actions to heterogenous coalitions: four generations of activity-theoretical studies of work and learning". **Mind, Culture, and Activity**, v. 28, n. 1, p. 32-43, 2021. <https://doi.org/10.1080/10749039.2021.1874419>

STETSENKO, Anna. Standing on the Shoulders of Giants: A Balancing Act of Dialectically Theorizing Conceptual Understanding on the Grounds of Vygotsky's Project. In: ROTH, W-M. (Org.). **Re/Structuring Science Education**. Springer Netherlands, p. 69-88, 2010. https://doi.org/10.1007/978-90-481-3996-5_6

STETSENKO, Anna. Teaching-learning and development as activist projects of historical Becoming: expanding Vygotsky's approach to pedagogy. **Pedagogies: An International Journal**, v. 5, n. 1, p. 6-16, 2009. <https://doi.org/10.1080/15544800903406266>

STETSENKO, Anna. The challenge of individuality in cultural-historical activity theory: “Collectivindual” dialectics from a transformative activist stance. **Outlines. Critical Practice Studies**, v. 14, n. 2, p. 7-28, 2013. <https://doi.org/10.7146/ocps.v14i2.9791>

STETSENKO, Anna. The Tasks of Reality and Reality As the Task: Connecting Cultural-Historical Activity Theory with the Radical Scholarship of Resistance. In: HOPWOOD, N.; SANNINO, A. (Orgs.). **Agency and Transformation: Motives, Mediation, and Motion**. 1ª ed. Cambridge University Press, p. 56-83, 2023a. <https://doi.org/10.1017/9781009153799.004>

STETSENKO, Anna. **The Transformative Mind: Expanding Vygotsky’s Approach to Development and Education**. 1ª ed. New York: Cambridge University Press, 2016. <https://doi.org/10.1017/9780511843044>

STETSENKO, Anna. Transformative-Activist and Social Justice Approaches to the History of Psychology. **Oxford Research Encyclopedia of Psychology**, 2020a. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190236557.013.466>

TABER, Keith S. Knowledge, beliefs and pedagogy: how the nature of science should inform the aims of science education (and not just when teaching evolution). **Cultural Studies of Science Education**, v. 12, p. 81-91, 2017. <https://doi.org/10.1007/s11422-016-9750-8>

TEIXEIRA, Sonia Krapas; QUEIRÓZ, Glória Pessoa. O Movimento de Precensão na História e no Estudante. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 18, n. 3, 1996. Recuperado de https://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v18_171.pdf Acesso em 08 de maio de 2025.

TONET, Ivo. **Educação contra o capital: Volume II**. 1ª ed. Piauí: Terra Sem Amos, 2020.

TRINDADE, Diamantino Fernandes. História da Ciência: uma possibilidade interdisciplinar para o ensino de ciências no Ensino Médio e nos cursos de formação de professores de ciências. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 4, n. 2, p. 257-272, 2011. <https://doi.org/10.53727/rbhc.v4i2.335>

UIBSON, José; FREI, Fernando. Investigação dos impactos nas concepções não-newtonianas de licenciandos e egressos de Física em relação aos conceitos de Força e Movimento. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 29, e23017, 2023. <https://doi.org/10.1590/1516-731320230017>

VIANNA, Eduardo; STETSENKO, Anna. Research with a transformative activist agenda: Creating the future through education for social change. In: VADEBONCOEUR, J. (Org). **Learning in and across Contexts: Reimagining Education**. National Society for the Studies of Education Yearbook, v. 113, n. 2, p. 575-602, 2014. <https://doi.org/10.1177/0161468114116014>

VIDEIRA, Antonio Augusto Passos; FRANCISQUINI, Mariana Faria Brito. A instituição da “Física de Partículas Elementares” como disciplina científica e sua relação com a formação de professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 81-96, 2018. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n1p81>

VIDMAR, Muryel Pyetro; SAUERWEIN, Inés Prieto Schmidt. Atividades didáticas de Física mediadas por hipermídia: potencialidades para o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, e20200031, 2020.
<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0031>

VOLÓCHINOV, Valentin. **Marxismo e filosofia da linguagem: problemas fundamentais do método sociológico na ciência da linguagem**. 3ª ed. São Paulo: Editora 34, 2021.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. Mind, Consciousness, the Unconscious. In: RIEBER, R. W.; WOLLOCK, J. (Orgs.). **The Collected Works of L. S. Vygotsky**, v. 3, United States: Springer, 1997. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5893-4>

WRIGHT, Erik Olin. **Como ser anticapitalista no século XXI?** 1ª ed. São Paulo: Boitempo, 2019.

ZANETIC, João. **Física também é cultura**. Tese (Doutorado em Educação), Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

ZOMPERO, Andreia de Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. As relações entre aprendizagem significativa e representações multimodais. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 3, p. 31-40, 2010. <https://doi.org/10.1590/1983-21172010120303>

ZOMPERO, Andreia de Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. As relações entre aprendizagem significativa e representações multimodais. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 3, p. 31-40, 2010. <https://doi.org/10.1590/1983-21172010120303>

Apêndices.

Apêndice 1 - <i>Corpus</i> inicial de análise.		
Autores	Artigo	Período
<i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i>		
Matthews, M.	História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação	v. 12, n. 3, 1995
Arruda, S. M.; Villani, A.	Sobre as origens da relatividade especial: relações entre quanta e relatividade em 1905	v. 13, n. 1, 1996
Peduzzi, L.O. Q.	Física aristotélica: por que não considerá-la no ensino da mecânica?	
Andrade, L. N.	Conant e assimilação da ciência à cultura geral	
Lima, M. C. B.; Alves, L. A.; Ledo, G. M. R. A.	Contando história... apresentamos a Física	v. 13, n. 2, 1996
Ostermann, F.	A epistemologia de Kuhn	v. 13, n. 3, 1996
Silveira, F. L.	A filosofia da ciência de Karl Popper: o racionalismo crítico	v. 13, n. 3, 1996
Silveira, F. L.	A metodologia dos programas de pesquisa: a epistemologia de Imre Lakatos	v. 13, n. 3, 1996
Regner, A. C. K. P.	Feyerabend e o pluralismo metodológico	v. 13, n. 3, 1996
Lopes, A. R. C.	Bachelard: o filósofo da desilusão	v. 13, n. 3, 1996
Delizoicov, D.	Sobre a produção do conhecimento científico	v. 13, n. 3, 1996
Villani, A.; Barolli, E.; Cabral, T. C. B.; Fagundes, M. B.; Yamazaki, S. C.	Filosofia da ciência, história da ciência e psicanálise: analogias para o ensino de ciências	v. 14, n. 1, 1997
Villani, A.; Ferreira, M. P.	As dificuldades de uma professora inovadora	v. 14, n. 2, 1997
Peduzzi, L. O. Q.	Sobre a resolução de problemas no ensino da Física	v. 14, n. 3, 1997
Martins, J. E.	Os “cantinhos” de Freinet	v. 14, n. 3, 1997
Borges, A. T.	Modelos mentais de eletromagnetismo	v. 15, n. 1, 1998
Guerra, A.	A interdisciplinaridade no ensino das ciências a partir de uma	v. 15, n. 1, 1998

Freitas, J.; Reis, J. C.; Braga, M. A.	perspectiva histórico-filosófica	
Krapas, S.; Borges, A. M.	Decaimento radioativo: uma analogia para o circuito RC	v. 15, n. 1, 1998
Valadares, E. C.; Moreira, A. M.	Ensinando Física Moderna no segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro	v. 15, n. 2, 1998
Rodríguez, J. A. R.	Esquemas lógico-estruturais no processo de ensino da Física: uma experiência construtivista	v. 15, n. 2, 1998
Vidal, E. M.; André, A. C. M.; Moura, F. M. T.	Os conceitos físicos na formação de professores de 1° à 4° séries no curso de Pedagogia da Universidade Estadual do Ceará	v. 15, n. 2, 1998
Laburú, C. E.; Simão, A. M.; Urbano, A. A.	Mexendo com polaróides e mostradores de cristais líquidos (o ensino da Física Contemporânea, tendo como pano de fundo a Física do cotidiano)	v. 15, n. 2, 1998
Pimentel, R. J.	Livros didáticos de ciências: a Física e alguns problemas	v. 15, n. 3, 1998
Lima, M. C. B.; Carvalho, A. M. P.; Gonçalves, M. E. R.	A escrita e o desenho: instrumentos para a análise da evolução dos conhecimentos físicos	v. 15, n. 3, 1998
Martins, R. A.	Como distorcer a física: considerações sobre um exemplo de divulgação científica 1 - Física Clássica	v. 15, n. 3, 1998
Martins, R. A.	Como distorcer a física: considerações sobre um exemplo de divulgação científica 2 - Física Moderna	v. 15, n. 3, 1998
Oliveira, J.; Panzera, A. C.; Gomes, A. E. Q.; Tavares, L.	Medição de tempo de reação como fator de motivação e de aprendizagem significativa no laboratório de Física	v. 15, n. 3, 1998
Barbosa, J. O.; Paulo, S. R.; Rinaldi, C.	Investigação do papel da experimentação na construção de conceitos em eletricidade no ensino médio	v. 16, n. 1, 1999
Pinto, A. C.; Zanetic, J.	É possível levar a Física Quântica para o ensino médio?	v. 16, n. 1, 1999
Teixeira, E. S.; Freire Jr, O.	A ciência galileana: uma ilustre desconhecida	v. 16, n. 1, 1999
Marandino, M.	O papel da Didática das Ciências no curso de magistério	v. 16, n. 1, 1999
Aguiar Jr, O.	As três formas da equilibração: análise do material didático de um curso de eletricidade básica	v. 16, n. 1, 1999
Rosa, P. R. S.	O que é ser professor? premissas para a definição de um domínio da	v. 16, n. 2, 1999

	matéria na área do Ensino de Ciências	
Guimarães, A. B.	O velho princípio de Arquimedes	v. 16, n. 2, 1999
Ferracioli, L.	Aspectos da construção do conhecimento e da aprendizagem na obra de Piaget	v. 16, n. 2, 1999
Heineck, R.	O ensino de Física na escola e a formação de professores: reflexões e alternativas	v. 16, n. 2, 1999
Talim, S. L.	Dificuldades de aprendizagem na terceira lei de Newton	v. 16, n. 2, 1999
Moura, R.; Canalle, J. B. G.	Quebra-se um ímã, faz-se um cientista	v. 16, n. 2, 1999
Ostermann, F.; Cavalcanti, C. J. H.	Física Moderna e contemporânea no ensino médio: elaboração de material didático, em forma de pôster, sobre partículas elementares e interações fundamentais.	v. 16, n. 3, 1999
Rosa, P. R. S.	Fatores que influenciam o ensino de ciências e suas implicações sobre os currículos dos cursos de formação de professores	v. 16, n. 3, 1999
Cunha, A. L.; Caldas, H.	Sentido das forças de atrito e os livros de 8ª série	v. 17, n. 1, 2000
Rosa, P. R. S.	O uso dos recursos audiovisuais e o ensino de ciências	v. 17, n. 1, 2000
Filho, J. P. A.	Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático	v. 17, n. 2, 2000
Martins, R. A.	Arquimedes e a coroa do rei: problemas históricos	v. 17, n. 2, 2000
Coelho, S. M.; Kohl, E.; Di Bernardo, S.; Wiehe, L. C. N.	Conceitos, atitudes de investigação e metodologia experimental como subsídio ao planejamento de objetivos e estratégias de ensino	v. 17, n. 2, 2000
Zimmermann, E.	Modelos de pedagogia de professores de Física: características e desenvolvimento	v. 17, n. 2, 2000
Matthews, M.	Construtivismo e o ensino de ciências: uma avaliação	v. 17, n. 3, 2000
Barreiro, A. C. M.; Nascimento, O. R.	A participação de alunos na correção das provas de uma disciplina de Física no ensino superior	v. 17, n. 3, 2000
Matthews, M.	Metodologia e política em ciência: o destino da proposta de Huygens de 1673 para adoção do pêndulo de segundos como um padrão internacional de comprimento e algumas sugestões educacionais	v. 18, n. 1, 2001
Ostermann, F.; Moreira, M. A.	Atualização do currículo de Física na escola de nível médio: um estudo dessa problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial de professores	v. 18, n. 2, 2001
Laburú, C. E.	Controvérsias construtivistas	v. 18, n. 2, 2001

Carvalho, M.; Batista, I. L.		
Rezende, F.	Desenvolvimento e avaliação de um sistema hipermídia para facilitar a reestruturação conceitual em mecânica básica	v. 18, n. 2, 2001
Silva, J. A.; Kawamura, M. R. D.	A natureza da luz: uma atividade com textos de divulgação científica em sala de aula	v. 18, n. 3, 2001
Costa, S. S. C.; Moreira, M. A.	A resolução de problemas como um tipo especial de aprendizagem significativa	v. 18, n. 3, 2001
Harres, J. B. S.	A evolução do conhecimento profissional de professores: o caso do conhecimento prévio sobre a forma da terra	v. 18, n. 3, 2001
Silveira, F. L.; Ostermann, F.	A insustentabilidade da proposta indutivista de “descobrir a lei a partir de resultados experimentais”	v. 19, n. especial, 2002
Silveira, F. L.	A teoria do conhecimento de Kant: <i>o idealismo transcendental</i>	v. 19, n. especial, 2002
Cupani, A.; Pietrocola, M.	A relevância da epistemologia de Mario Bunge para o ensino de ciências	v. 19, n. especial, 2002
Carvalho Júnior, G. D.	As concepções de ensino de Física e a construção da cidadania	v. 19, n. 1, 2002
Medeiros, A.; Monteiro, M. A.	A invisibilidade dos pressupostos e das limitações da teoria copernicana nos livros didáticos de Física	v. 19, n. 1, 2002
Pietrocola, M.	A matemática como estruturante do conhecimento físico	v. 19, n. 1, 2002
Martins, A. F. P.; Zanetic, J.	O tempo na mecânica: de coadjuvante a protagonista	v. 19, n. 2, 2002
Ostermann, F.; Ricci, T. F.	Relatividade Restrita no ensino médio: contração de Lorentz-Fitzgerald e aparência visual de objetos relativísticos em livros didáticos de Física	v. 19, n. 2, 2002
Campos, H. S.	Uma abordagem sobre a irracionalidade da realidade no problema da observação	v. 19, n. 2, 2002
Terra, P. S.	O ensino de ciências e o professor anarquista epistemológico	v. 19, n. 2, 2002
Aguiar Jr, O.	Planejar o ensino considerando a perspectiva da aprendizagem: uma análise de abordagens didáticas na introdução à Física térmica	v. 19, n. 2, 2002
Aguiar Jr, O.	O planejamento do ensino a partir de um modelo para mudanças cognitivas: um exemplo na física térmica	v. 19, n. 3, 2002
Krapas, S.; Santos, P. A. M.	Modelagem do espalhamento Rayleigh da luz com propósitos de ensino e de aprendizagem	v. 19, n. 3, 2002
Lima, M. C. B.;	Linguagem e o ensino de Física na escola fundamental	v. 20, n. 1, 2003

Carvalho, A. M. P.		
Filho, J. B. B.	O que é contradição? Algumas de suas possíveis acepções	v. 20, n. 2, 2003
Pacca, J. L. A.; Fukui, A.; Bueno, M. C. F.; Costa, R. H. P.; Valério, R. M.; Mancini, S.	Corrente elétrica e circuito elétrico: algumas concepções do senso comum	v. 20, n. 2, 2003
Villani, A.; Santana, D. A.; Arruda, S. M.	Perfil subjetivo: estudo de caso	v. 20, n. 3, 2003
Filho, J. B. B.	Pode-se progredir com base em fundamentos inconsistentes? (o caso do átomo de Bohr)	v. 20, n. 3, 2003
Rezende, F.; Barros, S. S.; Lopes, A. M. A.; Araújo, R. S.	Interage: um ambiente virtual construtivista para formação continuada de professores de Física	v. 20, n. 3, 2003
Séré, M-G.; Coelho, S. M.; Nunes, A. D.	O papel da experimentação no ensino da Física	v. 21, n. especial, 2004
Corpo editorial	Editorial	v. 21, n. especial, 2004
Axt, R.	Professores de hoje, alunos de ontem... (dificuldades com alguns conceitos-chave sobre fluidos)	v. 21, n. especial, 2004
Valadares, E. C.; Moreira, A. M.	Ensinando física moderna no ensino médio: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro	v. 21, n. especial, 2004
Cavalcante, M. A.; Tavolaro, C. R. C.	Uma oficina de física moderna que vise a sua inserção no ensino médio	v. 21, n. especial, 2004
Ostermann, F.; Ricci, T. F.	Relatividade Restrita no ensino médio: os conceitos de massa relativística e de equivalência massa-energia em livros didáticos de Física	v. 21, n. 1, 2004
Guerra, A.; Reis, J. C.; Braga, M.	Uma abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo no ensino médio	v. 21, n. 2, 2004
Arruda, S. M.; Villani, A.; Ueno, M. H.; Dias, V. S.	Da aprendizagem significativa à aprendizagem satisfatória na educação em ciências	v. 21, n. 2, 2004
Talim, S. L.	A atitude no ensino de Física	v. 21, n. 3, 2004

Araújo, T. J. M.; Filho, J. B. B.	A teoria platônica da reminiscência poderia dirimir o conflito entre construtivismo e inatismo?	v. 21, n. 3, 2004
Hülsendeger, M.	Uma análise das concepções dos alunos sobre a queda dos corpos	v. 21, n. 3, 2004
Catelli, F.; Vicenzi, S.	Óptica geométrica no café da manhã	v. 21, n. 3, 2004
Ostermann, F.; Ricci, T. F.	Conceitos de Física Quântica na formação de professores: relato de uma experiência didática centrada no uso de experimentos virtuais	v. 22, n. 1, 2005
Köhnlein, J. F. K.; Peduzzi, L. O. Q.	Uma discussão sobre a Natureza da Ciência no ensino médio: um exemplo com a teoria da Relatividade Restrita	v. 22, n. 1, 2005
Borges, A. T.; Gomes, A. D. T.	Percepção de estudantes sobre desenhos de testes experimentais	v. 22, n. 1, 2005
Pimentel, J. R.; Saad, F. D.; Yamamura, P.; Furukawa, C. H.	Demonstre em aula: gotas que inflamam uma abordagem construtivista	v. 22, n. 1, 2005
Dionísio, P. H.	Albert Einstein e a Física Quântica	v. 22, n. 2, 2005
Arruda, S. M.; Ueno, M. H.; Guizellini, A.; Passos, M. M.; Martins, J. B.	O pensamento convergente, o pensamento divergente e a formação de professores de Ciências e Matemática	v. 22, n. 2, 2005
Medeiros, A.; Medeiros, C. F.	Einstein, a Física dos brinquedos e o princípio da equivalência	v. 22, n. 3, 2005
Rezende, F.; Ostermann, F.	A prática do professor e a pesquisa em Ensino de Física: novos elementos para repensar essa relação	v. 22, n. 3, 2005
Deliozicov, D.	Resultados da pesquisa em Ensino de Ciências: comunicação ou extensão?	v. 22, n. 3, 2005
Silveira, F. L.; Peduzzi, L. O. Q.	Três episódios de descoberta científica: da caricatura empirista a uma outra história	v. 23, n. 1, 2006
Schein, Z. P.; Coelho, S. M.	O papel do questionamento: intervenções do professor e do aluno na construção do conhecimento	v. 23, n. 1, 2006
Barbosa, J. P. V.; Borges, A. T.	O entendimento dos estudantes sobre energia no início do ensino médio	v. 23, n. 2, 2006
Laburú, C. E.	Fundamentos para um experimento cativante	v. 23, n. 3, 2006
Medeiros, A.	A história e a Física do fantasma de Pepper	v. 23, n. 3, 2006
Erthal, J. P. C.;	Atividades experimentais de demonstração para o ensino da corrente	v. 23, n. 3, 2006

Gaspar, A.	alternada ao nível do ensino médio	
Silas, D. B.; Ribeiro-Teixeira, R. M.	Resfriamento de um corpo: a aquisição automática de dados propiciando discussões conceituais no laboratório didático de Física no ensino médio	v. 23, n. 3, 2006
Martins, A. F. P.	História e Filosofia da Ciência no Ensino: há muitas pedras nesse caminho	v. 24, n. 1, 2007
Coelho, S. M.; Nues, A. D.; Wiehe, L. C. N.	Formação continuada de professores numa visão construtivista: contextos didáticos, estratégias e formas de aprendizagem no ensino experimental de Física	v. 25, n. 1, 2008
Barolli, E.; Franzoni, M.	Efeitos de intervenções docentes na condução de uma atividade experimental em um laboratório didático de Física	v. 25, n. 1, 2008
Carvalho Jr, G. D.; Aguar Jr, O.	Os campos conceituais de Vergnaud como ferramenta para o planejamento didático	v. 25, n. 2, 2008
Pena, F. L. A.; Filho, A. R.	Relação entre a pesquisa em Ensino de Física e a prática docente: dificuldades assinaladas pela literatura nacional da área	v. 25, n. 3, 2008
Braga, M.; Guerra, A.; Reis, J. C.	O papel dos livros didáticos franceses do século XIX na construção de uma concepção dogmático-instrumental do Ensino de Física	v. 25, n. 3, 2008
Godoi, L. C. O.; Figueirôa, S. F. M.	Dois pesos e duas medidas: uma proposta para discutir a natureza do sistema de unidades de medida na sala de aula	v. 25, n. 3, 2008
Anjos, A. J. S.	As novas tecnologias e o uso dos recursos telemáticos na educação científica: a simulação computacional na educação em Física	v. 25, n. 3, 2008
Pena, F. L. A.; Filho, A. R.	O uso didático da história da ciência após a implantação dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM): um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas publicados em periódicos nacionais especializados em Ensino de Física (2000-2006)	v. 26, n. 1, 2009
Filho, J. B. B.	De que maneira o afastamento da ética é lesivo à ciência?	v. 26, n. 1, 2009
Massoni, N. T.	Laboratório de supercondutividade e magnetismo: um enfoque epistemológico	v. 26, n. 2, 2009
Ponczek, R. L.	Pode a Física ser um bom árbitro para questões epistemológicas?	v. 26, n. 2, 2009
Caruso, F.; Freitas, N.	Física Moderna no ensino médio: o espaço-tempo de Einstein em tirinhas	v. 26, n. 2, 2009
Coelho, G. R.; Borges, O.	O entendimento dos estudantes sobre a natureza da luz em um currículo recursivo	v. 27, n. 1, 2010
Germano, M. G.; Kulesza, W.	Ciência e senso comum: entre rupturas e continuidades	v. 27, n. 1, 2010

A.		
Teixeira, E. S.; Peduzzi, L. O. Q.; Freire Jr, O.	Os caminhos de newton para a gravitação universal: uma revisão do debate historiográfico entre Cohen e Westfall	v. 27, n. 2, 2010
Medina, M.; Braga, M.	O teatro como ferramenta de aprendizagem da Física e de problematização da Natureza da Ciência	v. 27, n. 2, 2010
Siqueira, L. M. M.; Torres, P. L.	O ensino híbrido da eletricidade utilizando objetos de aprendizagem na engenharia	v. 27, n. 2, 2010
Lemes, M. R.; Júnior, A. D. P.	Iniciação tecnológica: uma forma lúdica de aprender Física	v. 27, n. 2, 2010
Cordeiro, M. D.; Peduzzi, L. O. Q.	As conferências Nobel de Marie e Pierre Curie: a gênese da radioatividade no ensino	v. 27, n. 3, 2010
Guerra, A.; Reis, J. C.; Braga, M.	Tempo, espaço e simultaneidade: uma questão para os cientistas, artistas, engenheiros e matemáticos no século XIX	v. 27, n. 3, 2010
Forato, T. C. M.; Pietrocola, M.; Martins. R. A.	Historiografia e Natureza da Ciência na sala de aula	v. 28, n. 1, 2011
Gurgel, I.; Pietrocola, M.	O papel da imaginação no pensamento científico: análise da criação científica de estudantes em uma atividade didática sobre o espalhamento de Rutherford	v. 28, n. 1, 2011
Silva, F. R.; Barros, M. A.; Laburú, C. E.; Santos, L. C. A.	Crenças de eficácia, motivação e a formação de professores de Física	v. 28, n. 1, 2011
Pereira, G. J. S. A.; Martins, A. F. P.	A inserção de disciplinas de conteúdo histórico-filosófico no currículo dos cursos de licenciatura em Física e em Química da UFRN: uma análise comparativa	v. 28, n. 1, 2011
Silva, A. C.; Almeida, M. J. P. M.	Física Quântica no Ensino Médio: o que dizem as pesquisas	v. 28, n. 3, 2011
Souza, P. A. L.; Oliveira, G. S.; Benite, C. R. M.; Benite, A. M. C.	Estudos sobre a ação mediada no Ensino de Física em ambiente virtual	v. 29, n. especial 1, 2012
Macêdo, J. A.; Dickman, A. G.; Andrade, I. S. F.	Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade	v. 29, n. especial 1, 2012
Rangel, F. O.; Santos, L. S. F.;	Ensino de Física mediado por tecnologias digitais de informação e comunicação e a literacia científica	v. 29, n. especial 1, 2012

Ribeiro, C. E.		
Peduzzi, L. O. Q.; Tenfen, D. N.; Cordeiro, M. D.	Aspectos da natureza da ciência em animações potencialmente significativas sobre a história da Física	v. 29, n. especial 2, 2012
Pereira, A. P.; Pessoa Jr, O.; Cavalcanti, C. J. H.; Ostermann, F.	Uma abordagem conceitual e fenomenológica dos postulados da Física Quântica	v. 29, n. especial 2, 2012
Silva, T.	Um jeito de fazer hipermídia para o Ensino de Física	v. 29, n. especial 2, 2012
Cardoso, S. O. O.; Dickman, A. G.	Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico	v. 29, n. especial 2, 2012
Heidemann, L. A.; Araujo, I. S.; Veit, E. A.	Ciclos de modelagem: uma proposta para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de Física	v. 29, n. especial 2, 2012
Martins, R. A. M.	O éter e a óptica dos corpos em movimento: a teoria de Fresnel e as tentativas de detecção do movimento da terra, antes dos experimentos de Michelson e Morley (1818-1880)	v. 29, n. 1, 2012
Urias, G.; Assis, A.	Análise de biografias de Einstein em dois livros de divulgação científica	v. 29, n. 2, 2012
Werlang, R. B.; Machado, F. O.; Shihadeh, H. L.; Motta, L. F.	Análise da inserção da teoria sócio-interacionista em atividades de laboratório de Física básica em um curso de Geofísica	v. 29, n. 2, 2012
Santos, A. J. J.; Voelzke, M. R.; Araújo, M. S. T.	O projeto Eratóstenes: a reprodução de um experimento histórico como recurso para a inserção de conceitos da Astronomia no Ensino Médio	v. 29, n. 3, 2012
Laburú, C. E.; Zompero, A. F.; Barros, M. A.	Vygotsky e múltiplas representações: leituras convergentes para o Ensino de Ciências	v. 30, n. 1, 2013
Custódio, J. F.; Pietrocola, M.; Cruz, F. F. S.	Experiências emocionais de estudantes de graduação como motivação para se tornarem professores de Física	v. 30, n. 1, 2013
Darroz, L. M.; Santos, F. M. T.	Astronomia: uma proposta para promover a aprendizagem significativa de conceitos básicos de astronomia na formação de professores em nível médio	v. 30, n. 1, 2013
Boas, A. V.; Silva, M. R.; Passos, M. M.	História da Ciência e Natureza da Ciência: debates e consensos	v. 30, n. 2, 2013

Arruda, S. M.		
Araujo, I. S.; Mazur, E.	Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física	v. 30, n. 2, 2013
Pena, F. L. A.; Teixeira, E. S.	Parâmetros para avaliar a produção literária em História e Filosofia da Ciência voltada para o ensino e divulgação das ideias da Física	v. 30, n. 3, 2013
Greca, I. M.; Brandão, A. G.; Santos, V. C.; Dias, A. S.	Currículo inovador para a formação de professores em Ciências da Natureza do ensino fundamental	v. 30, n. 3, 2013
Senra, C. P.; Braga, M.	Pensando a natureza da ciência a partir de atividades experimentais investigativas numa escola de formação profissional	v. 31, n. 1, 2014
Bellucco, A.; Carvalho, A. M. P.	Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton	v. 31, n. 1, 2014
Vital, A.; Guerra, A.	A Natureza da Ciência no ensino de Física: estratégias didáticas elaboradas por professores egressos do mestrado profissional	v. 31, n. 2, 2014
Massoni, N. T.	Ensino de laboratório em uma disciplina de Física Básica voltada para cursos de Engenharias: análises e perspectivas	v. 31, n. 2, 2014
Rocha, M. D.; Ricardo, E. C.	As crenças de autoeficácia de professores de Física: um instrumento para aferição das crenças de autoeficácia ligadas a Física Moderna e Contemporânea	v. 31, n. 2, 2014
Piratelo, M. V. M.; Passos, M. M.; Arruda, S. M.	Um estudo a respeito das evidências de aprendizado docente no PIBID da Licenciatura em Física	v. 31, n. 3, 2014
Pereira, A. P.; Junior, P. L.	Implicações da perspectiva de Wertsch para a interpretação da teoria de Vygotsky no ensino de Física	v. 31, n. 3, 2014
Cordeiro, M. D.; Peduzzi, L. O. Q.	Entre os transurânicos e a fissão nuclear: um exemplo do papel da interdisciplinaridade em uma descoberta científica	v. 31, n. 3, 2014
Raposo, W. L.	História e Filosofia da Ciência na Licenciatura em Física, uma proposta de ensino através da pedagogia de projetos	v. 31, n. 3, 2014
Junior, W. E. F.; Andrade, D. R.; Mesquita, N. A. S.	Visões de cientistas e atividade científica na obra Ponto de Impacto de Dan Brown: possibilidades de inserção de elementos de História e Filosofia das Ciências	v. 32, n. 1, 2015
Drummond, J. M. H.; Nicácio, J. D. S.; Skeete Jr, A. W.; Silva,	Narrativas históricas: gravidade, sistemas de mundo e natureza da ciência	v. 32, n. 1, 2015

M. M.; Câmara, A. T. A.; Bezerra, F. V.		
Filho, J. B. B.	Uma controvérsia em torno da educação científica: partidários e críticos do construtivismo	v. 32, n. 2, 2015
Silva, H. R. A.; Guerra, A.	O estudo da espectroscopia no ensino médio através de uma abordagem histórico-filosófica: possibilidade de interseção entre as disciplinas de Química e Física	v. 32, n. 2, 2015
Gomes, L. C.	A história da evolução do conceito físico de energia como subsídio para o seu ensino e aprendizagem – parte I	v. 32, n. 2, 2015
Guttmann, G. A. M.; Braga, M.	A origem do universo como tema para discutir a Natureza da Ciência no Ensino Médio	v. 32, n. 2, 2015
Batista, G. L. F.; Drummond, J. M. H. F.; Freitas, D. B.	Fontes primárias no ensino de física: considerações e exemplos de propostas	v. 32, n. 3, 2015
Martins, A. F. P.	Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”	v. 32, n. 3, 2015
Gomes, L. C.	A história da evolução do conceito físico de energia como subsídio para o seu ensino e aprendizagem – parte II	v. 32, n. 3, 2015
Junior, E. R.; Luna, F. J.; Linhares, M. P.; Hygino, C. B.	Implicações didáticas de história da ciência no ensino de Física: uma revisão de literatura através da análise textual discursiva	v. 32, n. 3, 2015
Moura, B. A.	Newton versus Huygens: como (não) ocorreu a disputa entre suas teorias para a luz	v. 33, n. 1, 2016
Junior, E. R.; Luna, F. J.; Hygino, C. B.; Linhares, M. P.; Basegoda, M. R. C. F. A.	Um estudo de caso histórico sobre o experimento de Foucault no Brasil, elaborado por uma professora do ensino médio na formação continuada a distância	v. 33, n. 1, 2016
Rocha, D. M.; Ricardo, E. C.	As crenças de autoeficácia e o ensino de Física Moderna e Contemporânea	v. 33, n. 1, 2016
Silva, N. C.	Física Moderna e técnicas computacionais: como “ver” o átomo de Hidrogênio	v. 33, n. 2, 2016
Reis, U. V.; Reis, J. C. O.	Os conceitos de espaço e de tempo como protagonistas no ensino de Física: um relato sobre uma sequência didática com abordagem histórico-filosófica	v. 33, n. 3, 2016
Fonseca, D. S.; Drummond, J.	Pressão atmosférica e natureza da ciência: uma sequência didática englobando fontes primárias	v. 34, n. 1, 2017

M. H. F.; Olveira, W. C.; Batista, G. L. F.; Freitas, D. B.		
Alcantara, M. C.; Braga, M.	Elementos histórico-culturais para o ensino dos instrumentos ópticos	v. 34, n. 1, 2017
Pena, F. L. A.; Teixeira, E. S.	Concepções sobre a Natureza da Ciência: a trajetória dos estudantes de uma disciplina sobre Evolução dos Conceitos da Física	v. 34, n. 1, 2017
Pinto, J.A.F.; Silva, A. P. B.; Ferrera, E. J. B.	Laboratório desafiador e história da ciência: um relato de experiência com o experimento de Oersted	v. 34, n. 1, 2017
Moura, B. A.; Bonfim, T.	Benjamin Franklin e a formação de temporais com raios e trovões: tradução comentada de uma carta a John Mitchel	v. 34, n. 2, 2017
Fernandes, R. F. A. M.; Pires, F. F.; Forato, T. C. M.; Silva, J. A.	Pinturas de Salvador Dalí para introduzir conceitos de Mecânica Quântica no Ensino Médio	v. 34, n. 2, 2017
Santana, F. B.; Santos, P. J. S.	Espectroscopia e modelos atômicos: uma proposta para a discussão de conceitos de Física Moderna no ensino médio	v. 34, n. 2, 2017
Cardoso, D.; Gurgel, I.	A complementaridade dos pensamentos narrativo e matemático na gestação da teoria da Relatividade Geral	v. 34, n. 3, 2017
Jardim, W. T.; Guerra, A.	República das Letras, Academias e Sociedades Científicas no século XVIII: a garrafa de Leiden e a ciência no ensino	v. 34, n. 3, 2017
Pereira, A. A. G.; Silva, C. C.	Uma análise histórica da construção de significados físicos para o conceito de potencial vetor no eletromagnetismo clássico	v. 34, n. 3, 2017
Batista, C. A. S.; Siqueira, M.	A inserção da Física Moderna e Contemporânea em ambientes reais de sala de aula: uma sequência de ensino-aprendizagem sobre a radioatividade	v. 34, n. 3, 2017
Silva, J. B.; Sales, G. L.; Alves, F. R. V.	Didática da Física: uma análise de seus elementos de natureza epistemológica, cognitiva e metodológica	v. 35, n. 1, 2018
Langhi, R.; Martins, B. A.	Um estudo exploratório sobre os aspectos motivacionais de uma atividade não escolar para o ensino da Astronomia	v. 35, n. 1, 2018
Videria, A. A. P.; Francisquini, M. F. B.	A instituição da “Física de Partículas Elementares” como disciplina científica e sua relação com a formação de professores	v. 35, n. 1, 2018
Bagdonas, A.; Zanetic, J.; Gurgel, I.	O maior erro de Einstein? Debatendo o papel dos erros na ciência através de um jogo didático sobre cosmologia	v. 35, n. 1, 2018
Gardelli, D.	Antecedentes históricos ao surgimento do Eletromagnetismo	v. 35, n. 1, 2018

Lima, N. W.; Ostermann, F.; Cavalcanti, C. J. H.	A não-modernidade de Bruno Latour e suas implicações para a Educação em Ciências	v. 35, n. 2, 2018
Silva, B. V. C.; Martins, A. F. P.	Uma proposta para avaliação do desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo de futuros professores de Física acerca da temática Natureza da Ciência	v. 35, n. 2, 2018
Silva, E. S.; Teixeira, E. S.; Penido, M. C. M.	Análise de propostas didáticas de física orientadas por abordagens históricas	v. 35, n. 3, 2018
Hidalgo, J. M.; Schivani, M.; Silva, M. M.	História e Filosofia da Ciência na formação docente: trabalhando com animações digitais	v. 35, n. 3, 2018
Vasconcelos, S. S.; Forato, T. C. M.	Niels Bohr, espectroscopia e alguns modelos atômicos no começo do século XX: um episódio histórico para a formação de professores	v. 35, n. 3, 2018
Monteiro, M. A. A.; Carvalho, S. J.; Monteiro, I. C. C.; Cindra, J. L.	Estudo da queda livre em aulas de Física do Ensino Médio a partir de um marcador de tempo e da História da Ciência	v. 35, n. 3, 2018
Machado, J.; Braga, M.	O centenário de Mario Bunge: contextualizando sua obra sobre modelos científicos na filosofia da ciência e como referencial na pesquisa em ensino	v. 36, n. 1, 2019
Stiko, C. M.	Os desenvolvimentos da Mecânica Analítica que culminaram na elaboração de $F = ma$	v. 36, n. 1, 2019
Queiroz, D. M.; Hidalgo, J. M.	Blaise Pascal (1623-1662), um humano: recorte biográfico e proposta para a formação docente	v. 36, n. 2, 2019
Milani, I. G.; Arthury, L. H. M.	A introdução de temas em aulas de Física: utilização das concepções prévias nos modelos de mudança conceitual e perfil conceitual	v. 36, n. 2, 2019
Silva, B. V. C.; Martins, A. F. P.	O conhecimento pedagógico do conteúdo referente ao tema Natureza da Ciência na formação inicial de professores de Física	v. 36, n. 3, 2019
Pigozzo, D.; Lima, N. W.; Nascimento, M. M.	A filosofia sistêmica de Fritjof Capra: Um olhar ecológico para a Física e para o Ensino de Física	v. 36, n. 3, 2019
Queirós, W. P.; Nardi, R.; Delizoicov, D.	As influências teóricas e do contexto sociocultural no trabalho técnico científico de James Prescott Joule: Contribuições para a formação de professores de Física	v. 36, n. 3, 2019
Lino, A.	As modificações na carta de Galileu destinada a Benedetto Castelli de	v. 37, n. 1, 2020

	dezembro 1613: uma tentativa de amenizar as acusações realizadas pela Igreja	
Oliveira, R. A.; Martins, A. F. P.; Silva, A. B. P.	Temas de Natureza da Ciência a partir de episódios históricos: os debates sobre a natureza da luz na primeira metade do século XIX	v. 37, n. 1, 2020
Carvalho, T. A.; Reis, J. C.	Diálogos entre Ciência e Arte: Uma leitura a partir da obra de Remedios Varo para um Ensino sobre as Ciências	v. 37, n. 1, 2020
Licio, J. G.; Silva, C. C.	O que Richard Feynman tem a nos ensinar sobre natureza da ciência?	v. 37, n. 1, 2020
Guimarães, R. R.; Massoni, N. T.	Relato crítico de uma experiência didática acerca de uma temática científica aplicada na educação básica: algumas reflexões epistemológicas e a defesa de um ensino de ciências fundamentado na argumentação dialógica	v. 37, n. 2, 2020
Rocha, J. F. M.	Aspectos de corpúsculo e de onda na teoria newtoniana da luz: das visões do período pós-newtoniano à visão atual dos fenômenos microscópicos	v. 37, n. 2, 2020
Nunes, R. C.; Queirós, W. P.	Doze mitos sobre a Teoria da Relatividade que precisamos superar	v. 37, n. 2, 2020
Raposo, W. L.; Reis, J. C.	A cultura da quarta dimensão no final do século XIX e início do século XX: um conceito para além do espaço-tempo de Einstein-Minkowski	v. 37, n. 2, 2020
Kneubil, F. B.	Modelo de Drude e a interação da luz com a matéria	v. 38, n. 1, 2021
Rocha, J. F. M.	História de uma experiência de ensino: o caso da disciplina Conceitos de Física D da UFBA	v. 38, n. 1, 2021
Correia, L. O.; Baldinato, J. O.	As teorias e experimentos em ensaio sobre o fogo	v. 38, n. 1, 2021
Salomão, J. P. Q. C.; Araujo, R. R.	Estado da questão sobre a formação inicial de professores para o ensino de Física Moderna e Contemporânea	v. 38, n. 1, 2021
Polito, A. M. M.; Coelho, A. L. M. B.	Uma metodologia geral para a Teoria Ausubeliana e sua aplicação no desenvolvimento de um instrumento de subsunção entre conceitos de música e de Física – Parte 1	v. 38, n. 1, 2021
Pires, L. N.; Santos, I. M.; Damasio, F.	Maria Goeppert-Mayer e o modelo nuclear de camadas: contribuições de uma mulher cientista e implicações para o ensino de Física	v. 38, n. 1, 2021
Vidmar, M. P.; Sauerwein, I. P. S.	Flexibilidade Cognitiva no Ensino de Ciências: Uma Revisão Bibliográfica	v. 38, n. 1, 2021
Braga, C. G.; José, W. D.	Articulações entre Teoria da Flexibilidade Cognitiva e os Três Momentos Pedagógicos: confecção e análise de um material didático na estrutura fractal	v. 38, n. 1, 2021

Milnitsky, R.; Gurgel, I.; Munhoz, M. G.	O <i>quark</i> como objeto de análise histórica e epistemológica: a Física de Partículas Elementares em uma perspectiva bachelardiana	v. 38, n. 2, 2021
Santos, D. J. S.; Forato, T. C. M.; Silva, J. A.	História e Filosofia das Ciências no contexto escolar pós-moderno: uma contribuição ao ensino de ciências a partir da hermenêutica filosófica de Gadamer	v. 38, n. 2, 2021
Hidalgo, J. M.; Queiroz, D. M.; Oliveira, M. C. J.	A História da Ciência no PNLD 2018: o Princípio de Arquimedes como estudo de caso	v. 38, n. 2, 2021
Ferreira, G. K.; Custódio, J. F.	Cenários do Debate sobre a Natureza da Ciência nos Cursos de Licenciatura em Física no Brasil	v. 38, n. 2, 2021
Ribeiro, V. A.; Barcellos, L. S.; Coelho, G. R.	A constituição de normas e práticas científicas em uma aula de Física com enfoque histórico e investigativo	v. 38, n. 2, 2021
Souza, R. S.; Greca, I. M.; Silva, I.; Teixeira, E. S.	Ensino de Mecânica Quântica na licenciatura em Física por meio da História e Filosofia da Ciência	v. 38, n. 2, 2021
Polito, A. M. M.; Coelho, A. L. M. B.	Uma metodologia geral para a Teoria Ausubeliana e sua aplicação no desenvolvimento de um instrumento de subsunção entre conceitos de Música e de Física – Parte 2	v. 38, n. 2, 2021
Melo, M. G. A.; Heerdt, B.	Luz, Câmera, Alfabetização Científica! Compreendendo o protagonismo de Marie Curie pela obra cinematográfica <i>Radioactive</i>	v. 38, n. 3, 2021
Neves, D. R. M.; Forato, T. C. M.; Pereira, B. A.; Pereira, S. A.; Bianco, A. A. G.	Debates, contextos e lacunas no desenvolvimento coletivo da teoria sobre raios catódicos	v. 38, n. 3, 2021
Pigozzo, D.; Nascimento, M. M.; Lima, N. W.	Problemas do discurso de Deepak Chopra: uma análise metalinguística de “A cura quântica”	v. 38, n. 3, 2021
Pantoja, G. C.; Moreira, M. A.	Unidades de ensino potencialmente significativas em indução eletromagnética: um estudo sobre a conceitualização de estudantes de nível superior	v. 38, n. 3, 2021
Junior, A. C. S.; Silva, L. L.	A Transposição Didática do Fenômeno da Radioatividade em Manuais Escolares de Física	v. 39, n. 1, 2022
Tschá, S. H.; Carmo, A. B.	Uma proposta de sequência didática para trabalhar a natureza da ciência: a pesquisa brasileira sobre raios cósmicos	v. 39, n. 1, 2022
Oliveira, A. C. R. D.; Silva, C. C.	Justificativas para o sucesso da Matemática na descrição da natureza como demanda epistêmica no ensino de Física	v. 39, n. 1, 2022

Hendges, A. P. B.; Santos, R. A.	Obstáculos epistemológicos em livros didáticos de Física: o gênero na Ciência-Tecnologia	v. 39, n. 2, 2022
Hoernig, A. F.; Massoni, N. T.; Hadjimichef, D.	Ciência e Religião: possibilidades para o Ensino de Física com um viés Histórico e Epistemológico em um contexto de Introdução de Física Quântica no Ensino Médio	v. 39, n. 2, 2022
Siqueira, R. M.; Pinheiro, L. R.	História e Filosofia da Ciência e sua (não) presença na Base Nacional Comum para a Formação de Professores (BNC-Formação)	v. 39, n. 2, 2022
Santana, F. B.; Silva, H. C.; Cruz, F. F. S.	Metáforas científicas: a hipótese da metáfora epistêmica como um processo subjacente à produção de conhecimento científico	v. 39, n. 3, 2022
Valero, R.; Júnior, C. S. L.; Massi, L.; Gomes, L. M. B.	Análise marxista de elementos da concepção de ciência nos principais filósofos abordados na Educação em Ciências: aspectos ontológicos e epistemológicos	v. 39, n. 3, 2022
Santos, A. M. F.; Alvim, M. H.	Estudo sobre a formação das cores na óptica: possibilidades a partir das Fontes Documentais Históricas	v. 39, n. 3, 2022
Neto, L. G.; Arthur, L. H. M.	O ensino de Astronomia e a História e Filosofia da Ciência na visão de professores de astronomia de licenciaturas em Física	v. 39, n. 3, 2022
Maman, A. S.; Quartieri, M. T.; Neide, I. G.	Elementos metacognitivos que emergem de uma intervenção didática no ensino de Física	v. 39, n. 3, 2022
Melo, L. W. S.; Oliveira, M. A.	O conceito de teorias da conspiração em controvérsias sobre terraplanismo	v. 40, n. 2, 2023
Suttini, R. S. S.; Caluzi, J. J.; Errobidart, N. C. G.	Uma Sistematização das Críticas aos Princípios Heurísticos Representativos da Natureza das Ciências	v. 40, n. 2, 2023
Rodrigues, R. F.; Gedoz, L.	O que a (controversa) participação de Mileva Maric-Einstein nos trabalhos publicados por Albert Einstein entre 1901 e 1905 pode ensinar sobre a iniquidade de gênero na história da ciência?	v. 40, n. 2, 2023
Silvério, B. A.; Sítko, C. M.; Figueirôa, S. F. M.	O protagonismo de Henrietta Leavitt na elaboração da relação período-luminosidade da astronomia	v. 40, n. 3, 2023
Moura, B. A.	A luz, seus fenômenos e os instrumentos: um estudo iconográfico da óptica (1665-1798)	v. 40, n. 3, 2023
Rabeno, Y. B.; Lima, N.	O Princípio de Mínima Ação de Maupertuis: O que futuros professores de Física podem aprender estudando uma fonte primária?	v. 40, n. 3, 2023
<i>Ciência & Educação</i>		

Bastos, F.	O ensino de conteúdos de História e Filosofia da Ciência	v. 5, n. 1, 1998
Neves, M. C. D.	A História da Ciência no Ensino de Física	v. 5, n. 1, 1998
Barros, M. A.; Carvalho, A. M. P.	A História da Ciência iluminando o ensino de visão	v. 5, n. 1, 1998
Laburú, C. E.; Arruda, S. M.; Nardi, R.	Os programas de pesquisa de Lakatos: uma leitura para o entendimento da construção do conhecimento em sala de aula em situações de contradição e controvérsia	v. 5, n. 1, 1998
Silva, M. R.	Realismo e anti-realismo na ciência: aspectos introdutórios de uma discussão sobre a natureza das teorias	v. 5, n. 1, 1998
Medeiros, A.; Filho, S. B.	A Natureza da Ciência e a instrumentação para o ensino da Física	v. 6, n. 2, 2000
Brascher, A. C.	Objetivos socioemocionais das atividades de conhecimento físico	v. 6, n. 2, 2000
Neves, M. C. D.; Savi, A. A.	A sobrevivência do alternativo: uma pequena digressão sobre mudanças conceituais que não ocorrem no Ensino de Física	v. 6, n. 2, 2000
Santos, W. L. P.; Mortimer, E. F.	Tomada de decisão para ação social responsável no Ensino de Ciências	v. 7, n. 1, 2001
Villani, A.	Filosofia da Ciência e Ensino de Ciência: uma analogia	v. 7, n. 2, 2001
Gil-Pérez, D.; Montoro, I. F.; Alís, J. C.; Cachapuz, A.; Praia, J.	Para uma imagem não deformada do trabalho científico	v. 7, n. 2, 2001
Praia, J. F.; Cachapuz, A. F. C.; Gil-Pérez, D.	A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica	v. 8, n. 1, 2002a
Praia, J. F.; Cachapuz, A. F. C.; Gil-Pérez, D.	Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência	v. 8, n. 2, 2002b
Gil-Pérez, D.; Vilches, A.; Edwards, M.; Praia, J. F.; Valdés, P.; Vital, M. L.; Tricário, J.; Rueda, C.	A educação científica e a situação do mundo: um programa de atividades dirigido a professores	v. 9, n. 1, 2003
Silva, C. C.; Martins, R. A.	A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da História da Ciência em sala de aula	v. 9, n. 1, 2003
Laburú, C. E.; Arruda, S. M.	Pluralismo Metodológico o Ensino de Ciências	v. 9, n. 2, 2003

Nardi, R.		
Júnior, A. F. N.	Fragmentos da história das concepções de mundo na construção das Ciências da Natureza: das certezas medievais às dúvidas pré-modernas	v. 9, n. 2, 2003
Ostermann, F.; Ricci, T. S. F.	Construindo uma unidade didática conceitual sobre Mecânica Quântica: um estudo na formação de professores de Física	v. 10, n. 2, 2004
Villani, A.; Santana, D. A.	Analisando as interações dos participantes numa disciplina de Física	v. 10, n. 2, 2004
Rezende, F.; Lopes, A. M. A.; Egg, J. M.	Identificação de problemas do currículo, do ensino e da aprendizagem de Física e de Matemática a partir do discurso de professores	v. 10, n. 3, 2004
Moreira, M. A.	A epistemologia de Maturana	v. 10, n. 3, 2004
Westphal, M.; Pinheiro, T. C.	A epistemologia de Mario Bunge e sua contribuição para o Ensino de Ciências	v. 10, n. 3, 2004
Dias, V. S.; Martins, R. A.	Michael Faraday: o caminho da livreria à descoberta da indução eletromagnética	v. 10, n. 3, 2004
Martins, R. A.	Hipóteses e interpretação experimental: a conjectura de Poincaré e a descoberta da hiperfosforescência por Becquerel e Thompson	v. 10, n. 3, 2004
Gatti, S. R. T.; Nardi, R.; Silva, D.	A História da Ciência na formação do professor de Física: subsídios para um curso sobre o tema atração gravitacional visando às mudanças de postura na ação docente	v. 10, n. 3, 2004
Mattos, C.; Hamburger, A. I.	História da Ciência, interdisciplinaridade e Ensino de Física: o problema do demônio de Maxwell	v. 10, n. 3, 2004
Batista, I. L.	O ensino de teorias físicas mediante uma estrutura histórico-filosófica	v. 10, n. 3, 2004
Cachapuz, A.; Praia, J.; Jorge, M.	Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico	v. 10, n. 3, 2004
Lobato, T.; Greca, I. M.	Análise da inserção de conteúdos de teoria quântica nos currículos de Física do ensino médio	v. 11, n. 1, 2005
Covolan, S. C. T.; Silva, D.	A entropia no ensino médio: utilizando concepções prévias dos estudantes e aspectos da evolução do conceito	v. 11, n. 1, 2005
Acevedo, J. A.; Vázquez, A.; Paixão, M. F.; Acevedo, P.; Oliva, J. M.; Manassero, M. A.	Mitos da Didática das Ciências acerca dos motivos para incluir a Natureza da Ciência no ensino das ciências	v. 11, n. 1, 2005
Martins, L. A-C., P.	História da Ciência: objetos, métodos e problemas	v. 11, n. 2, 2005

Melo, A. C. S.; Peduzzi, L. O. Q.	Contribuições da epistemologia bachelardiana no estudo da história da óptica	v. 13, n. 1, 2007
Praia, J.; Gil-Pérez, D.; Vilches, A.	O papel da Natureza da Ciência na educação para a cidadania	v. 13, n. 2, 2007
Sapunaru, R. A.	A construção lógica do “estilo newtoniano”	v. 14, n. 1, 2008
Ostermann, F.; Prado, S. D.; Ricci, T. S. F.	Investigando a aprendizagem de professores de Física acerca do fenômeno da interferência quântica	v. 14, n. 1, 2008
Krapas, S.; Silva, M. C.	O conceito de campo: polissemia nos manuais, significados na Física do passado e da atualidade	v. 14, n. 1, 2008
Linhares, M. P.; Reis, E. M.	Estudos de caso como estratégia de ensino na formação de professores de Física	v. 14, n. 3, 2008
Maia, P. F.; Justi, R.	Desenvolvimento de habilidades no ensino de ciências e o processo de avaliação: análise da coerência	v. 14, n. 3, 2008
Mesquita, N. A. S.; Soares, M. H. F. B.	Visões de ciência em desenhos animados: uma alternativa para o debate sobre a construção do conhecimento científico em sala de aula	v. 14, n. 3, 2008
Júnior, M. F. R.; Cruz, F. F. S.	Física Moderna e Contemporânea na formação de licenciandos em Física: necessidades, conflitos e perspectivas	v. 15, n. 2, 2009
Ruffato, C. A.; Carneiro, M. C.	A concepção de ciência de Popper e o Ensino de Ciências	v. 15, n. 2, 2009
Monteiro, M. A.; Nardi, R.; Filho, J. B. B.	A sistemática incompreensão da teoria quântica e as dificuldades dos professores na introdução da Física Moderna e contemporânea no ensino médio	v. 15, n. 3, 2009
Teixeira, E. S.; Freire Jr, O.; El-Hani, C. N.	A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da Natureza da Ciência de estudantes de Física	v. 15, n. 3, 2009
Silva, A. M. T. B.; Mazzotti, T. B.	A Física pelos professores de Física: a contribuição da teoria das representações sociais	v. 15, n. 3, 2009
Chinelli, M. V.; Ferreira, M. V. S.; Aguiar, L. E. V.	Epistemologia em sala de aula: a Natureza da Ciência e da atividade científica na prática profissional de professores de ciências	v. 16, n. 1, 2010
Sorpreso, T. P.; Almeida, M. J. P. M.	Discursos de licenciandos em Física sobre a questão nuclear no ensino médio: foco na abordagem histórica	v. 16, n. 1, 2010
Pacca, J. L. A.;	O que pensam os professores sobre a função da aula expositiva para a	v. 16, n. 3, 2010

Scarinci, A. L.	aprendizagem significativa	
Sasseron, L. H.; Carvalho, A. M. P.	Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin	v. 17, n. 1, 2011
Paulo, I. J. C.; Moreira, M. A.	O problema da linguagem e o ensino da Mecânica Quântica no nível médio	v. 17, n. 2, 2011
Machado, J.; Cruz, S. M. S. C. S.	Conhecimento, realidade e Ensino de Física: modelização em uma inspiração bungeana	v. 17, n. 4, 2011
Dornelles, P. F. T.; Araujo, I. S.; Veit, E. A.	Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em Física geral	v. 18, n. 1, 2012
Pereira, A. P.; Ostermann, F.; Cavalcanti, C. J. H.	Um exemplo de “distribuição social da mente” em uma aula de Física Quântica	v. 18, n. 2, 2012
Souza, V. F. M.; Sasseron, L. H.	As interações discursivas no Ensino de Física: a promoção da discussão pelo professor e a alfabetização científica dos alunos	v. 18, n. 3, 2012
Rodrigues, E. V.; Zimmermann, E.; Hartmann, A. M.	Lei da gravitação universal e os satélites: uma abordagem histórico-temática usando multimídia	v. 18, n. 4, 2012
Santos, C. A. B.; Curi, E.	A formação dos professores que ensinam Física no ensino médio	v. 18, n. 4, 2012
Sangiogo, F. A.; Halmenschlager, K. R.; Hunsche, S.; Maldaner, O. A.	Pressupostos epistemológicos que balizam a situação de estudo: algumas implicações ao processo de ensino e à formação docente	v. 19, n. 1, 2013
Silva, J. A.; Sousa, C. M. S. G.	O modelo ondulatório como estratégia de promoção da evolução conceitual em tópicos sobre a luz em nível médio	v. 20, n. 1, 2014
Massoni, N. T.; Moreira, M. A.	Uma análise cruzada de três estudos de caso com professores de Física: a influência de concepções sobre a Natureza da Ciência nas práticas didáticas	v. 20, n. 3, 2014
Bulegon, A. M.; Tarouco, L. M. R.	Contribuições dos objetos de aprendizagem para ensinar o desenvolvimento do pensamento crítico nos estudantes nas aulas de Física	v. 21, n. 3, 2015
Pagliarini, C. R.; Almeida, M. J. P. M.	Leituras por alunos do ensino médio de textos de cientistas sobre o início da física quântica	v. 22, n. 2, 2016

Vital, A.; Guerra, A.	Textos para ensinar física: princípios historiográficos observados na inserção da história da ciência no ensino	v. 22, n. 2, 2016
Pereira, M. M.; Abib, M. L. V. S.	Memória, cognição e afetividade: um estudo acerca de processos de retomada em aulas de Física do Ensino Médio	v. 22, n. 4, 2016
Correia, D.; Decian, E.; Sauerwein, I. P. S.	Leitura e argumentação: potencialidades do uso de textos de divulgação científica em aulas de Física do ensino médio	v. 23, n. 4, 2017
De-Carvalho, R.; Matei, A. P.	Transversalizando conteúdos de Física no ensino médio: o efeito estufa causado pela pecuária	v. 25, n. 1, 2019
Bejarano, N. R. R.; Aduriz-Bravo, A.; Bonfim, C. S.	Natureza da Ciência (NOS): para além do consenso	v. 25, n. 4, 2019
Magalhães, A. P. C.; Villagrà, J. A. M.; Greca, I. M.	Análise das Habilidades e Atitudes na Aprendizagem Significativa Crítica de Fenômenos Físicos no Contexto das Séries Iniciais	v. 26, 2020
Mendonça, P. C. C.	De que Conhecimento sobre Natureza da Ciência Estamos Falando?	v. 26, 2020
Conceição, V. A. S.; Porto, C. M.; Coto, E. S.	Frankenstein: quando a Ficção Científica questiona a Ciência	v. 26, 2020
Roda, R.; Martins, R. A.	Uma disputa sobre o sentido da natureza da ciência: uma análise da crítica de Michael Matthews à visão consensual de Norman Lederman	v. 27, 2021
Pinto, J. A. F.; Silva, C. C.	Natureza da Ciência no ensino: entre a pesquisa acadêmica e as orientações oficiais para a educação básica	v. 27, 2021
Leite, D. A. R.; Silva, L. F.	Abordagens para a temática ambiental em cursos de licenciatura em Física	v. 27, 2021
Catarino, G. F. C.; Reis, J. C. O.	A pesquisa em ensino de ciências e a educação científica em tempos de pandemia: reflexões sobre Natureza da Ciência e interdisciplinaridade	v. 27, 2021
Martins, M. R.; Neves, M. C. D.; Gardelli, D.	Conceitos de Força Manifestos nas Falas de Professores de Física	v. 27, 2021
Pereira, M. M.; Souza, P. V. S.; Lourno, A. B.	Mapas Conceituais e a Elaboração de Conhecimento Científico na História da Ciência: algumas aproximações teóricas	v. 27, 2021
Lima, K. P. O.	Quando sei que eu sei? Quando sei que aprendo? Reflexões	v. 27, 2021

C.; Passos, M. M.; Lima, J. P. C.	metacognitivas de estudantes de engenharia sobre Física	
Guerra, A.; Moura, C. B.	História da Ciência no ensino em uma perspectiva cultural: revisitando alguns princípios a partir de olhares do sul global	v. 28, 2022
Uibson, J.; Frei, F.	Investigação dos impactos nas concepções não-newtonianas de licenciandos e egressos de Física em relação aos conceitos de Força e Movimento	v. 29, 2023
Bagdonas, A.; Neto, C. P. S.	O papel epistêmico da diversidade e as origens metafísicas da teoria do Big Bang: reflexões para a educação científica	v. 29, 2023
<i>Alexandria</i>		
Forato, T. C. M.	A Filosofia Mística e a Doutrina Newtoniana: uma discussão historiográfica	v. 1, n. 3, 2008
Baldow, R.; Monteiro Jr, F. N.	Os Livros Didáticos de Física e Suas Omissões e Distorções na História do Desenvolvimento da Termodinâmica	v. 3, n. 1, 2010
Macedo, C. C.; Silva, L. F.	Contextualização e Visões de Ciência e Tecnologia nos Livros Didáticos de Física Aprovados pelo PNLEM	v. 3, n. 3, 2010
Reis, D. A.; Silva, L. F.; Pina, A.	Algumas Compreensões de Licenciandos em Física Sobre o Fenômeno das Mudanças Climáticas	v. 4, n. 2, 2011
Sodré, F. C. R.; Mattos, C. R.	Complexificando o Conhecimento Cotidiano: incluindo a Física na problematização da alimentação	v. 6, n. 2, 2013
Rosa, C. W.; Darroz, L. M.; Rosa, A. B.	A Ação Didática Como Ativadora do Pensamento Metacognitivo: a análise de um episódio fictício no Ensino de Física	v. 7, n. 1, 2014
Clement, L.; Custódio, J. F.; Filho, J. P. A.	Potencialidades do Ensino por Investigação para Promoção da Motivação Autônoma na Educação Científica	v. 8, n. 1, 2015
Massoni, N. T.; Moreira, M. A.	A Epistemologia de Fleck: Uma Contribuição ao Debate sobre a Natureza da Ciência	v. 8, n. 1, 2015
Oliveira, W. C.; Drummond, J. M. H. F.	Refletindo sobre Desafios à Inserção Didática da História e Filosofia da Ciência em Oficina de Formação Docente	v. 8, n. 3, 2015
Cardoso, D.; Noronha, A.; Watanabe, G.; Gurgel, I.	Texto Jornalístico sobre Ciência: Uma Análise do Discurso sobre a Natureza da Ciência	v. 8, n. 3, 2015
Cordeiro, M. D.; Peduzzi, L. O.	Valores, Métodos e Evidências: Objetividade e Racionalidade na Descoberta da Fissão Nuclear	v. 9, n. 1, 2016

Q.		
Raicik, A. C.; Peduzzi, L. O. Q.	A Estrutura Conceitual e Epistemológica de uma Descoberta Científica: Reflexões para o Ensino de Ciências	v. 9, n. 2, 2016
Damasio, F.; Peduzzi, L. O. Q.	Considerações sobre a alcunha atribuída a Paul Feyerabend de “pior inimigo da ciência” e suas implicações para o Ensino de Ciências.	v. 10, n. 1, 2017
Silva, G. S. F.; Villani, A.	Análise de uma Disciplina em Práticas de Ensino de Física na Perspectiva da Teoria Histórico-Cultural da Atividade	v. 10, n. 2, 2017
Rosa, C. T. W.; Ghiggi, C. M.	Monitoramento e Controle Metacognitivo na Resolução de Problemas em Física: Análise de um Estudo Comparativo	v. 10, n. 2, 2017
Müller, M. G.; Araújo, I. S.; Veit, E. A.	Metodologias Interativas de Ensino na Formação de Professores de Física: Um Estudo de Caso com o Método Instrução pelos Colegas (<i>Peer Instruction</i>)	v. 10, n. 2, 2017
Hidalgo, J. M.; Alves, J. M.; Souza, F. A.; Queiroz, D. M.	A História da Ciência (Distorcida ou Ausente) em Livros Didáticos: O Conteúdo sobre o “Experimento de Torricelli” como Estudo de Caso	v. 11, n. 1, 2018
Jorge, L. Peduzzi, L. O. Q.	A exemplificação da não neutralidade da observação científica por meio dos desenhos lunares retratados no século XVII	v. 11, n. 2, 2018
Brandão, R. V.; Araújo, I. S.; Veit, E. A.	A estratégia da modelagem didático-científica para a conceitualização do real no Ensino de Física: um estudo de caso com professores de ensino médio	v. 12, n. 1, 2019
Alves-Brito, A.; Massoni, N. T.	Astronomia, ludicidade, enculturação científica: um projeto de extensão voltado a crianças e jovens com indicadores de altas habilidades	v. 12, n. 1, 2019
Raicik, A. C.; Angotti, J. A. P.	A escolha teórica em controvérsias científicas: valores e seus juízos à luz de concepções kuhnianas	v. 12, n. 1, 2019
Júnior, E. A.; Ostermann, F.; Cavalcanti, C. J. H.	A subvalorização da formação continuada de professores: dos orientadores à articulação do referencial teórico no contexto do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física	v. 12, n. 2, 2019
Clement, L.; Carminatti, N. L.; Freira, J. F. T.	Necessidades psicológicas básicas no contexto de estudos sobre motivação em aulas de Física: evidências de validade de uma escala	v. 13, n. 1, 2020
Silva, A. C.; Almeida, M. J. P. M.	Trechos de Bohr sobre modelos atômicos: indícios sobre como a Física é construída e possibilidades enquanto recurso didático	v. 13, n. 1, 2020
Vitor, F. C.;	Ilustrações científicas no Ensino de Ciências: um panorama a partir de	v. 13, n. 2, 2020

Martins, A. F. P.	periódicos brasileiros	
Ortiz, A. J.; Júnior, C. A. O. M.; Gimenes, E. R.	Conhecimentos, valores e práticas (KVP) em licenciandos em Física	v. 14, n. 1, 2021
Cilento, J.; Guerra, A.	Discussões em aulas de Física sobre a participação de mulheres na ciência, a partir da obra <i>Diálogos sobre a pluralidade dos mundos</i>	v. 14, n. 1, 2021
Vicentim, C. F.; Custódio, J. F.	Fortalecimento de crenças de autoeficácia de estudantes com atividades didáticas de tratamento de erros na disciplina de Física	v. 14, n. 1, 2021
Jorge, L.; Peduzzi, L. O. Q.	De um limiar de conhecimentos ao criar de outros: como pode vir a ser o mundo físico na perspectiva de povos originários?	v. 15, n. 1, 2022
Jorge, L.; Peduzzi, L. O. Q.	Entre-(en)laces: uma história em quadrinhos sobre arteciência na formação de docentes e cientistas em Física	v. 15, n. 2, 2022
Lorenzetti, C. S.; Raicik, A. C.; Damasio, F.	“O sonho de Mendeleiev” e a construção da tabela periódica: análise de um material de divulgação científica à luz de aspectos de Natureza da Ciência	v. 15, n. 2, 2022
Bonfim, C. S.; Strieder, R. B.; Machado, P. F. L.	Articulações entre educação CTS e Natureza da Ciência na pesquisa em Educação em Ciências	v. 15, n. 2, 2022
Raicik, A. C.; Peduzzi, L. O. Q.	Um Resgate Histórico-epistemológico da Observação Científica: Implicações ao Ensino de Ciências	v. 16, n. 1, 2023
<i>Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências</i>		
Silveira, F. L.; Moreira, M. A.	Estudo da validade de um questionário de avaliação do desempenho do professor de Física geral pelo aluno	v. 1, n. 1, 1999
Júnior, O. A.; Saraiva, J. F.	Modelo de ensino para mudanças cognitivistas: fundamentação e diretrizes de pesquisa	v. 1, n. 1, 1999
Borges, A. T.	Como evoluem os modelos mentais	v. 1, n. 1, 1999
Nehring, C. M.; Silva, C. C.; Trindade, J. A. O.; Pietrocola, M.; Leite, R. C. M.; Pinheiro, T. F.	As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos	v. 2, n. 1, 2000
Krapas, S.; Ure, M. C. D.; Oliveira, L. R.	Raciocínio hipotético-dedutivo relativo à flutuação	v. 2, n. 1, 2000

Andrade, B. L.; Zylbersztajn, A.; Ferrari, N.	As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard	v. 2, n. 2, 2000
Capecchi, M. C. V. M.; Carvalho, A. M. P.; Silva, D.	Relações entre o discurso do professor e a argumentação dos alunos em uma aula de Física	v. 2, n. 2, 2000
Medeiros, A.	A atualidade pedagógica da controvérsia histórica sobre a verdadeira definição da “força de um corpo”	v. 3, n. 1, 2001
Caldas, H.; Saltiel, E.	Modos de raciocínio dos estudantes quando a 3ª lei de Newton intervém no estudo do fenômeno do atrito	v. 3, n. 1, 2001
Aguiar Jr, O.	Mudanças conceituais (ou cognitivas) na educação em ciências: revisão crítica e novas direções para a pesquisa	v. 3, n. 1, 2001
El-Hani, C. N.; Bizzo, N. M. V.	Formas de Construtivismo: Mudança Conceitual e Construtivismo Contextual	v. 4, n. 1, 2002
Greca, I. M.; Moreira, M. A.	Do saber fazer ao saber dizer: uma análise do papel da resolução de problemas na aprendizagem conceitual de Física.	v. 5, n. 1, 2003
Aguiar Jr, O.	Um modelo piagetiano de ensino como ferramenta para o planejamento do ensino e a avaliação da aprendizagem	v. 6, n. 2, 2004
Nardi, R.; Gatti, S. R. T.	Uma revisão sobre as investigações construtivistas nas últimas décadas: concepções espontâneas, mudança conceitual e ensino de ciências	v. 6, n. 2, 2004
Nascimento, T. G.	Contribuições da análise do discurso e da epistemologia de Fleck para a compreensão da divulgação científica e sua introdução em aulas de ciências	v. 7, n. 2, 2005
Júnior, A. G. S.; Tenório, A. C.; Bastos, H. F. B. N.	O perfil epistemológico do conceito de tempo a partir de sua representação social	v. 9, n. 2, 2007
Santos, F. M. T.	As emoções nas interações e a aprendizagem significativa	v. 9, n. 2, 2007
Hülsendeager, M. J. V. C.	A História da Ciência no ensino da Termodinâmica: um outro olhar sobre o ensino de Física	v. 9, n. 2, 2007
Silva, O. H. M.; Nardi, R.; Laburú, C. E.	Uma estratégia de ensino inspirada em Lakatos com instrução de racionalidade por uma reconstrução racional didática	v. 10, n. 1, 2008
Silva, O. H. M.; Nardi, R.; Laburú, C. E.	Um estudo da preparação dos estudantes para debates racionais entre teorias e/ou concepções rivais numa estratégia de ensino de Física inspirada em Lakatos	v. 10, n. 2, 2008
Krummenauer, W. L.; Costa, S.	Uma experiência de ensino de Física contextualizada para a educação de jovens e adultos	v. 12, n. 2, 2010

S. C.; Silveira, F. L.		
Zompero, A. F.; Laburú, C. E.	As relações entre aprendizagem significativa e representações multimodais	v. 12, n. 3, 2010
Dias, R. H. A.; Almeida, M. J. P. M.	A repetição em interpretações de licenciandos em Física ao lerem as revistas <i>Ciência Hoje e Pesquisa FAPESP</i>	v. 12, n. 3, 2010
Moreira, A. F.; Pedrosa, J. G.; Pontelo, I.	O conceito de atividade e suas possibilidades na interpretação de práticas educativas	v. 13, n. 3, 2011
Silva, O. H. M.; Laburú, C. E.; Nardi, R.	Contribuições da reconstrução racional didática no desenvolvimento de concepções epistemologicamente mais aceitáveis sobre a Natureza da Ciência e do progresso científico	v. 14, n. 1, 2012
Amantes, A.; Oliveira, E.	A construção e o uso de sistemas de categorias para avaliar o entendimento dos estudantes	v. 14, n. 2, 2012
Muenchen, C.; Delizoicov, D.	A construção de um processo didático-pedagógico dialógico: aspectos epistemológicos	v. 14, n. 3, 2012
Ribeiro, R. J.; Silva, S. C. R.; Koscianski, A.	Organizadores prévios para aprendizagem significativa em Física: o formato curta de animação	v. 14, n. 3, 2012
Santos, C. A. B.; Curi, E.	Registros de representação semiótica e suas contribuições para o ensino de Física	v. 14, n. 3, 2012
Güllich, R. I. C.; Silva, L. H. A.	O enredo da experimentação no livro didático: construção de conhecimentos ou reprodução de teorias e verdades científicas?	v. 15, n. 2, 2013
Zanotello, M.; Almeida, M. J. P. M.	Leitura de um texto de divulgação científica em uma disciplina de Física básica na educação superior	v. 15, n. 3, 2013
Fiúza, L.; Guerra, A.	Controvérsias históricas em torno à ideia de natureza: atividades com imagens	v. 16, n. 2, 2014
Rezende, F.; Ostermann, F.; Souza, J.; Carvalho, R. C.	Recontextualização do currículo nacional para o ensino médio de Física no discurso de professores	v. 16, n. 3, 2014
Massoni, N. T.; Moreira, M. A.	Epistemologia de nancy cartwright: uma contribuição ao debate sobre a natureza da ciência atual	v. 16, n. 3, 2014
Silva, A. C. T.	Interações discursivas e práticas epistêmicas em salas de aula de ciências	v. 17, n. especial, 2015
Raíck, A. C.; Peduzzi, L. O. Q.	Um resgate histórico e filosófico dos estudos de charles du fay	v. 17, n. 1, 2015

Abril, O. L. C.; Nardi, R.	Os “objetos de estudo” da pesquisa em ensino de Física segundo pesquisadores brasileiros	v. 17, n. 2, 2015
Pereira, M. M.; Abib, M. L. V. S.	Afetividade e metacognição em percepções de estudantes sobre sua aprendizagem em Física	v. 18, n. 1, 2016
Frederico, F. T.; Gianotto, D. E. P.	Imagens e o Ensino de Física: implicações da teoria da dupla codificação	v. 18, n. 3, 2016
Vital, A.; Guerra, A.	A implementação da História da Ciência no Ensino de Física: uma reflexão sobre as implicações do cotidiano escolar	v. 19, 2017
Damasio, F.; Peduzzi, L. O. Q.	História e Filosofia da Ciência na educação científica: para quê?	v. 19, 2017
Laburú, C. E.; Silva, O. H. M.; Zômpero, A. F.	Affordances dos materiais como indutores de equívocos durante experimentos para o Ensino de Física	v. 19, 2017
Dias, M. A.; Vianna, D. M.; Carvalho, P. S.	A queda dos corpos para além do que se vê: contribuições das imagens estroboscópicas e da videoanálise para a alfabetização científica	v. 20, 2018
Toti, F. A.; Silva, A. C.	Motivos para educação científica: uma análise com professores de Física a partir da Teoria da Atividade	v. 20, 2018
Damasio, F.; Peduzzi, L. O. Q.	Para que ensinar ciência no século XXI? – Reflexões a partir da filosofia de Feyerabend e do ensino subversivo para uma aprendizagem significativa crítica	v. 20, 2018
Cardoso, A. P. S.; Caluzi, J. J.; Santos, R. A.	Aproximação entre a filosofia de Hugh Lacey e o campo educacional em Ciência, Tecnologia e Sociedade	v. 22, 2020
Moura, C. B.; Camel, T.; Guerra, A;	A Natureza da Ciência pelas lentes do currículo: normatividade curricular, contextualização e os sentidos de ensinar <i>sobre</i> ciências	v. 22, 2020
Massoni, N. T.; Moreira, M. A.	David Bloor e o “programa forte” da sociologia da ciência: um debate sobre a Natureza da Ciência	v. 22, 2020
jorge, I.; peduzzi, l. o. q.	Aqueles que desinstruem!? Carl R. Rogers e Paul K. Feyerabend sobre um tornar “mais humano” da Educação e da Ciência	v. 23, 2021
Dias, M. B.; Penido, M. C. M.	A motivação para os estudos de Física	v. 23, 2021
Giacomelli, A. C.; Rosa, C. T. W.	Significados construídos por acadêmicos de licenciatura em Física durante a execução de experimentos de pensamento históricos	v. 23, 2021

Melo, V. F.; Amantes, A.	Validação de teste em três camadas para mapear perfis epistemológicos de densidade	v. 24, 2022
Jamal, N. O. E.; Guerra, A.	O caso Marie Curie pela lente da história cultural da ciência: discutindo relações entre mulheres, ciência e patriarcado na Educação em Ciências	v. 24, 2022
Denardin, L.; Guimarães, G. T. D.; Harres, J. B. S.	Escola de Física CERN: uma análise do discurso à luz da epistemologia de Ludwik Fleck	v. 24, 2022
Martins, A. F. P.	Artigo-Parecer - Apontamentos acerca do uso da epistemologia de Ludwik Fleck nas pesquisas em ensino de ciências: Perspectivas sobre o artigo original “Escola de Física CERN: uma análise do discurso à luz da epistemologia de Ludwik Fleck”.	v. 24, 2022
Silva, H. C.	Artigo-Parecer - Escola de Física CERN: uma análise do discurso à luz da epistemologia de Ludwik Fleck	v. 24, 2022
Júnior, C. S. L.	Uma revisão bibliográfica sobre aspectos ontológicos e epistemológicos da ciência: a importância da concepção de mundo para a Educação em Ciências	v. 25, 2023
<i>Investigações em Ensino de Ciências</i>		
Moreira, M. A.	Modelos mentais	v. 1, n. 3, 1996
Villani, A.; Cabral, T. C. B.	Mudança conceitual, subjetividade e psicanálise	v. 2, n. 1, 1997
Borges, A. T.	Um estudo de modelos mentais	v. 2, n. 3, 1997
Peduzzi, L. O. Q.	Um texto de mecânica em nível universitário básico: conteúdo programático e receptividade à seu uso em sala de aula	v. 3, n. 1, 1998
Moreira, M. A.; Lagreca, M. C. B.	Representações mentais dos alunos em mecânica clássica: três casos.	v. 3, n. 2, 1998
Pietrocola, M.	Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos	v. 4, n. 3, 1999
Harres, J. B. S.	Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a Natureza da Ciência e suas implicações para o ensino	v. 4, n. 3, 1999
Krapas, S.; Alves, F.; Carvalho, L. R.	Modelos mentais e a Lei de Gauss	v. 5, n. 1, 2000
Ostermann, F.; Moreira, M. A.	Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no ensino médio”	v. 5, n. 1, 2000
Laburú, C. E.; Silva, M. R.	Do relativismo no Ensino de Física ao objetivismo na Física	v. 5, n. 1, 2000

Greca, I. M.; Moreira, M. A.	Uma revisão da literatura sobre estudos relativos ao ensino da Mecânica Quântica introdutória	v. 6, n. 1, 2001
Arruda, S. M.; Silva, M. R.; Laburú, C. E.	Laboratório didático de Física a partir de uma perspectiva kuhniana	v. 6, n. 1, 2001
Buchweitz, B.	Aprendizagem significativa: idéias de estudantes concluintes de curso superior	v. 6, n. 2, 2001
Moreira, M. A.	A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o Ensino de Ciências e a pesquisa nesta área	v. 7, n. 1, 2002
Greca, I. M.; Moreira, M. A.	Além da detecção de modelos mentais dos estudantes uma proposta representacional integradora	v. 7, n. 1, 2002
Montenegro, R. L.; Pessoa Jr, O.	Interpretações da teoria quântica e as concepções dos alunos do curso de Física	v. 7, n. 2, 2002
Laburú, C. E.	Análise de situações de controvérsias e conflitos cognitivos através de uma leitura Lakatiana (uma aplicação na aprendizagem de cinemática angular)	v. 8, n. 1, 2003
Martins, A. F. P.; Pacca, J. L. A.	O conceito de tempo entre estudantes de ensino fundamental e médio: uma análise à luz da epistemologia de Gaston Bachelard	v. 10, n. 3, 2005
Brockington, G.; Pietrocola, M.	Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de Física Moderna?	v. 10, n. 3, 2005
Saraiva-Neves, M.; Caballero, C.; Moreira, M. A.	Repensando o papel do trabalho experimental, na aprendizagem da Física, em sala de aula – um estudo exploratório	v. 11, n. 3, 2006
Massoni, N. T.; Moreira, M. A.	O cotidiano da sala de aula de uma disciplina de história e epistemologia da Física para futuros professores de Física	v. 12, n. 1, 2007
Monteiro, I. C. C.; Gaspar, A.	Um estudo sobre as emoções no contexto das interações sociais em sala de aula	v. 12, n. 1, 2007
Rosa, K.; Martins, M. C.	A inserção de História e Filosofia da Ciência no currículo de Licenciatura em Física da Universidade Federal da Bahia: uma visão de professores universitários.	v. 12, n. 3, 2007
Nascimento, S. S.; Plantin, C.; Vieira, R. D.	A validação de argumentos em sala de aula: um exemplo a partir da formação inicial de professores de Física	v. 13, n. 2, 2008
Pereira, A. P.; Ostermann, F.	Sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente	v. 14, n. 3, 2009
Scarinci, A. L.; Pacca, J. L. A.	O professor de Física em sala de aula: um instrumento para caracterizar sua atuação	v. 14, n. 3, 2009
Gatti, S. R. T.	História da Ciência no Ensino de Física: um estudo sobre o ensino de	v. 15, n. 1, 2010

Nardi, R.	atração gravitacional desenvolvido com futuros professores	
Teixeira, E. S.; Neto, C. P. S.; Freire Jr, O.; Greca, I. M.	A construção de uma argumentação sobre a síntese newtoniana a partir de atividades em grupos	v. 15, n. 1, 2010
Filho, A. L. A.	A construção de um perfil para o conceito de referencial em Física e os obstáculos epistemológicos à aprendizagem da teoria da relatividade restrita	v. 15, n. 1, 2010
Laburú, C. E.; Silva, O. H. M.	Multimodos e múltiplas representações: fundamentos e perspectivas semióticas para a aprendizagem de conceitos científicos	v. 16, n. 1, 2011
Rosa, C. W.; Filho, J. P. A.	Evocação espontânea do pensamento metacognitivo nas aulas de Física: estabelecendo comparações com as situações cotidianas	v. 17, n. 1, 2012
Gehlen, S. T.; Delizoicov, D.	A dimensão epistemológica da noção de problema na obra de Vygotsky: implicações no ensino de ciências	v. 17, n. 1, 2012
Massoni, N. T.; Moreira, M. A.	Ensino de Física em uma escola pública: um estudo de caso etnográfico com um viés epistemológico	v. 17, n. 1, 2012
Araujo, I. S.; Veit, E. A.; Moreira, M. A.	Modelos computacionais no ensino-aprendizagem de Física: um referencial de trabalho	v. 17, n. 2, 2012
Junior, P. D. C.; Lourenço, A. B.; Sasseron, L. H.; Carvalho, A. M. P.	Ensino de Física nos anos iniciais: análise da argumentação na resolução de uma “atividade de conhecimento físico”	v. 17, n. 2, 2012
Hilger, T. R.; Griebeler, A.	Uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativo utilizando mapas conceituais	v. 18 n. 1, 2013
Scarinci, A. L.; Pacca, J. L. A.	O truncamento da sequência pedagógica do professor de Física	v. 18 n. 3, 2013
Germano, M. G.; Feitosa, S. S.	Ciência e senso comum: concepções de professores universitários de Física	v. 18 n. 3, 2013
Macedo, C. C.; Silva, L. F.	Os processos de contextualização e a formação inicial de professores de Física	v. 19, n. 1, 2014
Queirós, W. P.; Nardi, R.; Delizoicov, D.	A produção técnico-científica de James Prescott Joule: uma leitura a partir da epistemologia de Ludwik Fleck	v. 19, n. 1, 2014
Calheiro, L. B.; Garcia, I. K.	Proposta de inserção de tópicos de Física de Partículas integradas ao conceito de carga elétrica por meio de unidade de ensino potencialmente significativa	v. 19, n. 1, 2014
Gonzales, E. G.; Rosa, P. R. S.	Aprendizagem significativa de conceitos de circuitos elétricos utilizando um ambiente virtual de ensino por alunos da Educação de	v. 19, n. 2, 2014

	Jovens e Adultos	
Damasio, F.; Peduzzi, L. O. Q.	O pior inimigo da ciência: procurando esclarecer questões polêmicas da epistemologia de Paul Feyerabend na formação de professores	v. 20, n. 1, 2015
Raíck, A. C.; Peduzzi, L. O. Q.	Potencialidades e limitações de um módulo de ensino: uma discussão histórico-filosófica dos estudos de Gray e Du Fay	v. 20, n. 2, 2015
Damasio, F.; Peduzzi, L. O. Q.	A coerência e complementaridade entre a teoria da aprendizagem significativa crítica e a epistemologia de Paul Feyerabend	v. 20, n. 3, 2015
Silva, J. R. N.; Carvalho, L. M. O.	Uma compreensão do processo de interação comunicativa em grupos de planejamento conjunto entre docentes da licenciatura em física na perspectiva da teoria do agir comunicativo	v. 21, n. 1, 2016
Sabino, A. R.; Pietrocola, M.	Saberes docentes desenvolvidos por professores do ensino médio: um estudo de caso com a inserção da Física Moderna	v. 21, n. 2, 2016
Rocha, C. E. S.; Spohr, C. B.	O uso de mapas conceituais como instrumento didático para identificar indícios de aprendizagem significativa em diferentes níveis de ensino	v. 21, n. 3, 2016
Marineli, F.; Pietrocola, M.	Estruturas culturais, esquemas e recursos: como licenciandos em Física concebem e justificam o status ontológico de entidades em diferentes contextos	v. 21, n. 3, 2016
Faria, A. F.; Vaz, A. M.	Pensamento científico empregado em tarefas de Física básica	v. 22, n. 1, 2017
Ferraz, A. T.; Sasseron, L. H.	Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas	v. 22, n. 1, 2017
Azevedo, N. H.; Scarpa, D. L.	Decisões envolvidas na elaboração e validação de um questionário contextualizado sobre concepções de Natureza da Ciência	v. 22, n. 2, 2017
Garcia, I. K.; Pozo, J. I.	Concepções de professores de Física sobre ensino-aprendizagem e seu processo de formação: um estudo de caso	v. 22, n. 2, 2017
Carvalho, B. C.; Gomes, L. C.	Análise histórica do conceito de calor nos trabalhos de Joule e implicações para o Ensino de Física	v. 22, n. 3, 2017
Jardim, W. T.; Guerra, A.	Experimentos históricos e o Ensino de Física: agregando reflexões a partir da revisão bibliográfica da área e da História Cultural da Ciência	v. 22, n. 3, 2017
Raíck, A. C.; Peduzzi, L. O. Q.; Angotti, J. A. P.	Da <i>instantia crucis</i> ao experimento crucial: diferentes perspectivas na filosofia e na ciência	v. 22, n. 3, 2017
Passos, M. M.; Corrêa, N. N. G.; Arruda, S.	Perfil metacognitivo (Parte I): uma proposta de instrumento de análise	v. 22, n. 3, 2017

M.		
Spohr, C. B.; Garcia, I. K.; Santarosa, M. C. P.	Identificando a evolução conceitual no ensino de eletromagnetismo, através de uma UEPS baseada num sistema de som automotivo gerador de energia	v. 22, n. 3, 2017
Ortega, J. L. N. A.; Rodrigues, A. M.; Mattos, C. R.	Revisitando projetos de Ensino de Física numa perspectiva bakhtiniana	v. 22, n. 3, 2017
Santos, J. P. S.; Tenório, A. C.; Sundheimer, M. L.	Visões de ciência e tecnologia entre licenciandos em Física quando utilizam a robótica educacional: um estudo de caso	v. 23, n. 1, 2018
Raíck, A. C.; Peduzzi, L. O. Q.; Angotti, J. A. P.	Experimentos exploratórios e <i>experientia literata</i> : (re)pensando a experimentação	v. 23, n. 1, 2018
Vital, A.; Guerra, A.	Os sentidos que os estudantes atribuem ao Ensino de Física e à sua abordagem histórica	v. 23, n. 1, 2018
Corrêa, N. N. G.; Passos, M. N.; Arruda, S. M.	Perfil metacognitivo (Parte II): aplicação de instrumento de análise	v. 23, n. 1, 2018
Faria, A. F.; Vaz, A. M.	Experiências de pensamento científico em aulas de Física	v. 23, n. 1, 2018
Ribeiro, G.; Silva, J. L. J. C.	A imagem do cientista: impacto de uma intervenção pedagógica focalizada na história da ciência	v. 23, n. 2, 2018
Rodrigues, E. V.; Camiletti, G. G.	Análise estrutural de redes semânticas: um estudo exploratório das relações entre representações proposicionais e evolução conceitual em um tópico da Física	v. 23, n. 2, 2018
Fernandes, G. W. R.; Rodrigues, A. M.; Ferrera, C. A. R.	Elaboração e validação de um instrumento de análise sobre o papel do cientista e a Natureza da Ciência e da tecnologia	v. 23, n. 2, 2018
Heidemann, L. A.; Araujo, I. S.; Veit, E. A.	Dificuldades e avanços no domínio do campo conceitual da modelagem didático-científica: um estudo de caso em uma disciplina de Física experimental	v. 23, n. 2, 2018
Pessanha, M.	Obstáculos cognitivo-epistemológicos e modelos explicativos no estudo sobre a estrutura da matéria nas aulas de Física	v. 23, n. 2, 2018
Rosa, C. T. W.; Ghiggi, C. M.	Resolução de problemas em física envolvendo estratégias metacognitivas: análise de propostas didáticas	v. 23, n. 3, 2018

Boaro, D. A.; Massoni, N. T.	O uso de elementos da História e Filosofia da Ciência (HFC) em aulas de Física em uma disciplina de estágio supervisionado: alguns resultados de pesquisa	v. 23, n. 3, 2018
Marnieli, F.; Pietrocola, M.	Uma análise sobre a realidade das entidades científicas em um livro de Física do ensino superior	v. 23, n. 3, 2018
Sasseron, L. H.; Souza, T. N.	O engajamento dos estudantes em aula de Física: apresentação e discussão de uma ferramenta de análise	v. 24, n. 1, 2019
Batista, C. A. S.; Peduzzi, L. O. Q.	Concepções epistemológicas de Larry Laudan: uma ampla revisão bibliográfica nos principais periódicos brasileiros do Ensino de Ciências e Ensino de Física	v. 24, n. 2, 2019
Rocha, J. A.; Silva, A. C. T.	Compreensões de alunos de nível médio sobre descoberta: discussões em torno do episódio da descoberta da radioatividade em uma sequência de ensino e aprendizagem	v. 24, n. 2, 2019
Moraes, V. R. A.; Taziri, J.	A motivação e o engajamento de alunos em uma atividade na abordagem do ensino de ciências por investigação	v. 24, n. 2, 2019
Coelho, A. E. F.; Malheiro, J. M. S.	Habilidades cognitivas em processos formativos de professores da educação básica na aprendizagem baseada em problemas	v. 24, n. 2, 2019
Lima, L. G.	A teoria dos registros de representação semiótica: contribuições para o ensino e aprendizagem da Física	v. 24, n. 3, 2019
Raíck, A. C.	Galvani, Volta e os experimentos cruciais: a emblemática controvérsia da eletricidade animal	v. 25, n. 1, 2020
Peduzzi, L. O. Q.; Raíck, A. C.	Sobre a Natureza da Ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência	v. 25, n. 2, 2020
Macedo, M. S.; Pantoja, G.; Moreira, M. A.	Modelos atômicos no ensino médio: uma unidade de ensino potencialmente significativa com ênfase em uma descrição epistemológica	v. 25, n. 2, 2020
Benício, M. A.; Arruda, S. M.; Passos, M. M.	Ações discentes e a relação com o saber em aulas de Matemática, Física e Química	v. 25, n. 3, 2020
Guimarães, R. R.; Massoni, N. T.	O uso do modelo padrão de argumentação de Stephen Toulmin no Ensino de Ciências no âmbito da disciplina de Física: alguns resultados de pesquisa e reflexões a partir de debates em sala de aula	v. 25, n. 3, 2020
Rodrigues, R. F.; Pereira, A. P.	A inferência à melhor explicação como heurística para abordar episódios históricos no Ensino de Ciências por meio de controvérsias explicativas	v. 25, n. 3, 2020
Machado, D. S.; Razera, J. C. C.	Um perfil da interface entre sensibilidade moral e compreensão de Natureza da Ciência durante a resolução de questões sociocientíficas	v. 26, n. 1, 2021
Marinelli, F.	Uma análise sobre os subsídios dados por livros didáticos de Física do ensino médio para a compreensão da realidade do fóton	v. 26, n. 2, 2021

Rocha, D. M.; Ricardo, E. C.	Desempenho escolar: um estudo de caso sobre a relação entre as crenças de autoeficácia em Física e o contrato didático	v. 26, n. 3, 2021
Maman, A. S.; Brock, L.; Neide, I. G.; Dullius, M. M.; Quartieri, M. T.	Manifestações de pensamento metacognitivo em estudantes de engenharia: análise de uma intervenção didática no ensino de Física	v. 26, n. 3, 2021
Pires, L. N.; Peduzzi, L. O. Q.	Jocelyn Bell Burnell e a descoberta dos pulsares: revisando pesquisas do Ensino de Física e de Astronomia em uma perspectiva histórica	v. 26, n. 3, 2021
Pires, L. N.; Peduzzi, L. O. Q.	Little Green Men: o episódio de detecção dos pulsares e o protagonismo de Jocelyn Bell Burnell	v. 27, n. 1, 2022
Pivaro, G. F.; Júnior, G. G.	Qual ciência é negada nas redes sociais? Reflexões de uma pesquisa etnográfica em uma comunidade virtual negacionista	v. 27, n. 1, 2022
Batista, C. A. S.; Peduzzi, L. O. Q.	Contextualizando conteúdos científicos fundamentais à compreensão docente e estudantil da relação Terra-Universo sob a lente epistemológica da solução de problemas de Larry Laudan	v. 27, n. 2, 2022
André, W. C. S.; Silva, I. M.	Contribuições e limitações de sequências de ensino na forma de unidades de ensino potencialmente significativas: uma revisão sistemática da literatura	v. 27, n. 3, 2022
Biazus, M. O.; Rosa, C. T. W.; Darroz, L. M.	Estratégias metacognitivas no Ensino de Física: análise de uma intervenção didática guiada por questionamentos metacognitivos	v. 27, n. 3, 2022
Milena, L. M.; Munford, D.; Fenandes, P. C.	O construto de práticas epistêmicas em pesquisas brasileiras em Educação em Ciências	v. 28, n. 1, 2023
Almeida, J. C.; Chiaro, S.	Argumentação e aprendizagem baseada em problemas: processo de construção de conhecimento crítico e reflexivo em sala de aula de Física	v. 28, n. 2, 2022
<i>Revista Brasileira de História da Ciência</i>		
Trindade, D. F.	História da Ciência: uma possibilidade interdisciplinar para o Ensino de Ciências no ensino médio e nos cursos de formação de professores de ciências	v. 4, n. 2, 2011
Moura, B.	O que é Natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência?	v. 7, n. 1, 2014
Schmiedecke, W. G.; Porto, P. A.	Uma abordagem da história da energia nuclear para a formação de professores de Física	v. 7, n. 2, 2014
Moura, B. A.; Silva, C. C.	Abordagem multicontextual da história da ciência: uma proposta para o ensino de conteúdos históricos na formação de professores	v. 7, n. 2, 2014

Assis, K. R.	História e filosofia da ciência no ensino de ciências e o debate universalismo <i>versus</i> relativismo	v. 7, n. 2, 2014
Ferreira, L. M.; Peduzzi, L. O. Q.	Uma proposta textual frente a problemas referentes à história do átomo no ensino de Química	v. 7, n. 2, 2014
Fárias, D.; Arroio, A.	Science as a network and its applications in the analysis of the image of science in instructional/teaching materials for the classroom	v. 7, n. 2, 2014
Brito, N. B.; Reis, U. V.; Talon, I. M. L.; Reis, J. C. O.	História da física no século XIX: discutindo Natureza da Ciência e suas implicações para o Ensino de Física em sala de aula	v. 7, n. 2, 2014
Bagdonas, A.; Zanetic, J.; Gurgel, I.	Controvérsias sobre a Natureza da Ciência como enfoque curricular para o ensino da física: o ensino de história da cosmologia por meio de um jogo didático	v. 7, n. 2, 2014
Alvim, M. H.; Zanotello, M.	História das ciências e educação científica em uma perspectiva discursiva: contribuições para a formação cidadã e reflexiva	v. 7, n. 2, 2014
Forato, T. C. M.; Guerra, A.; Braga, M.	Historiadores das ciências e educadores: frutíferas parcerias para um ensino de ciências reflexivo e crítico	v. 7, n. 2, 2014
Raick, A. C.; Peduzzi, L. O. Q.	Uma discussão acerca dos contextos da descoberta e da justificativa: a dinâmica entre hipótese e experimentação na ciência	v. 8, n. 1, 2015
Leal, K. P.; Forato, T. C. M.; Barcellos, M. E.	Ciência e religião em conflito na sala de aula: episódios históricos como propostas para a formação de professores	v. 9, n. 2, 2016
Pataca, E. M.; Alvim, M. H.	Apresentação: História das Ciências e Educação, a nova seção permanente da RBHC	v. 10, n. 2, 2017
Aurani, K. M.	As ideias iniciais de Clausius sobre entropia e suas possíveis contribuições à formação de professores	v. 11, n. 1, 2018
Raick, A. C.	A rã enigmática e os experimentos exploratórios: dos estudos iniciais de Galvani à sua teoria da eletricidade animal	v. 12, n. 1, 2019
Cardoso, E.; Barcellos, M.; Guerra, A.	O episódio copernicano revisitado pela via das práticas científicas e a utilização do Dispositivo de Tusi	v. 14, n. 1, 2021
Raick, A. C.; Peduzzi, L. O. Q.	De Mach ao ‘novo experimentalismo’: um resgate histórico-epistemológico de experimentos de pensamento	v. 14, n. 2, 2021
Leal, K.; Forato, T. C. M.	As garotas do rádio e sua busca por justiça e dignidade: possibilidades de abordagens históricas para o ensino de ciências	v. 14, n. 2, 2021
Lima, N. W.;	A História da Ciência para uma Educação em Ciências do Futuro:	v. 15, n. 2, 2022

Moura, C. B.; Gatica, M. Q.; Adúriz-Bravo, A.	Desafios Contemporâneos na América Latina	
Alves-Brito, A.; Macedo, J. R.	A história da ciência e a educação científica pelas perspectivas ameríndia e amefricana	v. 15, n. 2, 2022
Pereira, F. P. C.; Gurgel, I.	A óptica dos corpos em movimento de Fresnel sob a visão do realismo estrutural: ensino de natureza da ciência e as demandas educacionais da contemporaneidade	v. 15, n. 2, 2022
Lima, N. W.; Guerra, A.	Superando Narciso: histórias das ciências para adiar o fim do mundo	v. 15, n. 2, 2022
Silva, W. V. M.; Silva, E. C.; Maia, P. F.; Gonçalves, E. C.	Análise de aspectos de natureza da ciência na minissérie Chernobyl e considerações sobre o uso da minissérie no ensino de ciências	v. 15, n. 2, 2022
Judensnaider, I.; Figueirôa, S. F. M.	Conteúdos históricos, filosóficos e pedagógico nas provas do Enade 2017 dos cursos de licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química	v. 16, n. 1, 2023
Chaves, C. A.; Sá, B. M.; Tavares, J. U.; Priester, C.; Miquellaci, M. H.; Junior, D. P. N.; Gurgel, I.	O acervo histórico do Instituto de Física da USP e suas potencialidades para a escrita da história da ciência no Brasil	v. 16, n. 2, 2023
Nunes, C. L. C.; Queirós, W. P.	Poincaré e o princípio da relatividade: uma tradução comentada do ensaio “Sobre a dinâmica do elétron”	v. 16, n. 2, 2023
Figueirôa, S. F. M.; Junior, O. F.; Videira, A. A. P.	Ciência, desenvolvimento, democracia e liberdade: Estudos em história da ciência no Brasil na segunda metade do século XX	v. 16, n. 2, 2023
Alvim, M. H.	A história das ciências e sua interface com a educação científica por meio das epistemologias do Sul	v. 16, n. 2, 2023
Jacques, V.; Silva, H. C.	“Aventuras no coração do átomo” (1956): história em quadrinhos, energia nuclear e contextos histórico-culturais	v. 16, n. 2, 2023
<i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i>		
Bassalo, J. M. F.	Nascimento da Física	v. 17, n. 1, 1995
Tarsia, R. D.	O calendário Gregoriano	v. 17, n. 1, 1995
Bassalo, J. M. F.	O ensino da Física em Belém do Pará	v. 17, n. 2, 1995
Filho, J. B. B.	A unificação de Newton da Física de Galileu com a Astronomia de	v. 17, n. 3, 1995

	Kepler à luz da crítica popperiana à indução	
Laburú, C. E.; Carvalho, A. M. P.	Uma descrição da forma do pensamento dos alunos em sala de aula	v. 17, n. 3, 1995
Bassalo, J. M. F.	Nascimento da Física: Idade Renascentista (4-95-2)	v. 17, n. 4, 1995
Bassalo, J. M. F.	Sobre a lei de Rayleigh-Jeans	v. 18, n. 1, 1996
Bassalo, J. M. F.	Nascimento da Física	v. 18, n. 1, 1996
Bassalo, J. M. F.	Nascimento da Física	v. 18, n. 2, 1996
Teixeira, S. K.; Queiróz, G. P.	O movimento de precessão na história e no estudante	v. 18, n. 3, 1996
Silva, C. C.; Martins, R. A.	A “nova teoria sobre luz e cores” de Isaac Newton: uma tradução comentada	v. 18, n. 4, 1996
Bassalo, J. M. F.	Nascimento da Física	v. 18, n. 4, 1996
Pleitez, V.	O acaso, o preconceito e o método científico em Física	v. 18, n. 4, 1996
Bassalo, J. M. F.	Aspectos Históricos das Bases Conceituais das Relatividades	v. 19, n. 2, 1997
Bassalo, J. M. F.	Nascimento da Física	v. 19, n. 2, 1997
Bassalo, J. M. F.	Nascimento da Física	v. 19, n. 3, 1997
Rosso, A. J.; Sobrinho, J. A. C. M.	O Senso Comum, a Ciência e o Ensino de Ciências	v. 19, n. 3, 1997
Bassalo, J. M. F.	Nascimento da Física	v. 20, n. 1, 1998
Bassalo, J. M. F.	Nascimento da Física	v. 20, n. 2, 1998
Cindra, J. L.	A Física e as Leis da Dialética	v. 20, n. 2, 1998
Caruso, F.	Processo e Transformação para além da Ciência	v. 20, n. 3, 1998
Laburú, C. E.; Arruda, S. M.	Um Instrumento Pedagógico para Situações de Controvérsia e Conflito Cognitivo	v. 20, n. 3, 1998
Ostermann, F.; Ferreira, L. M.; Cavalcanti, C. J. H.	Tópicos de Física Contemporânea no Ensino Médio um Texto para Professores sobre Supercondutividade	v. 20, n. 3, 1998
Bassalo, J. M. F.	Nascimento da Física	v. 20, n. 4, 1998
Martins, R. A.	A Descoberta dos Raios X: O Primeiro Comunicado de Röntgen	v. 20, n. 4, 1998
Peduzzi, L. O.	Imagens Complementares a um Texto de Mecânica: a Perspectiva de	v. 21, n. 1, 1999

Q.	seu Potencial para o Aprendizado do Aluno	
Barbatti, M.	A Filosofia Natural à Época de Newton	v. 21, n. 1, 1999
Bassalo, J. M. F.	Nascimento da Física	v. 21, n. 1, 1999
Moreira, I. C.	Maupertuis (1698-1759) e o Princípio da Mínima Ação	v. 21, n. 1, 1999
Baptista, J. P.; Ferracioli, L.	A Evolução do Pensamento sobre o Conceito de Movimento	v. 21, n. 1, 1999
Almeida, M. J. P. M.; Silva, H. C.; Babichak, C. C.	O Movimento, a Mecânica e a Física no Ensino Médio	v. 21, n. 1, 1999
Lagrecia, M. C. B.; Moreira, M. A.	Tipos de Representações Mentais Utilizadas por Estudantes de Física Geral na Área de Mecânica Clássica e Possíveis Modelos Mentais nessa Área	v. 21, n. 1, 1999
Bassalo, J. M. F.	Nascimento da Física	v. 21, n. 2, 1999
Bassalo, J. M. F.	Nascimento da Física	v. 21, n. 2, 1999
Mokross, B. J.	Fundamentação Clássica de Alfred Landé para a Mecânica Quântica	v. 21, n. 2, 1999
Farias, A. J. O.	Existem Dificuldades dos Alunos na Interpretação da Interação Carga-Campo?	v. 21, n. 3, 1999
Ostermann, F.	Um Texto para Professores do Ensino Médio sobre Partículas Elementares	v. 21, n. 3, 1999
Cavalcante, M. A.	O Ensino de uma NOVA FÍSICA e o Exercício da Cidadania	v. 21, n. 4, 1999
Moreira, M. A.	Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas	v. 22, n. 1, 2000
Laburú, C. E.; Silva, D.; Carvalho, A. M. P.	Analisando uma Situação de Aula de Termologia com o Auxílio do Vídeo	v. 22, n. 1, 2000
Sousa, C. M. S. G.; Moreira, M. A.	A Causalidade Piagetiana e os Modelos Mentais: Explicações Sobre o Funcionamento do Giroscópio	v. 22, n. 2, 2000
Moraes, A. M.; Moraes, I. J.	A Avaliação Conceitual de Força e Movimento	v. 22, n. 2, 2000
Baptista, J. P.; Ferracioli, L.	A Construção do Princípio de Inércia e do Conceito de Inércia Material	v. 22, n. 2, 2000
Howes, R. H.	Desenvolvimento de uma Força-Tarefa Nacional sobre Educação em Física na Graduação	v. 22, n. 4, 2000

Nogueira, J. S.; Rinaldi, C.; Ferreira, J. M.; Paulo, S. R.	Utilização do Computador como Instrumento de Ensino: Uma Perspectiva de Aprendizagem Significativa	v. 22, n. 4, 2000
Neves, M. C. D.	Uma Investigação Sobre a Natureza do Movimento ou Sobre uma História para a Noção do Conceito de Força	v. 22, n. 4, 2000
Almeida, M. A. T.; Barroso, M. F.; Falcão, E. B. M.; Gonzalez, E. A. M.	Reversão do Desempenho de Estudantes em um Curso de Física Básica	v. 23, n. 1, 2001
Cavalcante, M. A.; Piffer, A.; Nakamura, P.	O Uso da Internet na Compreensão de Temas de Física Moderna para o Ensino Médio	v. 23, n. 1, 2001
Martins, R. A. M.	Como Não Escrever Sobre História da Física - um Manifesto Historiográfico	v. 23, n. 1, 2001
Yamamoto, I.; Barbeta, V. B.	Simulações de Experiências como Ferramenta de Demonstração Virtual em Aulas de Teoria de Física	v. 23, n. 2, 2001
Dias, P. M. C.	A (Im)Pertinência da História ao Aprendizado da Física (um Estudo de Caso)	v. 23, n. 2, 2001
Moura, R.; Canalle, J. B. G.	Os Mitos dos Cientistas e suas Controvérsias	v. 23, n. 2, 2001
Salinas, S. R. A.	Notas para uma História da Sociedade Brasileira de Física	v. 23, n. 3, 2001
Greca, I. M.; Moreira, M. A.; Herscovitz, V. E.	Uma Proposta para o Ensino de Mecânica Quântica	v. 23, n. 4, 2001
Leite, M. S. S. C. P.; Almeida, M. J. B. M.	Compreensão de Termos Científicos no Discurso da Ciência	v. 23, n. 4, 2001
Costa, S. S. C.; Moreira, M. A.	O Papel da Modelagem Mental dos Enunciados na Resolução de Problemas em Física	v. 24, n. 1, 2002
Silva, L. F.; Carvalho, L. M.	A Temática Ambiental e o Ensino de Física na Escola Média: Algumas Possibilidades de Desenvolver o Tema Produção de Energia Elétrica em Larga Escala em uma Situação de Ensino	v. 24, n. 3, 2002
Silva, J. H. D.	Algumas Considerações Sobre Ensino e Aprendizagem na Disciplina Laboratório de Eletromagnetismo	v. 24, n. 4, 2002
Magalhães, M. F.; Santos, W. M. S.; Dias, P. M. C.	Uma Proposta para Ensinar os Conceitos de Campo Elétrico e Magnético: uma Aplicação da História da Física	v. 24, n. 4, 2002

Filho, J. B. B.	Os Problemas Epistemológicos da Realidade, da Compreensibilidade e da Causalidade na Teoria Quântica	v. 25, n. 2, 2003
Stuchi, A. M.; Ferreira, N. C.	Análise de uma Exposição Científica e Proposta de Intervenção	v. 25, n. 2, 2003
Araújo, M. S. T.; Abib, M. V. S. B.	Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades	v. 25, n. 2, 2003
Fiolhais, C.; Trindade, J.	Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas	v. 25, n. 3, 2003
Pena, F. L. A.	Carta ao editor - Por que, apesar do grande avanço da pesquisa acadêmica sobre ensino de Física no Brasil, ainda há pouca aplicação dos resultados em sala de aula?	v. 26, n. 4, 2004
Martins, R. A.	A dinâmica relativística antes de Einstein	v. 27, n. 1, 2005
Dionísio, P. H.	Carta ao editor - Sobre o artigo "A dinâmica relativística antes de Einstein"	v. 27, n. 3, 2005
Andrade, D.; Campos, M.	Análise do processo cognitivo na construção das figuras de Lissajous	v. 27, n. 4, 2005
Peduzzi, L. O. Q.; Basso, A. C.	Para o ensino do átomo de Bohr no nível médio	v. 27, n. 4, 2005
Pires, D. P. L.; Afonso, J. C.; Chaves, F. A. B.	A termometria nos séculos XIX e XX	v. 28, n. 1, 2006
Pena, F. L.	Carta ao editor - Por que, nós professores de Física do Ensino Médio, devemos inserir tópicos e ideias de física moderna e contemporânea na sala de aula?	v. 28, n. 1, 2006
Pres, M. A.; Veit, E. A.	Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio	v. 28, n. 2, 2006
Karam, R. A. S.; Cruz, S. M. S. C. S.; Coimbra, D.	Tempo relativístico no início do Ensino Médio	v. 28, n. 3, 2006
Baptista, J. P.	Os princípios fundamentais ao longo da História da Física	v. 28, n. 4, 2006
Machado, D. I.; Nardi, R.	Construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hiperídia	v. 28, n. 4, 2006
Karam, R. A. S.; Cruz, S. M. S. C. S.; Coimbra, D.	Relatividades no ensino médio: o debate em sala de aula	v. 29, n. 1, 2007
Ricci, T. F.	O tratamento clássico do interferômetro de Mach-Zehnder: uma	v. 29, n. 1, 2007

Ostermann, F.; Prado, S. D.	releitura mais moderna do experimento da fenda dupla na introdução da física quântica	
Moreira, M. A.; Massoni, N. T.; Ostermann, F.	“História e epistemologia da física” na licenciatura em física: uma disciplina que busca mudar concepções dos alunos sobre a natureza da ciência	v. 29, n. 1, 2007
Ricardo, E. C.; Freire, J. C. A.	A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório	v. 29, n. 2, 2007
Moreira, M. A.	A física dos quarks e a epistemologia	v. 29, n. 2, 2007
Levin, E.	Conceitos e métodos da física moderna numa perspectiva histórica	v. 29, n. 3, 2007
Oliveira, F. F.; Vianna, D. M.; Gerbassi, R. S.	Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores	v. 29, n. 3, 2007
Boss, S. L. B.; Caluzi, J. J.	Os conceitos de eletricidade vítrea e eletricidade resinosa segundo Du Fay	v. 29, n. 4, 2007
Guerra, A.; Braga, M.; Reis, J. C.	Teoria da relatividade restrita e geral no programa de mecânica do ensino médio: uma possível abordagem	v. 29, n. 4, 2007
Gobara, S. T.; Garcia, J. R. B.	As licenciaturas em física das universidades brasileiras: um diagnóstico da formação inicial de professores de física	v. 29, n. 4, 2007
Silva, C. C.; Moura, B. A.	A natureza da ciência por meio do estudo de episódios históricos: o caso da popularização da óptica newtoniana	v. 30, n. 1, 2008
Masoni, N. T.	Ilya Prigogine: uma contribuição à filosofia da ciência	v. 30, n. 2, 2008
Sales, G. L.; Vasconcelos, F. H. L.; Filho, J. A. C.; Pequeno, M. C.	Atividades de modelagem exploratória aplicada ao ensino de física moderna com a utilização do objeto de aprendizagem pato quântico	v. 30, n. 3, 2008
Almeida, V. O.; Moreira, M. A.	Mapas conceituais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos da óptica física	v. 30, n. 4, 2008
Rezende, F.; Ostermann, F.; Ferraz, G.	Ensino-aprendizagem de física no nível médio: o estado da arte da produção acadêmica no século XXI	v. 31, n. 1, 2009
Moreira, M. A.	O Modelo Padrão da Física de Partículas	v. 31, n. 1, 2009
Rocha, J. F. M.	O conceito de “campo” em sala de aula - uma abordagem histórico-conceitual	v. 31, n. 1, 2009
Pena, F. L.	Carta ao editor - Uma nota histórica sobre os periódicos nacionais especializados em ensino de física	v. 31, n. 1, 2009
Tort, A. C.	Dois problemas práticos de Eletricidade Vitoriana e sua discussão no	v. 31, n. 2, 2009

	ensino secundário e universitário	
Gomes, L. C.; Bellini, L. M.	Uma revisão sobre aspectos fundamentais da teoria de Piaget: possíveis implicações para o ensino de física	v. 31, n. 2, 2009
Passos, J. C.	Os experimentos de Joule e a primeira lei da termodinâmica	v. 31, n. 3, 2009
Praxedes, G.; Peduzzi, L. O. Q.	Tycho Brahe e Kepler na escola: uma contribuição à inserção de dois artigos em sala de aula	v. 31, n. 3, 2009
Martins, R. L. C.; Verdeaux, M. F. S.; Sousa, C. M. S. G.	A utilização de diagramas conceituais no ensino de física em nível médio: um estudo em conteúdos de ondulatória, acústica e óptica	v. 31, n. 3, 2009
Boss, S. L. B.; Caluzi, J. J.	Uma breve biografia de Stephen Gray (1666-1736)	v. 32, n. 1, 2010
Kiouranis, N. M. M.; Souza, A. R.; Filho, O. S.	Experimentos mentais e suas potencialidades didáticas	v. 32, n. 1, 2010
Laburú, C. E.; Silva, O. H. M.; Sales, D. R.	Superações conceituais de estudantes do ensino médio em medição a partir de questionamentos de uma situação experimental problemática	v. 32, n. 1, 2010
Correia, P. R. M.; Silva, A. C.; Junior, J. G. R.	Mapas conceituais como ferramenta de avaliação na sala de aula	v. 32, n. 4, 2010
Silva, L. . M.; Santos, W. M. S.; Dias, P. M. C.	A carga específica do elétron. Um enfoque histórico e experimental	v. 33, n. 1, 2011
Alves, D. T.; Souza, S. A. V.; Filho, S. C. F. P.; Elias, W. S.	Análise de metodologia baseada no sistema de ensino individualizado de Keller aplicada em um curso introdutório de eletromagnetismo	v. 33, n. 1, 2011
Gurgel, I.; Pietrocola, M.	Uma discussão epistemológica sobre a imaginação científica: a construção do conhecimento através da visão de Albert Einstein	v. 33, n. 1, 2011
Gonzaga, E. P.; Voelzke, M. R.	Análise das concepções astronômicas apresentadas por professores de algumas escolas estaduais	v. 33, n. 2, 2011
Damasio, F.	O início da revolução científica: questões acerca de Copérnico e os epíclis, Kepler e as órbitas elípticas	v. 33, n. 3, 2011
Cordeiro, M. D.; Peduzzi, L. O. Q.	Aspectos da natureza da ciência e do trabalho científico no período inicial de desenvolvimento da radioatividade	v. 33, n. 3, 2011
Nelson, O. R.;	Da valorização dos erros à construção das soluções apropriadas: uma	v. 33, n. 3, 2011

Filho, R. C.	estratégia didática na aprendizagem das equações de Maxwell	
Silva, D. A.; Peduzzi, L. O. Q.	O período de desenvolvimento da física newtoniana como contraponto às concepções e opiniões problemáticas a respeito do fazer e do conhecimento científico	v. 34, n. 2, 2012
Melhorato, R. L.; Nicoli, G. T.	Da física clássica à moderna: o simples toque de uma sirene	v. 34, n. 3, 2012
Junior, L. A. R.; Cunha, M. F.; Laranjeiras, C. C.	Simulação de experimentos históricos no ensino de física: uma abordagem computacional das dimensões histórica e empírica da ciência na sala de aula	v. 34, n. 4, 2012
Morais, A.; Guerra, A.	História e a filosofia da ciência: caminhos para a inserção de temas física moderna no estudo de energia na primeira série do Ensino Médio	v. 35, n. 1, 2013
Arthur, L. H. M.; Peduzzi, L. O. Q.	A cosmologia moderna à luz dos elementos da epistemologia de Lakatos: Recepção de um texto para graduandos em física	v. 35, n. 2, 2013
Souza, P. V. S.; Dias, P. M. C.; Santos, F. M. P.	Ensinando a natureza estatística da segunda lei da termodinâmica no Ensino Médio	v. 35, n. 2, 2013
Bispo, W. F. O.; David, D. F. G.; Júnior, O. F.	As contribuições de John Clauser para o primeiro teste experimental do teorema de Bell: uma análise das técnicas e da cultura material	v. 35, n. 3, 2013
Cordeiro, M. D.; Peduzzi, L. O. Q.	Consequências das descontextualizações em um livro didático: uma análise do tema radioatividade	v. 35, n. 3, 2013
Porto, M. C.	O atomismo grego e a formação do pensamento físico moderno	v. 35, n. 4, 2013
Silva, I.; Júnior, O. F.	A descoberta do efeito Compton: De uma abordagem semiclássica a uma abordagem quântica	v. 36, n. 1, 2014
Parente, F. A. G.; Santos, A. C. F.; Tort, A. C.	O átomo de Bohr no Ensino Médio	v. 36, n. 1, 2014
Watanabe, G.; Gurgel, I.; Munhoz, M. G.	O que se pode aprender com o evento Masterclasses - CERN na perspectiva do ensino de física de partículas	v. 36, n. 1, 2014
Dias, P. M. C.; Morais, R. F.	Os fundamentos mecânicos do eletromagnetismo	v. 36, n. 3, 2014
Souza, R. S.; Silva, A. P. B.; Araujo, T. S.	James Prescott Joule e o equivalente mecânico do calor: Reproduzindo as dificuldades do laboratório	v. 36, n. 3, 2014
Campos, A.	A natureza da região celeste em Aristóteles	v. 36, n. 4, 2014

Ricardo, E. C.		
Oliveira, R. A.; Silva, A. P. B.	William Herschel, os raios invisíveis e as primeiras ideias sobre radiação infravermelha	v. 36, n. 4, 2014
Moura, B. A.	Isaac Newton e a dupla refração da luz	v. 36, n. 4, 2014
Magalhães, D. A.	Aquecimento global: Uma abordagem para o ensino de física	v. 36, n. 4, 2014
Pifer, A.; Aurani, K. M.	A teoria analítica do calor de Joseph Fourier: uma análise das bases conceituais e epistemológicas	v. 37, n. 1, 2015
Porto, C. M.	Breve histórico da dinâmica newtoniana do movimento curvilíneo	v. 37, n. 1, 2015
Afonso, J. C.; Chaves, F. A. B.	Uma proposta inovadora de ensino de física experimental no início do Século XX	v. 37, n. 1, 2015
Jardim, W. T.; Otoya, V. J. V.; Oliveira, C. G. S.	A teoria da relatividade restrita e os livros didáticos do Ensino Médio: Discordâncias sobre o conceito de massa	v. 37, n. 2, 2015
Marino, E. C.	Jorge André Swieca: Uma figura ímpar na física brasileira	v. 37, n. 3, 2015
Porto, C. M.	Panorama geral da obra astronômica de Kepler	v. 37, n. 3, 2015
Dias, V. H. A.; Dias, P. M. C.	Escrevendo o “Livro da Natureza” na linguagem da matemática: A lei de Ampère	v. 37, n. 4, 2015
Monteiro, M. M.; Martins, A. F. P.	História da ciência na sala de aula: Uma sequência didática sobre o conceito de inércia	v. 37, n. 4, 2015
Silva, I.	Uma nova luz sobre o conceito de fóton: Para além de imagens esquizofrênicas	v. 37, n. 4, 2015
Moura, B. A.; Boss, S. L. B.	Thomas Young e o resgate da teoria ondulatória da luz: Uma tradução comentada de sua <i>Teoria Sobre Luz e Cores</i>	v. 37, n. 4, 2015
Martins, R. A.; Silva, C. C.	As pesquisas de Newton sobre a luz: Uma visão histórica	v. 37, n. 4, 2015
Studart, N.	Uma concisa abordagem histórica e conceitual da luz e de algumas de suas aplicações: Apresentação de artigos convidados na edição comemorativa do Ano Internacional da Luz	v. 37, n. 4, 2015
Admiral, T. D.	Dificuldades conceituais e matemáticas apresentadas por alunos de física dos períodos finais	v. 38, n. 2, 2016
Watanabe, G.; Watanabe, G.; Costa, L.; Gregores, E.; Gurgel, I.	O evento CERN <i>Masterclasses: Hands on Particle Physics</i> : contribuições sobre seu papel na comunicação científica a partir de percepções de seus participantes	v. 38, n. 3, 2016

Mercadante, P.; Munhoz, M. G.		
Bagdonas, A.; Gurgel, I.; Zanetic, J.	Quem descobriu a expansão do universo? Disputas de prioridade como forma de ensinar cosmologia com uso da história e filosofia da ciência	v. 39, n. 2, 2017
Araújo, A. V. R.; Silva, E. S.; Jesus, V. L. B.; Oliveira, A. L.	Uma associação do método <i>Peer Instruction</i> com circuitos elétricos em contextos de aprendizagem ativa	v. 39, n. 2, 2017
Sasaki, D. G. G.; Jesus, V. L. B.	Avaliação de uma metodologia de aprendizagem ativa em óptica geométrica através da investigação das reações dos alunos	v. 39, n. 2, 2017
Jardim, W. T.; Guerra, A.	Práticas científicas e difusão do conhecimento sobre eletricidade no século XVIII e início do XIX: possibilidades para uma abordagem histórica da pilha de volta na educação básica	v. 40, n. 3, 2018
Andrade, F. A. L.; Barbosa, G. F.; Silveira, F. L.; Santos, C. A.	Recorrência de concepções alternativas sobre corrente elétrica em circuitos simples	v. 40, n. 3, 2018
Arthury, L. H. M.; Terrazzan, E. A.	A Natureza da Ciência na escola por meio de um material didático sobre a Gravitação	v. 40, n. 3, 2018
Tonidandel, D. A. V.; Araújo, A. E. A.; Boaventura, W. C.	História da Eletricidade e do Magnetismo: da Antiguidade à Idade Média	v. 40, n. 4, 2018
Velásquez-Torri bio, A. M.; Oliveira, M. V.	Primeiro modelo matemático da cosmologia: as esferas concêntricas de eudoxo	v. 41, n. 2, 2019
Filho, N. E. S.; Gazola, J. P.; Oliveira, A. H.; Astrath, N. G. C.	Princípios de gravação magnética e registro de som em fios	v. 41, n. 2, 2019
Filho, A. M. M.; Silva, I.	O experimento WS de 1950 e as suas implicações para a segunda revolução da mecânica quântica	v. 41, n. 2, 2019
Oliveira, R. A.; Martins, A. F. P.; Silva, A. P. B.	Thomas Young e a teoria ondulatória da luz no início do século XIX: aspectos conceituais e epistemológicos	v. 41, n. 2, 2019
Selau, F. F.; Espinosa, T.; Araujo, I. S.; Veit, E. A.	Fontes de autoeficácia e atividades experimentais de física: um estudo exploratório	v. 41, n. 2, 2019

Gracia, G. B.	A física na visão de Ernst Mach: De uma crítica a Newton às teorias gravitacionais	v. 41, n. 3, 2019
Lima, M. C.	Sobre o surgimento das equações de Maxwell	v. 41, n. 4, 2019
Silva, F. S.; Catelli, F.	Os modelos na ciência: traços da evolução histórico-epistemológica	v. 41, n. 4, 2019
Silva, A. P. B.	Distorções científicas perenes e suas consequências para o ensino de ciências: a relação entre eletricidade, magnetismo e calor	v. 41, n. 4, 2019
Porto, C. M.	A Revolução Copernicana: aspectos históricos e epistemológicos	v. 42, 2020
Ortega, D.; Moura, B. A.	Uma abordagem histórica da reflexão e da refração da luz	v. 42, 2020
Vidmar, M. P.; Sauerwein, I. P. S.	Atividades didáticas de Física mediadas por hipermídia: potencialidades para o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva	v. 42, 2020
Ferreira, M.; Filho, O. L. S.; Moreira, M. A.; Franz, G. B.; Portugal, K. O.; Nogueira, D. X. P.	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones	v. 42, 2020
Pantoja, G. C.; Moreira, M. A.	Conceitualização do conceito de campo elétrico de estudantes de Ensino Superior em Unidades de Ensino Potencialmente Significativas sobre eletrostática	v. 42, 2020
Oliveira, V.; Araújo, I. S.; Veit, E. A.	Resolução de problemas abertos como um processo de modelagem didático-científica no Ensino de Física	v. 42, 2020
Hoerning, 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	v. 42, 2020
Souza, R. S.; Greca, I. M.; Silva, I. L.; Teixeira, E. S.	Contributos ao ensino de mecânica quântica a partir da análise da complexidade de questões presentes no ENADE à luz da Taxonomia de Bloom revisada	v. 42, 2020
Alves, P. V.; Rizzuti, B. F.; Gonçalves, R.	Uma proposta didática para o estudo da interação magnética entre ímãs e algumas considerações epistemológicas	v. 42, 2020
Santos, C. F. M.; Silva, J. M. C.; Gomes, E. C.; Lobo, M. P.	Uma proposta didático-matemática para o uso da escala de Planck: dos fótons aos buracos negros	v. 42, 2020
Horvath, J. E.	Alguns conceitos no ensino da Cosmologia que quase sempre levam a	v. 42, 2020

	confusão	
Tavares, H.; Gurgel, I.; Videira, A. A. P.	César Lattes e as técnicas de produção e detecção de mésons: a prática científica como objeto histórico	v. 42, 2020
Santos, C. A.; Silva, L. L.	A história que o filme Radioactive não conta e a percepção de alunos de licenciatura em física	v. 43, 2021
Caetano, T. C.	O experimento “curva de luz” do Laboratório Remoto de Física: uma proposta de atividade investigativa contextualizada epistemologicamente	v. 43, 2021
Costa, M.; Camargo, M.; Pereira, Y.; Ortiz, E.; Batista, I.; Brancher, J.	Processo de desenvolvimento de simulações virtuais de experimentos históricos para o Ensino de Física	v. 43, 2021
Lima, N.; Cavalcanti, C.; Ostermann, F.	Concepções de Dualidade Onda-Partícula: Uma proposta didática construída a partir de trechos de fontes primárias da Teoria Quântica	v. 43, 2021
Heidemann, L. A.; Campomanes, R. R.; Araujo, I. S.	A contrastação empírica de um modelo teórico sobre o movimento de corpos com massa variável como uma forma de promover discussões epistemológicas em aulas de Física	v. 43, 2021
Ferreira, M.; Sacerdote, H.; Studart, N.; Filho, O. L. S.	Análise de temas, teorias e métodos em dissertações e produtos educacionais no MNPEF	v. 43, 2021
Slovinski, L.; Alves-Brito, A.; Massoni, N. T.	A Astronomia em currículos da formação inicial de professores de Física: uma análise diagnóstica	v. 43, 2021
Petter, A. A.; Espinosa, T.; Araujo, I. S.	Inovação didática no Ensino de Física: um estudo sobre a adoção do método Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) no contexto de Mestrados Profissionais em Ensino no Brasil	v. 43, 2021
Hoernig, A. F.; Massoni, N. T.; Hadjimichef, D.	Física Quântica na Escola Básica: investigações para a promoção de uma Aprendizagem Conceitual, Histórica e Epistemológica	v. 43, 2021
Moreira, M. A.	Desafios no ensino da física	v. 43, 2021
Brockington, G.	Neurociência e Ensino de Física: limites e possibilidades em um campo inexplorado	v. 43, 2021
Watanabe, G.	As contribuições dos aspectos da complexidade para um ensino de física mais crítico	v. 43, 2021

Porto, M. B. D. S. M.; Porto, C. M.	Alguns antecedentes medievais da cinemática moderna	v. 43, 2021
Rosenfeld, R.	Os 10 anos da detecção do bóson de Higgs: Passado, Presente e Futuro	v. 44, 2022
Matos, B. C. S.; Lima, M. C.	Efeito Faraday: entre a atividade óptica natural e a teoria dos elétrons	v. 44, 2022
Martinho, M. P. C.; Videira, A. A. P.	As investigações sobre radioatividade ambiental realizadas em Guarapari pelo padre jesuíta Francisco Xavier Roser (1956–1967)	v. 44, 2022
Souza, C. J. M.; Monteiro, M. A. A.; MAciel, I. J.	A teoria lunar de Ptolomeu e a determinação da posição da Lua e sua distância à Terra	v. 44, 2022
Menezes, L. P. G.; Batista, M. C.	Entre considerações físicas e geométricas: um estudo sobre as hipóteses astronômicas na primeira parte da obra <i>Astronomia Nova</i> de Johannes Kepler	v. 44, 2022
Morcelle, V.; Ferreira, R. M. S.; Santos, A. C. F.	Ciência e reparação: 100 anos das Contribuições de Lise Meitner para o Efeito Auger	v. 44, 2022
Studart, N.; Olivea, M. A. L.	Gleb Wataghin e a pesquisa sobre os chuveiros penetrantes de raios cósmicos em São Paulo (1939–1949)	v. 44, 2022
Tavares, H.; Guimarães, K. S. F. F.; Videira, A.	A teoria mesônica e os jovens físicos brasileiros: a organização da física de partículas como campo de pesquisas (1944-1951)	v. 44, 2022
Pena, A. B.; Silva, C. C.	Da comunicação à informação: quando a prática se sobrepõe à teoria	v. 44, 2022
Silva, G. V.; Dias, P. M. C.; Aguiar, C. E.	Velocidade instantânea: uma proposta de ensino inspirada em Galileu	v. 44, 2022
Zanotello, M.; Malaquias, I.	Análise de uma abordagem histórica e conceitual para a gravitação universal: sentidos produzidos por estudantes em um curso de licenciatura	v. 44, 2022
Filho, O. L.; Ferreira, M.	Modelo teórico para levantamento e organização de subsunçores no âmbito da Aprendizagem Significativa	v. 44, 2022
Lima, N. W.; Alves-Brito, A.; Nascimento, M. M.	Da Lei de Titius-Bode ao embate entre a Matéria Escura e a Dinâmica de Newton Modificada: uma trajetória epistemológica pela Astronomia	v. 44, 2022
Battistel, O. L.; Holz, S. M.	Motivação e eficiência em estratégias de ensino de física no nível médio	v. 44, 2022

Sauerwein, I.		
Souza, R. S.; Greca, I. M.; Teixeira, E.; Silva, I.	Matriz de referência como instrumento de apoio ao professor na condução do ensino de mecânica quântica para a licenciatura em física	v. 44, 2022
Moreira, I. C.	A viagem de Fermi ao Brasil em 1934 e suas entrevistas e conferências	v. 44, 2022
Silva, A. P. B.; Gomes, M. G. F. S A.	O Sistema de Mundo de Newton e as geometrias não-euclidianas no século XIX: relações possíveis?	v. 45, 2023
Pacheco, L. L.; Freitas-Reis, I.	Principais Contribuições responsáveis pela descoberta dos raios X: a estirpe coletiva da ciência	v. 45, 2023
Carvalho, A. T. G.; Pimentel, R. F.; Carvalho, R. S.; Laburú, C.	A linguagem, a epistemologia e o ensino conceitual da dualidade onda-partícula	v. 45, 2023
Prates, J. H. S.; Costa, C. S. L.; Pessoa, E. F. G.; Mattedi, G. P.; Monteiro, H. B.; Jesus, J. V. B.; Junior, L. F. Y. N.; Huoya, M. S.; Matui, Y. A.	Ensino de física mediado pelo Machine Learning: O caso do pêndulo simples	v. 45, 2023
Ferreira, M.; Filho, O. L. S.; Batista, M. C.; Filho, A. A.; Strapasson, A.; Santana, A. E.	Ficção científica na transposição didática do conceito de Entropia: a última pergunta de Isaac Asimov	v. 45, 2023
Lima, N. W.; Heidemann, L. A.	Diferentes níveis de hipóteses científicas: uma proposta para discutir fatores epistêmicos e sociais das Ciências na formação de professores de Física a partir de fontes históricas	v. 45, 2023
Ximenes, S. J. C.; Aguiar, C. E.	Matéria Escura no Ensino Médio	v. 45, 2023
Leite, V. B.; Andrade-Neto, A. V.	Conceitos de espaço, tempo e movimento na Mecânica Clássica e na Teoria da Relatividade	v. 45, 2023
Neto, A. A. M.; Braga, A. N.; Souza, N. P. C.; Filho, S. C. F. P.; Alves, D. T.	A Teoria da Carga Cognitiva e Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia nos currículos de formação de professores de Física no Brasil	v. 45, 2023

Raíck, A. C.	Um resgate histórico-epistemológico do átomo de Bohr: uma gênese nem sempre contada e suas implicações ao ensino de ciências	v. 45, 2023
--------------	--	-------------