

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**  
**ESCOLA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E HUMANIDADES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM EDUCAÇÃO**

**NATALIA CARVALHAES DE OLIVEIRA**

**AS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA  
NATUREZA**

**GOIÂNIA – GOIÁS**

**2019**

**NATALIA CARVALHAES DE OLIVEIRA**

**AS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA  
NATUREZA**

Tese apresentada à banca de defesa do Programa de Pós-graduação em Educação da Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC Goiás, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Educação, sob a orientação da Professora Dra. Joana Peixoto.

**GOIÂNIA – GOIÁS  
2019**

O48r Oliveira, Natalia Carvalhaes de  
As relações entre ciência e tecnologia no ensino de  
Ciências da Natureza / Natalia Carvalhaes de Oliveira.--  
2019.

306 f.; il.;

Texto em português com resumo em inglês

Tese (doutorado) -- Pontifícia Universidade Católica  
de Goiás, Escola de Formação de Professores e Humanidades,  
Goiânia, 2019

Inclui referências, f. 192-208

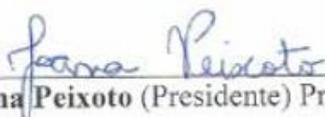
1. Educação. 2. Inovações tecnológicas. 3. Submissão.  
4. Tecnologia educacional. 5. Estudo da natureza.  
I. Peixoto, Joana. II. Pontifícia Universidade Católica  
de Goiás - Programa de Pós-Graduação em Educação.  
III. Título.

CDU: 37.017:5/6(043)

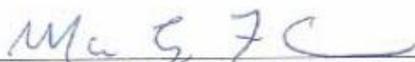
**AS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS  
DA NATUREZA**

Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Educação da Pontifícia  
Universidade Católica de Goiás, aprovada em 13 de setembro de 2019.

**BANCA EXAMINADORA**



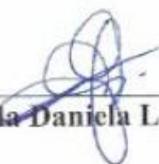
\_\_\_\_\_  
**Profa. Dra. Joana Peixoto (Presidente)** Professora Colaboradora da PUC Goiás / IFG



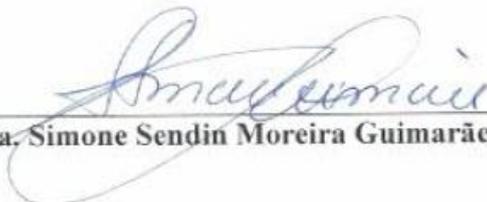
\_\_\_\_\_  
**Profa. Dra. Maria Esperança Fernandes Carneiro** / PUC Goiás



\_\_\_\_\_  
**Profa. Dra. Raquel Aparecida Marra da Madeira Freitas** / PUC Goiás



\_\_\_\_\_  
**Profa. Dra. Adda Daniela Lima Figueiredo Echalar** / UFG



\_\_\_\_\_  
**Profa. Dra. Simone Sendin Moreira Guimarães** / UFG

\_\_\_\_\_  
**Profa. Dra. Beatriz Aparecida Zanatta** / PUC Goiás (Suplente)

\_\_\_\_\_  
**Profa. Dra. Mirza Seabra Toschi** / UFG (Suplente)

À minha mãe, Bernadete, que sonhou e viveu comigo esta conquista, que inúmeras vezes segurou minha mão e me incentivou a seguir. Esse título é nosso, mãe!

Aos meus colegas professores, especialmente os da Educação Básica, para que não se esqueçam de que sempre é tempo de aprender, lutar e resistir.

## AGRADECIMENTOS

Agradecer, agradecer e agradecer. Sou imensamente grata a todos que, direta e indiretamente, contribuíram para que eu me tornasse esta pessoa (e pesquisadora) que hoje sou. Eu, que ainda tenho tanto a aprender, sou grata por tanto apoio e carinho que recebi ao longo dessa jornada.

Agradeço aos meus queridos amigos e familiares, que torceram por mim e compartilham a alegria desta conquista; àqueles que compreenderam as minhas ausências e me deram ânimo nas inúmeras vezes nas quais achei que estava muito difícil seguir; àqueles que não desistiram de mim, que compreendem o fato de hoje eu não ser mais a mesma de antes e, ainda assim, me aceitam e respeitam.

Às minhas passarinhas, Bernadete e Cecília, que são o meu ninho de amor. A mãe e a irmã que sempre serão o meu presente mais especial dessa vida. Sem vocês, eu nada seria. Obrigada por me incentivar e tornar tudo possível, em especial a minha jornada acadêmica.

Ao meu Amor Paulo, marido e companheiro, que chegou para ser paz em meio ao turbilhão de emoções do doutorado. Obrigada por me emprestar o ombro inúmeras vezes para desabafar (chorar), por ser paciente enquanto eu me estressava, por fazer meu coração mais brando e por me fazer sentir a mulher mais amada e respeitada. Você se tornou o meu melhor amigo e o meu amor.

À professora Joana Peixoto, o meu grande exemplo de professora e pesquisadora, por construir comigo este trabalho. Eu ganhei uma orientadora, uma amiga, uma parceira. Sem a sua tamanha dedicação e paciência eu não teria conseguido. Obrigada por ter compreendido as minhas dificuldades e, ainda assim, acreditado que eu poderia vencê-las. Uma vez orientanda, sempre orientanda – seguimos!

À minha amiga e comadre Dani (que as vezes também é Adda), pelo incentivo aos estudos na área da educação desde a época da graduação, em que reconheceu essa afinidade antes mesmo que eu e por ter me acompanhado em todo o percurso até aqui. Obrigada por ser parte da minha família e me tornar parte da sua. Esses tantos anos de companheirismo e amizade me fortalecem e me animam para a nossa militância.

Ao Instituto Federal Goiano, pela bolsa de estudos e licença para capacitação a mim concedida. Faço este agradecimento em nome do colega e amigo Júlio César Garcia, companheiro de luta pela educação desde o meu ingresso na rede federal, cujo incentivo desde o processo seletivo para o doutorado, assim como as experiências e leituras compartilhadas, muito contribuíram para a minha formação.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação da PUC Goiás, pelas oportunidades de aprendizado e dedicação durante as disciplinas cursadas. Agradeço especialmente a Maria Esperança e José Maria Baldino pelas valiosas discussões sobre o meu projeto de pesquisa.

Às professoras da banca de qualificação – Adda Daniela, Maria Esperança, Raquel Marra e Simone Sendin, pela preciosa atenção que destinaram ao trabalho, com inestimáveis contribuições não somente para a tese, mas para estudos futuros.

Aos colegas do *Kadjót* – Grupo Interinstitucional de Estudos e Pesquisas sobre as relações entre as Tecnologias e a Educação –, pela parceria, amizade, congressos e tantas discussões importantes. É gratificante fazer parte de um grupo tão comprometido com a educação, sem o qual eu não conseguiria ter realizado os estudos para a construção desta tese.

Aos colegas da turma de doutorado 2016-1, que foram parceiros durante a realização das disciplinas e com os quais pude compartilhar expectativas, dificuldades e boas risadas. Aprender com vocês um pouco mais sobre a realidade dos trabalhadores da educação me fez ver que juntos podemos fazer a diferença.

Às minhas amigas, que são várias – aquelas desde a escola, as da faculdade, as que vieram como amigas das amigas, as do trabalho que, cada a uma a sua maneira, me incentiva a perseverar. Elas são mulheres fortes, profissionais dedicadas, mães amorosas, são as minhas fiéis companheiras. Esse título, que o apoio de vocês me ajudou a conquistar, representa a nossa força.

A todos(as), o meu muito obrigada!

*As soluções não podem ser apenas formais; elas devem ser essenciais.*

István Mészáros

*– Adeus, disse a raposa. Eis o meu segredo. É muito simples: só se vê bem com o coração. O essencial é invisível para os olhos.*

*– O essencial é invisível para os olhos, repetiu o príncipezinho, a fim de se lembrar.*

Antoine de Saint-Exupéry

## RESUMO

Este trabalho está vinculado à linha de pesquisa “Teorias da Educação e Processos Pedagógicos”, do Programa de Pós-Graduação em Educação da Pontifícia Universidade Católica de Goiás. A intenção principal é compreender a submissão da ciência à tecnologia na contemporaneidade e sua objetivação no ensino de Ciências da Natureza. Esse objetivo foi constituído a partir da necessidade de compreensão histórica da referida submissão e da forma como o ensino de Ciências contribui para tal cenário, o que demanda conhecer o tratamento dado pela área a tais elementos. A presente tese é pautada teoricamente no materialismo histórico-dialético enquanto método de investigação (MARX, 2008, 2011a, 2011c; MARX e ENGELS, 2007; KOPNIN, 1978; KOSIK, 1976) e apresenta caráter bibliográfico (RAMOS VOSGERAU e ROMANOWSKI, 2014; SAVIANI, 2007a). Esse método permite compreender as imbricações entre ciência, tecnologia e o processo de constituição das bases materiais da sociedade como fundamentos explicativos para a emergência da tecnologia como questão importante para a área de Ciências da Natureza, cuja adoção nos processos didático-pedagógicos deve ser investigada para além do que é dado de forma aparente. Nesse sentido, foi construído um *corpus* de pesquisa com 120 artigos relacionados ao uso de tecnologias no ensino de Ciências, publicados em revistas de relevância histórica para a área. A análise desse *corpus* se baseou nas concepções de educação de Saviani (2012b, 2013a), de ciência de Lefebvre (1991) e de tecnologia de Feenberg (2010) e Peixoto (2008, 2012, 2016). O *corpus* indica que a produção que se refere prioritariamente ao ensino está focada na prática e distanciada da teoria. Há pouca discussão do referencial teórico e epistemológico sobre ciência e tecnologia, filiando-se, em sua maioria, à lógica formal. O uso de tecnologias é abordado principalmente de forma tecnocentrada, refletindo o cenário da racionalidade instrumental que pauta a sociedade capitalista. O percurso lógico e histórico da ciência e da tecnologia, quando associado à constituição das Ciências da Natureza, evidencia que a produção do conhecimento se relaciona às demandas econômicas ao longo da história. Na sociedade capitalista contemporânea, isso culmina na submissão da ciência à tecnologia, quando o conhecimento científico é tratado como uma força produtiva a serviço do desenvolvimento tecnológico que expressa uma objetivação de acumulação do capital. Durante as análises, percebeu-se que o ensino de Ciências corrobora esse quadro de submissão, pois reproduz as condições estruturais da divisão social de classes. Essa perspectiva é constituída historicamente na educação brasileira, cujas políticas expressam um viés neoliberal e tecnicista, privilegiando a formação para o mercado e a instrumentalidade em detrimento da formação humana (SAVIANI e DUARTE, 2010). O *corpus* e os documentos norteadores também expressam a submissão da ciência à tecnologia ao tratá-la como mercadoria, afirmando, assim, o projeto de sociedade burguesa que corrobora a manutenção das desigualdades e da alienação. Para a transformação do quadro vigente, a compreensão dialética da realidade impõe o tratamento do ensino de Ciências em uma perspectiva contra-hegemônica, na qual a educação é um instrumento de superação da condição vigente e na promoção de uma mudança estrutural para além do capital.

**Palavras-chave:** Tecnologia e educação. Educação e luta de classes. Teoria e prática. Objetivação. Ensino de Ciências.

## ABSTRACT

This research is bound to the line Theories of Education and Pedagogical Processes in the Post-Graduation Program in Education at Pontifícia Universidade Católica de Goiás. It has as aim to understand the submission of science to technology in contemporary times and its objectification in the teaching of Natural Sciences. This objective was constituted from the need for historical understanding of this submission and the way science teaching can support such environment, which demands knowing the treatment given by the area to such elements. This thesis is based on historical-dialectical materialism as a research method (MARX, 2008, 2011a, 2011c; MARX and ENGELS, 2007; KOPNIN, 1978; KOSIK, 1976) and it presents bibliographic character (RAMOS VOSGERAU and ROMANOWSKI, 2014; SAVIANI, 2007a). This method allows us to understand the implications between science, technology and the process of constitution of the material bases of society as explanatory foundations for the emergence of technology as an important issue for the area of Natural Sciences, which adoption in didactic-pedagogical processes should be investigated beyond the visible aspects. In this way, a research *corpus* was built with 120 articles related to the use of technologies in science teaching, published in journals of historical relevance for the area, whose analysis was based on the conceptions of education by Saviani (2012b, 2013a), science by Lefebvre (1991) and technology by Feenberg (2010), Peixoto (2008, 2012, 2016). The *corpus* indicates that production refers primarily to teaching, it is focused on practice and distanced from theory. There is little discussion about the theoretical and epistemological framework on science and technology, so they are mostly affiliated to formal logic. The use of technologies is mainly approached in a technocentered manner, reflecting the scenario of instrumental rationality that guides the capitalist society. The logical and historical course of science and technology, as it is associated with the constitution of the Natural Sciences, shows that the production of knowledge is related to economic demands throughout history. In contemporary capitalist society, this leads to the submission of science to technology, in which scientific knowledge is treated as a productive force in the service of technological development, which expresses an objectification of capital accumulation. From this point of view, science education corroborates this framework of submission, since it reproduces the structural conditions of the social division of classes. This perspective is historically constituted in Brazilian education, which policies express a neoliberal and technicist tendency, giving privilege to the market formation and instrumentality over human formation (SAVIANI and DUARTE, 2010). The *corpus* and the guiding documents also express the submission of science to technology by treating them as commodities, thus affirming the project of bourgeois society that supports the maintenance of inequalities and alienation. For the transformation of the current framework, the dialectical understanding of reality imposes the treatment of science teaching in a counter-hegemonic perspective, in which education is an instrument of overcoming the current condition and promoting a structural change beyond capital.

**Keywords:** Technology and education. Education and class struggle. Theory and practice. Objectification. Science teaching.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição do <i>corpus</i> da pesquisa .....	31
Tabela 2 – Comparação quantitativa entre o acervo das revistas e o <i>corpus</i> da pesquisa .....	32
Tabela 3 – Distribuição do <i>corpus</i> por ano de publicação .....	35
Tabela 4 – Palavras-chave de maior ocorrência no <i>corpus</i> da pesquisa .....	37
Tabela 5 – Dados sobre os autores dos artigos prevaletentes no <i>corpus</i> da pesquisa .....	40
Tabela 6 – Níveis e modalidades de ensino presentes no <i>corpus</i> da pesquisa .....	43
Tabela 7 – Tipos de pesquisa identificados no <i>corpus</i> da pesquisa .....	44
Tabela 8 – Concepções de educação e ensino identificadas no <i>corpus</i> .....	47
Tabela 9 – Autores mais citados no <i>corpus</i> sobre a concepção de ciência e suas obras ...	53
Tabela 10 – Concepções sobre o uso de tecnologias identificadas no <i>corpus</i> .....	65

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Ficha de análise utilizada na sistematização dos dados do <i>corpus</i> da pesquisa .....	33
Quadro 2 – Concepções teóricas pesquisadas e suas categorias de análise .....	34

## LISTA DE ABREVIATURAS

- ABRAPEC** – Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
- ACT** – Alfabetização científica e tecnológica
- BDTD** – Banco Digital de Teses e Dissertações
- BNCC** – Base Nacional Comum Curricular
- CAPES** – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Superior
- CECIMIG** – Centro de Ensino de Ciências e Matemática
- CEDOC** – Centro de Documentação em Ensino de Ciências
- CNPq** – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
- CONTECE** – Conferência Nacional de Tecnologia em Educação Aplicada ao Ensino Superior
- CTS** – Ciência, Tecnologia e Sociedade
- CTSA** – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
- DCNEM** – Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
- EaD** – Educação a Distância
- EDUCOM** – Projeto Brasileiro de Informática na Educação
- EJA** – Educação de Jovens e Adultos
- ENEQ** – Encontro Nacional de Ensino de Química
- ENPEC** – Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências
- EPEB** – Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia
- EPEF** – Encontro de Pesquisa em Ensino de Física
- FUNBEC** – Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências
- GEPCE** – Grupo de Estudo e Pesquisa em Ciência & Ensino
- IBECC** – Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura
- IFSP-PRC** – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus Piracicaba
- LDB** – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
- MEC** – Ministério da Educação
- OCNEM** – Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
- PCN** – Parâmetros Curriculares Nacionais
- PREMEM** – Projeto Nacional para a Melhoria do Ensino de Ciências
- ProInfo** – Programa Nacional de Tecnologia Educacional
- PRONINFE** – Programa Nacional de Informática Educativa

**RBPEC** – Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências

**SNEF** – Simpósio Nacional de Ensino de Física

**TIC** – Tecnologias da informação e comunicação

**UESB** – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

**UFMG** – Universidade Federal de Minas Gerais

**UFRGS** – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**UFRJ** – Universidade Federal do Rio de Janeiro

**UFSC** – Universidade Federal de Santa Catarina

**UFSM** – Universidade Federal de Santa Maria

**UNESCO** – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

**UNESP** – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

**UNICAMP** – Universidade Estadual de Campinas

**USAID** – *United Agency for International Development*

**USP** – Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
A relação entre ciência, tecnologia e o ensino das Ciências da Natureza como objeto de pesquisa .....	18
A estrutura da tese: da realidade concreta ao concreto pensado.....	23
<b>CAPÍTULO I</b> .....	27
<b>A RELAÇÃO ENTRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA PRODUÇÃO ACADÊMICA DO ENSINO DAS CIÊNCIAS DA NATUREZA</b> .....	27
1.1 A constituição do <i>corpus</i> da pesquisa.....	28
1.2 Caracterização do <i>corpus</i> e os dados da pesquisa .....	34
1.3 Concepções e suas aproximações com o objeto da pesquisa.....	46
1.3.1 Educação no ensino de Ciências da Natureza .....	46
1.3.2 Ciência no ensino de Ciências da Natureza.....	51
1.3.3 Tecnologia no ensino de Ciências da Natureza .....	62
1.4 Abordagens CTS e CTSA no ensino de Ciências: uma questão em destaque .....	74
<b>CAPÍTULO II</b> .....	85
<b>CIÊNCIA E TECNOLOGIA COMO CONSTRUÇÃO HISTÓRICA: DO ANTIGO AO CONTEMPORÂNEO</b> .....	85
2.1 A imposição da teoria à prática na Antiguidade grega: um reflexo da sociedade escravocrata .....	89
2.2 O período medieval: a relevância da prática para a produção e a subjugação da teoria à religião .....	100
2.3 A racionalidade moderna como base para a supremacia da prática e a consolidação da burguesia.....	108
2.4 O mundo contemporâneo e as demandas do capital: submissão da ciência à tecnologia como objetivação da sujeição da teoria à prática .....	118
<b>CAPÍTULO III</b> .....	137
<b>A SUBMISSÃO DA CIÊNCIA À TECNOLOGIA NA CONTEMPORANEIDADE E A SUA OBJETIVAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA</b> .....	137
3.1 O ensino de Ciências da Natureza no Brasil como instrumento do desenvolvimento tecnológico.....	140
3.2 Recuo da teoria e suas objetivações no ensino de Ciências da Natureza .....	159
3.3 A relação entre ciência e tecnologia no ensino de Ciências: possibilidades para a emancipação .....	173

<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	186
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	192
APÊNDICE A – Relação de artigos do <i>corpus</i> da pesquisa.....	209
APÊNDICE B – Relação das palavras-chave citadas nos artigos que compõem o <i>corpus</i> da pesquisa .....	219
APÊNDICE C – Relação autores citados nos artigos que compõem o <i>corpus</i> da pesquisa...	224
APÊNDICE D – Lista de autores dos artigos que compõem o <i>corpus</i> da pesquisa.....	256
APÊNDICE E – Lista das instituições de vínculo dos autores dos artigos que compõem o <i>corpus</i> da pesquisa.....	262
APÊNDICE F – Relação autores citados para a concepção de ensino e educação nos artigos que compõem o <i>corpus</i> da pesquisa .....	264
APÊNDICE G – Relação autores citados para a concepção de ciência nos artigos que compõem o <i>corpus</i> da pesquisa .....	290
APÊNDICE H – Relação autores citados para a concepção de tecnologia nos artigos que compõem o <i>corpus</i> da pesquisa .....	292
APÊNDICE I – Relação autores citados para a abordagem CTS e CTSA nos artigos que compõem o <i>corpus</i> da pesquisa .....	297

## INTRODUÇÃO

A presente tese é fruto do percurso de uma pesquisadora que está realizando o exercício de olhar para sua área de atuação<sup>1</sup> de uma forma totalmente diferente daquela pela qual foi formada. De uma formação inicial pautada principalmente em atividades experimentais e laboratoriais, a atuação docente provocou o interesse por novas formas de lidar com o conhecimento e melhor compreendê-lo.

Entre as diversas temáticas relacionadas a essa atuação, o uso de tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem chamou a atenção. Ainda que este uso esteja previsto em diversos documentos norteadores da educação básica (BRASIL, 1997, 1998a, 1998b, 2006, 2012, 2013), os objetivos educacionais referentes à inserção de tecnologias na educação não se colocavam com clareza, tampouco o papel dos sujeitos nesse processo, embora o uso de objetos tecnológicos seja uma prática recorrente. Daí emergiu o interesse em pesquisar a temática.

A inserção de tecnologias no ambiente escolar trata especialmente das chamadas tecnologias da informação e comunicação (TIC). Pesquisas indicam que este processo tem sido apresentado como uma demanda da sociedade contemporânea, dita globalizada e tecnológica, na qual há uma crescente expansão dos processos comunicacionais mediados por tecnologias e políticas educacionais pautadas na suposta formação de indivíduos incluídos digitalmente (BONILLA, 2010; SARIAN, 2015; ECHALAR e PEIXOTO, 2016). No entanto, esses estudos também indicam que essa inclusão é aparente. Visto que é pautada em uma perspectiva instrumental associada a políticas neoliberais essa inclusão é, na verdade, excludente.

O fato é que a tecnologia está presente na escola, ainda que em condições variadas e desempenhando finalidades diversas. Porém, não basta instrumentalizar os sujeitos para atender a uma demanda social, mas sim compreender como os objetos que fazem parte do cotidiano podem ser utilizados nos processos de ensino e de aprendizagem. Alonso (2008) explica que há limites para a incorporação das TIC pela escola, pois elas não estão associadas a esse ambiente de forma natural. É preciso construir uma relação entre sujeito e objeto considerando a sua recíproca influência, ou seja, as tecnologias precisam ser significadas pedagogicamente.

---

<sup>1</sup> A autora é licenciada em Ciências Biológicas e professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (EBTT) no Instituto Federal Goiano desde 2010.

Essa significação é associada a diferentes formas de conhecimento, como o técnico relacionado às funcionalidades dos objetos, o do conteúdo específico a ser ensinado para o qual se planeja as estratégias didático-pedagógicas pertinentes e o próprio conhecimento pedagógico. O exercício de compreensão da relação construída entre esses elementos é um passo fundamental para avançar na superação da perspectiva instrumental no ensino, na qual os objetos tecnológicos são tidos como neutros e submetidos às escolhas de uso realizadas pelos sujeitos, sem considerar a relação desses elementos ao seu contexto sócio-histórico (FEENBERG, 2010a; PEIXOTO, 2012).

Pesquisas sobre o uso de tecnologias no ensino de Ciências da Natureza no Brasil datam do fim da década de 1980 e se intensificam a partir da década de 1990 (MEGID NETO, 1999; SLONGO e DELIZOICOV, 2006; OLIVEIRA e PEIXOTO, 2019). Essa inserção de tecnologias se alinha ao contexto educacional do período, no qual foram promulgadas no país as primeiras políticas educacionais para tal finalidade (MORAES, 1996; BARRETO et al., 2006; BUENO e ECHALAR, 2015; LIMA, 2016).

Isso indica que o ensino não pode ser analisado de forma isolada, assim como a inserção do uso de tecnologias, pois faz parte de um contexto educacional e social em suas múltiplas determinações. Seu cenário mais amplo é o modo de produção capitalista, no qual as demandas da educação são submetidas à formação de indivíduos imersos na lógica acumulativa do capital (MORAES, 1996; PEIXOTO; CARVALHO, 2014). Embora este modo de produção seja marcado pela expansão da produtividade e por inovações tecnológicas, existe uma enorme diversidade nas formas e campos de adoção desses produtos para atender às demandas econômicas (ROSENBERG, 2006), entre os quais podemos incluir o campo educacional.

Na inserção de tecnologias na educação há um recorrente discurso de que essa ação por si supostamente leva a melhorias no ensino e na aprendizagem, dando centralidade à tecnologia em detrimento da relação entre o sujeito e o objeto (ARAÚJO, 2008; MARCON, 2015; PEIXOTO, 2015; OLIVEIRA; ECHALAR, 2016; MORAES; PEIXOTO, 2017; MALAQUIAS, 2018). Essa ideia se fundamenta em uma racionalidade instrumental, de viés neoliberal, em que se evidencia o reflexo dos preceitos capitalistas na educação (MORAES, 2012; PEIXOTO; CARVALHO, 2014).

A história do ensino de Ciências<sup>2</sup> no Brasil mostra que uma importante demanda colocada a ele é a promoção do desenvolvimento tecnológico do país, como um componente

---

<sup>2</sup> É pertinente esclarecer a forma de alguns termos utilizados nesta tese. O termo “ciência” refere-se ao conhecimento científico de forma geral, em sua formulação sistematizada a partir da modernidade. “Ciências”

necessário ao impulsionamento industrial principalmente a partir dos anos 1970, período do nacional desenvolvimentismo (KRASILCHIK, 2000; TEIXEIRA; MEGID NETO, 2006; NASCIMENTO et al., 2010; NARDI, 2014). Embora esse tenha sido o discurso, a história também mostra que ele foi restrito à formação de uma elite, capacitada para criar objetos tecnológicos – ainda que a prioridade das políticas públicas fosse a de importação desses produtos, enquanto à classe trabalhadora era oportunizado o mínimo acesso a esse conhecimento. Esse dualismo na educação reflete a divisão social e o antagonismo de classes presentes no capitalismo (ROMANELLI, 1986; SAVIANI, 2013a; FRIGOTTO, 2016a).

Nessa perspectiva, evidencia-se que a relação entre a referida área do conhecimento com a tecnologia se dá em variados aspectos, não apenas no educacional. Portanto, a compreensão dessa relação demanda um olhar para além do imediato aparente nos processos de ensino, o que nos direciona para uma análise da relação entre a ciência e a tecnologia em sua determinação sociohistórica.

Na relação que o homem estabelece com a natureza, em que ele a transforma e também é por ela transformado, ele produz as suas condições de existência e conhecimento. Os produtos do trabalho, enquanto atividade transformadora, são objetivações que carregam uma significação social, que são então apropriados para a satisfação das necessidades humanas. Novas necessidades são constituídas a cada contexto histórico, que determinam e são determinadas pela respectiva organização social, o que demanda novas formas de objetivação e apropriação (MARX, 2011a; MARX e ENGELS, 2007).

Com base em Marx (2011a, 2011c), Marx e Engels (2007) e Duarte (2013), propõe-se aqui a compreensão da ciência e da tecnologia como diferentes produtos do trabalho, mas que se apresentam em uma relação dialética e são significados de forma distintas nas práticas sociais. A ciência se constitui como uma objetivação em sua forma lógica de organização do conhecimento, produzido a partir da apropriação dos elementos da natureza e sua submissão às leis do pensamento, como um trabalho imaterial. A tecnologia, também produzida por uma apropriação da natureza, é objetivada em instrumentos nos quais o trabalho está materializado no objeto, no qual se encontra a experiência histórica das gerações anteriores.

A relação entre ciência e tecnologia se estreita no modo de produção capitalista. A partir da compreensão de que esse modo de produção é determinante das condições materiais

---

indica uma área específica do conhecimento, como exemplo as Ciências da Natureza. A expressão “ciências naturais” aparece do mesmo modo que citada por autores de referência do materialismo histórico-dialético (MARX, 2011a, 2011c, 2017; MARX e ENGELS, 2007; MÉSZÁROS, 2016), visto que não há, para eles, a mesma delimitação das Ciências da Natureza usada nesta tese. A expressão “ensino de Ciências” se refere ao ensino das Ciências da Natureza, constituído pelas áreas da Biologia, Física e Química.

e objetivas, assim como é por elas constituído, e de que estas são submetidas aos interesses de sua reprodução e manutenção, é possível afirmar que a história do capitalismo se constitui pelo desenvolvimento produtivo cuja expressão material é a tecnologia. Evidencia-se que “a tecnologia desvela a atitude ativa do homem em relação à natureza, o processo imediato de produção de sua vida e, com isso, também de suas condições sociais de vida e das concepções espirituais que delas decorrem” (MARX, 2011c, p. 446).

O desenvolvimento técnico nem sempre foi associado ao conhecimento científico, assim como o crescimento deste não implica necessariamente no aumento de produtividade. No entanto, é notório que “as sociedades capitalistas modernas atingiram altos índices de produtividade em consequência da aplicação sistemática do conhecimento científico à esfera produtiva” (ROSENBERG, 2006, p. 76). As ciências naturais se destacam nessa associação.

As formas variegadas, aparentemente desconexas e ossificadas do processo social de produção se dissolveram, de acordo com o efeito útil almejado, nas aplicações conscientemente planejadas e sistematicamente particularizadas das ciências naturais. A tecnologia descobriu as poucas formas fundamentais do movimento, sob as quais transcorre necessariamente, apesar da diversidade dos instrumentos utilizados, toda ação produtiva do corpo humano, exatamente do mesmo modo como a mecânica não deixa que a maior complexidade da maquinaria a faça perder de vista a repetição constante das potências mecânicas simples (MARX, 2011c, p. 556-557).

Evidencia-se então que o conhecimento científico é submetido aos interesses de aprimoramento da produção e conseqüentemente maior acúmulo de capital, por meio do uso de seus princípios em inovações tecnológicas que sejam mais eficientes. Para a indústria “torna-se determinante o princípio da produção mecanizada, a saber, analisar o processo de produção em suas fases constitutivas e resolver os problemas assim dados por meio da aplicação da mecânica, da química etc., em suma, das ciências naturais” (MARX, 2011c, p. 532-533).

Ao que se apresenta, a educação reflete a lógica do capital, em sua racionalidade instrumental e imersão dos sujeitos em relações de exploração do trabalho (MORAES, 1996, 2012; MÉSZÁROS, 2008; PEIXOTO e CARVALHO, 2014; LIBÂNEO, 2018). Isso se desdobra no ensino de Ciências, visto que ele faz parte do cenário educacional, da mesma maneira que ele também contribui para a configuração deste quadro.

Conforme o exposto, foi percebido que o questionamento inicial sobre uso de tecnologias no ensino de Ciências demanda a compreensão de diversos aspectos, muito além do aparente que está presente na prática social. Assim, emergiu a necessidade de transformar

esse questionamento em um objeto de pesquisa, com o percurso de sua construção apresentado a seguir.

### **A relação entre ciência, tecnologia e o ensino das Ciências da Natureza como objeto de pesquisa**

Entre as diversas áreas do conhecimento tratadas na escola, a relação entre as Ciências da Natureza e a tecnologia chama atenção inicialmente por dois aspectos. Primeiro, por ser a área de formação da autora desta tese, que ao estudar a relação entre tecnologia e educação o faz sob o olhar da sua formação profissional. O segundo aspecto se dá pelo fato de que historicamente o ensino de Ciências no Brasil é diretamente associado ao desenvolvimento tecnológico do país, o que mostra que a relação da área com a tecnologia antecede o uso desta no campo educacional.

Na busca por compreender a inserção de tecnologias no ensino de Ciências, os dados de duas revisões de literatura realizadas pela pesquisadora foram um importante embasamento para a constituição do objeto de pesquisa da presente tese.

A primeira foi uma pesquisa bibliográfica a partir do banco de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Superior (CAPES<sup>3</sup>), realizada durante a elaboração do projeto de pesquisa para o processo seletivo do doutorado. O levantamento foi realizado no mês de outubro de 2015, utilizando como palavra-chave “formação de professores”. Essa foi a primeira forma de busca e constituiu-se na temática inicial de pesquisa, que foi modificada posteriormente. Em outro momento, uma segunda busca foi realizada com as palavras-chave: “ciências” e “tecnologias”, como opção simultânea em todos os campos, sendo que em ambos os casos foi realizada uma leitura dos resumos para selecionar os trabalhos que tratavam da temática tecnologias e ensino das Ciências da Natureza. Foram encontrados 12 trabalhos, publicados entre os anos de 2011 e 2012, com uma fundamentação em maioria tecnocentrada<sup>4</sup> (FEENBERG, 2010a; PEIXOTO, 2012, 2015).

O segundo levantamento foi realizado por Oliveira e Echalar (2016), no qual foram analisadas teses produzidas no Brasil disponíveis no Banco Digital de Teses e Dissertações (BDTD)<sup>5</sup> sobre a temática em questão. A busca foi realizada com os descritores educação,

---

<sup>3</sup> Disponível em: <http://bancodeteses.capes.gov.br/>. Acesso em: 02/08/2019.

<sup>4</sup> A abordagem tecnocentrada indica uma autonomia da tecnologia em relação ao sujeito e ao direcionamento da lógica social, o que demonstra uma relação dicotomizada entre sujeito e objeto. Nessa abordagem, o uso de tecnologias é focado na obtenção de resultados, visando atender demandas econômicas de eficiência e qualidade.

<sup>5</sup> Disponível em: <http://bdtd.ibict.br/vufind/> Acesso em: 02/08/2019.

tecnologia, formação, professor, ciência e ensino, a partir da qual foram selecionadas 17 teses publicadas no período de 2008 a 2015. Nesta pesquisa também prevaleceu a abordagem tecnocentrada.

Em ambos os levantamentos foi evidenciado que a produção analisada é proveniente de programas de pós-graduação em diversas áreas: Educação, Educação para a Ciência, Educação Científica e Tecnológica, Química, Ensino de Física, Ensino de Ciências, Ensino de Ciência e Tecnologia, Educação para a Ciência e Matemática e Ensino de Ciências e Matemática. O recorte temporal em ambos ficou restrito ao período entre 2008 e 2015, fato este oriundo dos dados da busca e não de restrições colocadas previamente nos bancos de dados pesquisados.

Feres (2010) destaca a recente consolidação da área de pesquisa em ensino de Ciências, cujo início data da década de 1960. A organização a nível institucional de associações de pesquisadores do ensino da área das Ciências da Natureza é reportada ao final da década de 1970 e início dos anos 1980. Isso mostra que a área está em construção e, de acordo com os levantamentos mencionados acima, em expansão de sua produção acadêmica nos últimos anos.

A área das Ciências da Natureza, historicamente pautada na racionalidade técnica empirista<sup>6</sup> e positivista, é frequentemente admitida como uma posição hegemônica de conhecimento. No modo de produção capitalista isso se apresenta na associação da área com o desenvolvimento tecnológico, cujo conhecimento serve aos propósitos de expansão industrial, como a Física e a Química (MARX, 2011c), sendo a última também importante no aprimoramento da produção agrícola (MARX, 2017).

A relação entre a tecnologia e o ensino de Ciências se apresenta, portanto, em duas vertentes: na proximidade entre o conhecimento científico da área das Ciências da Natureza e o desenvolvimento tecnológico; e no uso de tecnologias no campo educacional. Essas vertentes se constituem reciprocamente, visto que o uso das tecnologias na educação reflete uma demanda imposta pelas forças produtivas, assim como colabora para a sua constituição. Isto posto, o ensino de Ciências só pode ser compreendido em sua relação com a educação em geral e com as condições estruturais da sociedade, na historicidade de sua constituição.

---

<sup>6</sup> A expressão “racionalista empirista” usada ao longo desse texto, no sentido explicitado por Andery et al. (2014), traz a ideia de que para que haja produção de conhecimento este deve imprescindivelmente partir da observação, da experiência, sendo os dados desta depurados pela razão para a formulação de uma explicação adequada do mundo. Esta concepção é hegemônica na modernidade (VARGAS, 1994; NASCIMENTO JÚNIOR, 1998; FERREIRA JUNIOR, 2008; RÜDIGER, 2011b; ANDERY et al., 2014; HOBBSAWM, 2015a).

Somente com a investigação e apropriação dos detalhes é que se pode expor o movimento real do fenômeno em questão (MARX, 2011c).

A ciência, compreendida em sua relação com o seu contexto de produção e utilização, expressa o desenvolvimento das forças produtivas e a estrutura social de cada período histórico. Na era do capital, as ciências naturais não tratam apenas da compreensão dos fenômenos, mas da sua contribuição ao desenvolvimento industrial (MARX e ENGELS, 2007). Nesse sentido, o ensino da área deve colaborar para tal objetivo – desenvolver as forças produtivas e colaborar para o acúmulo de capital, o que demanda um acesso desigual, alinhado à divisão social de classes. Assim, a relação entre ciência, ensino e forças produtivas – nas quais a tecnologia se objetiva, é uma questão que exige aprofundamento.

É necessário compreender também como a tecnologia é transposta para a educação, assim como para o ensino de Ciências, no suposto intuito de possibilitar que o sujeito desempenhe um papel junto à coletividade. Visto que na sociedade capitalista a educação é um campo de disputas que atende aos interesses da classe dominante (MÉSZÁROS, 2008, 2016), a ciência e a tecnologia são elementos importantes na imposição de sua ideologia à classe trabalhadora.

As imbricações entre ciência, tecnologia e o processo de constituição das bases materiais da sociedade são fundamentos explicativos para a emergência da tecnologia como questão importante para a área de Ciências da Natureza, que é parte do objeto desta pesquisa. Compreender a origem da tecnologia enquanto tema para as Ciências da Natureza, assim como a dinâmica das relações entre tecnologia e esta área, nos remete à investigação daquela imbricação. Para além da aparente relação “mecânica” entre a adoção do uso de tecnologias como recursos didático-pedagógicos e a aprendizagem de conteúdos da área das Ciências da Natureza, buscamos compreender a constituição da ciência e da tecnologia enquanto objetivações do modo de produção capitalista.

Desse modo, dois elementos importantes se apresentam para a compreensão do cenário exposto: a submissão da ciência à tecnologia na sociedade capitalista e a maneira pela qual se dá a manutenção desse quadro de submissão. Para a continuidade dessa relação de submissão é necessário que a produção de conhecimento que atenda ao objetivo desenvolvimentista seja hegemônica, ainda que em prol da continuidade de exclusão social oriunda do capital, e que o sistema educacional esteja alinhado a esse objetivo – o que nos remete ao ensino de Ciências da Natureza.

A partir do exposto, admite-se como problema de pesquisa desta tese a necessidade histórica de compreensão da objetivação da submissão da ciência à tecnologia no ensino das

Ciências da Natureza. Portanto, o objetivo da presente pesquisa é compreender a submissão da ciência à tecnologia na contemporaneidade e a sua objetivação no ensino de Ciências da Natureza.

Para a compreensão do tema supracitado, o materialismo histórico-dialético é a referência principal enquanto método de investigação (MARX e ENGELS, 2007; LOMBARDI e SAVIANI, 2005), visto que se faz pertinente considerar a sua historicidade e buscar a totalidade a partir dos aspectos particulares da produção a ser pesquisada. “A investigação tem de se apropriar da matéria em seus detalhes, analisar suas diferentes formas de desenvolvimento e rastrear seu nexos interno. Somente depois de consumado tal trabalho é que se pode expor adequadamente o movimento real”, afirmou Marx (MARX, 2011c, p. 90).

Segundo Kosik, um fenômeno a ser estudado é um fato social e histórico que define a si mesmo e também o todo, pois se compreendido isoladamente seria mera abstração. Assim, “o princípio metodológico da investigação dialética da realidade social é o ponto de vista da totalidade concreta, que antes de tudo significa que cada fenômeno pode ser compreendido como momento do todo” (1976, p. 49).

A pesquisa do tipo bibliográfica, na qual este trabalho se enquadra, se apresenta com diversos objetivos e procedimentos de pesquisa. Ramos Vosgerau e Romanowski (2014, p. 167) afirmam que:

os estudos de revisão consistem em organizar, esclarecer e resumir as principais obras existentes, bem como fornecer citações completas abrangendo o espectro de literatura relevante em uma área. As revisões de literatura podem apresentar uma revisão para fornecer um panorama histórico sobre um tema ou assunto considerando as publicações em um campo. Muitas vezes uma análise das publicações pode contribuir na reformulação histórica do diálogo acadêmico por apresentar uma nova direção, configuração e encaminhamentos.

Saviani (2007a), ao tratar de trabalhos de natureza bibliográfica na historiografia brasileira, faz uma distinção entre os tipos de produção e indica que eles podem ter objetivos diferentes. Porém, apresentam significativas contribuições para o conhecimento e melhor compreensão do campo em estudo. O autor ressalta a importância de, além de se considerar o que já foi produzido, ir além em busca de melhor qualidade das produções.

Considera-se que um trabalho dessa natureza tem um papel significativo na sistematização de dados da produção acadêmica referente à temática escolhida, assim como na compreensão das concepções teóricas dela emergente e suas implicações para a área. Até o momento da elaboração desta tese não foi encontrado trabalho que discuta a relação entre ciência e tecnologia no ensino da área das Ciências da Natureza a partir do referencial aqui

adotado, ou com uma discussão da temática em uma perspectiva epistemológica que fosse além da descrição dos usos.

Na busca por alcançar o objetivo proposto, fez-se o exercício de analisar o que a singular produção acadêmica desta área apresenta sobre a temática, não somente em seus dados descritivos, mas também no percurso de sua constituição lógica e histórica. No pensamento dialético entende-se que o lógico, como movimento e expressão do pensamento, é o reflexo do histórico, baseado no movimento dos fenômenos da realidade objetiva (KOPNIN, 1978).

Não podemos nos ater ao imediato se quisermos compreender a estrutura do fenômeno estudado e atingir sua essência enquanto unidade entre subjetividade e objetividade. A escolha do método parte do princípio de que o

sujeito social, com base no materialismo histórico-dialético é aquele que se constitui historicamente na relação com o seu meio social. Não apenas condicionado pelas determinações sociais objetivas, o sujeito social é o ponto de convergência das relações entre o individual e o social, entre as condições materiais objetivas e as subjetivas (PEIXOTO, 2012, p. 04).

Observar apenas o resultado aparente da produção humana, o imediato, é limitar-se a uma pseudoconcreticidade, uma falsa autonomia dos produtos. Deve-se buscar a compreensão da realidade concreta, que é objetiva e subjetiva, constituída na relação do mundo fenomênico com a essência (KOSIK, 1976). Conforme Marx:

O concreto é concreto, porque é a síntese de muitas determinações, isto é, unidade do diverso. Por isso, o concreto aparece no pensamento como o processo da síntese, como resultado, não como ponto de partida, embora seja o verdadeiro ponto de partida e, portanto, o ponto de partida também da intuição e da representação (MARX, 2008, p. 258-259).

No presente estudo, a reconstituição do percurso lógico e histórico da ciência e da tecnologia nos possibilita um olhar particular sobre a produção acadêmica, não apenas em sua objetividade, mas em sua concreticidade. “O movimento do sensorial-concreto ao concreto através do abstrato no pensamento é a lei universal do desenvolvimento do conhecimento humano” (KOPNIN, 1978, p. 163). Assim, o concreto pensado, constituído a partir da abstração, é a nova apresentação do concreto (sensorial). Mais uma vez conforme observa Marx:

enquanto o método que consiste em elevar-se do abstrato ao concreto não é senão a maneira de proceder do pensamento para se apropriar do concreto, para reproduzi-lo

mentalmente como coisa concreta. Porém, isso não é, de nenhum modo, o processo da gênese do próprio concreto (MARX, 2008, p. 259).

A construção do conhecimento, partindo da realidade singular para a abstração, possibilita a compreensão do universal a partir da amostra deste nele contida, pois “o concreto se torna compreensível através da mediação do abstrato, o todo através da mediação da parte” (KOSIK, 1976, p. 36). A ciência e a tecnologia, compreendidas como objetivações do trabalho humano, destacadas em seu percurso lógico e histórico de constituição, são uma lente pela qual podemos compreender a singularidade exposta.

A estrutura da presente tese, apresentada a seguir, está orientada por esses elementos do conhecimento – concreto, abstrato e concreto pensado, na apresentação do seu objeto de estudo: a relação entre ciência e tecnologia no ensino de Ciências da Natureza. Considera-se que essa forma de representação apresenta limitações, pois é uma expressão formal resultante do exercício do pensamento que busca avançar para novos momentos na construção do conhecimento.

### **A estrutura da tese: da realidade concreta ao concreto pensado**

Compreender os elementos fundantes do objeto desta pesquisa, a ciência, a tecnologia e o ensino de Ciências, é um exercício de compreensão da realidade. Visto que não se pode alcançar a totalidade do conhecimento, mas sim conhecer seus elementos presentes em uma singularidade, recorte que representa uma possibilidade de avanço rumo à universalidade. A singularidade é aqui representada pela produção acadêmica que trata do uso de tecnologias na área ensino de Ciências, sendo esta área compreendida como uma particularidade em meio à universalidade.

No primeiro capítulo da presente tese é apresentado uma análise da produção acadêmica relacionada ao uso de tecnologias no ensino de Ciências da Natureza, como um singular recorte da realidade concreta. Embora ainda se atenha ao aparente, este capítulo não se resume à mera descrição dos dados, pois sua análise foi mediada por um referencial teórico que possibilitou a apreensão dos elementos relacionados ao objeto de pesquisa. Para isso, buscou-se fundamentações teóricas em concepções de educação (SAVIANI, 2012b, 2013a), de ciência (LEFEBVRE, 1991) e de tecnologia (FEENBERG, 2010; PEIXOTO, 2008, 2012, 2016).

Para a construção do *corpus* da pesquisa, buscou-se um recorte no qual fosse possível compreender a historicidade do uso de tecnologias na produção acadêmica relacionada ao

ensino das Ciências da Natureza. A partir das duas revisões realizadas pela pesquisadora, conforme mencionado anteriormente, e considerando que em ambas os dados indicaram o mesmo recorte temporal, optou-se por realizar o levantamento em outro tipo de banco para ampliar o período de análise.

Nesse sentido, para esta tese optou-se por utilizar os acervos de alguns periódicos de relevância histórica para a área do ensino de Ciências, conforme descrito por Teixeira e Megid Neto (2006) e Nardi (2014), dados corroborados por Delizoicov (2004) e Slongo (2004). Além do critério histórico, foram selecionadas, entre as revistas mencionadas pelos referidos autores, aquelas que apresentam publicações nas três áreas constituintes das Ciências da Natureza, a saber: Biologia, Química e Física.

Segundo Teixeira e Megid Neto (2006), as revistas com publicações sobre o ensino das Ciências da Natureza surgiram como uma forma de socializar os resultados de pesquisas dos programas de pós-graduação no Brasil e no mundo, especialmente a partir da década de 1970, o que nos leva a entender que elas são uma importante referência para a área. Os autores destacam ainda que esse tipo de produção tem amplo acesso, enquanto teses e dissertações nem sempre são divulgadas pelos programas de pós-graduação em bancos de dados comuns, publicando os trabalhos apenas em seus bancos individuais, o que dificulta a busca em trabalhos do tipo bibliográfico.

Desse modo, foi constituído um *corpus* de 120 artigos, provenientes de cinco revistas que se destinam a publicar pesquisas relacionadas ao ensino de Ciências da Natureza: *Ciência e Educação*, *Ciência e Ensino*, *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, *Investigações em Ensino de Ciências* e *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. O período pesquisado foi de 1996 a 2017, período este emergente dos dados e não de recorte pré-estabelecido, no qual foram encontrados artigos que abordam a temática de uso de tecnologias no ensino da área.

O segundo capítulo da tese apresenta uma retomada histórica da produção de conhecimento pelo homem enquanto sujeito da civilização ocidental, concernindo à constituição da ciência e da tecnologia. Esse percurso histórico, orientado pela lógica dialética, é fruto da necessidade de compreensão da relação entre ciência e tecnologia, admitindo os modos de produção e a divisão social do trabalho como elementos determinantes das condições materiais e objetivas que influenciam tal relação.

Nesse percurso, são priorizados os fatos históricos pelos quais se pode apreender o pensamento hegemônico sobre o conhecimento, mas não sem destacar suas contradições e a sua produção coletiva. Os momentos históricos remetem à antiguidade grega e às eras

medieval, moderna e contemporânea. Ainda que se entenda que o processo histórico é contínuo, assim como a construção do conhecimento, a marcação de períodos é apresentada como uma forma de destacar as rupturas nos modos de pensar e também de possibilitar, de maneira mais estruturada, a sua apreensão.

O conhecimento da realidade objetiva demanda a compreensão do movimento existente entre os seus elementos, assim como das contradições que o produzem e que de forma recíproca também as constituem. A lógica, enquanto construção do pensamento, expressa leis que explicam a realidade em um determinado contexto histórico (LEFEBVRE, 1991). Nesse sentido, a compreensão da relação entre ciência e tecnologia só pode se dar a partir da abstração, materializada neste percurso, pela qual se busca apreender o movimento e essência do fenômeno pesquisado.

Ao considerar que a cada contexto o homem se expressa por diferentes formas de pensamento, admite-se que elas traduzem formas diversas pelas quais o homem se relaciona com o mundo. O trabalho é uma delas. Por meio do trabalho, o homem transforma e também é transformado por ele. O mundo material é o ponto de partida pelo qual o homem conhece o meio, enquanto a abstração sobre a realidade imediata é uma forma de compreendê-la (MARX e ENGELS, 2007). Nesse sentido, a história não é em si o objetivo do conhecimento, mas por meio dela se conhece a trajetória do homem enquanto ser social.

A partir de um exercício de reconstrução lógica e histórica, o segundo capítulo apresenta uma outra síntese, de forma a compreender a essência da relação entre ciência e tecnologia, em especial no que tange a sua influência na constituição da área das Ciências da Natureza. Os dados concretos e esse conteúdo, que se compreende não como antagônico ao momento formal, mas como seu oposto em um par dialético, compõem diferentes momentos na construção do conhecimento (KOPNIN, 1978, p. 235).

O terceiro capítulo desta pesquisa evidencia a objetivação da submissão da ciência à tecnologia no ensino de Ciências da Natureza, assim como o tratamento deste ensino corrobora para a manutenção do cenário da referida submissão. Esse capítulo é entendido como o concreto pensado, visto que sua síntese foi construída a partir da produção acadêmica da área enquanto concreto, mediada pela abstração enquanto percurso lógico e histórico do conhecimento.

A submissão da ciência à tecnologia se deu principalmente com o avanço do modo de produção capitalista na sociedade contemporânea (ROSENBERG, 2006; MARX, 2011c). O percurso realizado nesta tese indica que a relação entre o conhecimento científico e o desenvolvimento tecnológico não foi sempre estreita, mas que na atualidade esses elementos

estão alinhados à promoção do desenvolvimento econômico de acordo com interesses do capital.

A área das Ciências da Natureza, historicamente apresentada como uma área hegemônica de conhecimento, está diretamente relacionada ao desenvolvimento tecnológico, dada a possibilidade de manipulação dos seres e fenômenos de acordo com as necessidades humanas socialmente constituídas. Em contrapartida, o avanço dos aparatos tecnológicos proporciona novas possibilidades de compreensão dos elementos estudados pelas Ciências da Natureza. No entanto, a relação entre ciência, tecnologia e a área mencionada, embora seja tratada como um fato histórico, deve ser melhor explicada<sup>7</sup> para além da descrição ou simples junção de seus elementos.

Ao tratar dessa temática no âmbito da formalidade, as pesquisas reforçam o referido quadro de submissão. Considerando o que o *corpus* indica, elas assim se posicionam ao tratar o ensino de forma descontextualizada, focado na prática e distanciado da teoria. Entre os vários fatores determinantes dessa realidade, estão o histórico educacional submetido às demandas do capital, às políticas e reformas educacionais de viés neoliberal, à precarização do trabalho docente e ao aligeiramento dos processos formativos (EVANGELISTA, 2013; FRIGOTTO, 2016b; KUENZER, 2007; SAVIANI, 2013a; LIBÂNEO, 2018; SANTOS e LIMONTA, 2014).

Embora esses fatores sejam evidenciados no cenário de submissão da ciência à tecnologia, nas pesquisas analisadas e nos documentos norteadores das políticas educacionais o objetivo de promoção do capitalismo e aprofundamento das desigualdades é ocultado. O ocultamento não é aqui compreendido como ausência de posicionamento ou neutralidade, mas sim como uma estratégia a favor do pensamento hegemônico. Isso colabora para a perpetuação da ideologia de dominação e exploração da classe trabalhadora.

Ainda assim, defende-se a articulação do ensino de Ciências com uma proposta educacional contra-hegemônica, isto é, com uma perspectiva de formação humana para a emancipação e promoção de uma mudança estrutural da sociedade (MÉSZÁROS, 2008; SAVIANI e DUARTE, 2010).

---

<sup>7</sup> Essa consideração parte de uma analogia com a ideia de Marx (2011b) de que fatos históricos são descritos, porém não explicados em sua essência. O autor exemplifica essa ideia ao afirmar que o economista descreve a economia política a partir da história, porém não a elucida, assim como a teologia recorre a aspectos sobrenaturais para descrever o mal a partir da queda do homem.

## CAPÍTULO I

### **A RELAÇÃO ENTRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA PRODUÇÃO ACADÊMICA DO ENSINO DAS CIÊNCIAS DA NATUREZA**

A relação entre ciência e tecnologia na área das Ciências da Natureza é o objeto de estudo da presente tese. Para compreender a configuração dessa relação no ensino da área no Brasil, se faz necessário um olhar em direção à sua produção acadêmica e para a historicidade de sua constituição, assim como para sua relação com a educação. Além disso, não se pode deixar de considerar estas relações no contexto da ciência enquanto resultado da histórica produção de conhecimento, assim como da tecnologia como expressão objetiva do desenvolvimento produtivo.

No exercício de compreensão da essência da relação mencionada, este primeiro capítulo tem por objetivo conhecer a realidade concreta da produção acadêmica sobre o uso de tecnologias no ensino da área das Ciências da Natureza. A presente produção é síntese das múltiplas determinações que se constituíram no percurso de sua configuração. O resgate dessa configuração nos fornece elementos para reconhecer esta singularidade do ensino de Ciências, que é representativa da totalidade do conhecimento historicamente constituído (MARX e ENGELS, 2007).

A recuperação do desenvolvimento histórico aqui proposta tem por objetivo indicar as contradições que nos auxiliam a compreender o movimento do pensamento também historicamente constituído. Ao buscar a compreensão da essência dos fenômenos, buscamos também superar a oposição entre a forma e o conteúdo (KOPNIN, 1978). Segundo Lefebvre (1991), o conhecimento é um fato concreto, prático<sup>8</sup>, social e histórico, em relação ao qual não se pode opor o sujeito (que conhece) e os objetos (reais), mas sim compreender sua interação dialética.

A partir desta concepção de conhecimento, entende-se a produção acadêmica relacionada ao uso de tecnologias no ensino de Ciências como uma manifestação concreta da universalidade do conhecimento. Uma vez que é admitida como concreto, singular unidade de diferenças e contradições, esta produção acadêmica se faz objeto de conhecimento que expressa a relação entre o particular e o universal (LEFEBVRE, 1991). É no pensamento que

---

<sup>8</sup> O autor explica que inicialmente o conhecimento parte da experiência proveniente do contato com o mundo sensível, para que então ele seja submetido às leis do pensamento e elevado ao nível teórico. A expressão nesses níveis são a lógica formal e dialética, respectivamente.

se reproduz o movimento da singularidade para a particularidade e desta para a universalidade, objetivada nos conteúdos que se manifestam (KOPNIN, 1978).

Deve-se compreender a singularidade da produção acadêmica como um campo de ideias que refletem o contexto e as condições objetivas das pesquisas da área de ensino de Ciências. Para analisá-la é preciso olhar não somente para os seus dados aparentes e descritivos, uma necessidade do processo de conhecimento, mas também para a sua historicidade e contradições em busca da essência que a caracteriza. O estudo histórico não é o ponto de partida para atingir a história, mas sim o ponto para alcançar a forma do conhecimento em sua estrutura. A partir da forma se faz uma restituição de seu conteúdo, organizado em categorias lógicas criadas no pensamento, e assim se alcança sua essência e a conhece (LEFEBVRE, 1991).

Esta pesquisa realizou um levantamento bibliográfico com o intuito de analisar a emergência e o desenvolvimento da temática referente às relações entre as tecnologias e a educação no quadro da produção acadêmica no ensino de Ciências da Natureza. Estes dados expressam a singularidade do objeto da presente pesquisa a partir da premissa de que as publicações refletem o movimento do pensamento dos pesquisadores, assim como são o reflexo e também o norte do trabalho de ensino da área.

O procedimento metodológico para a realização desta pesquisa foi organizado em etapas (adaptado de ROMANOWSKI e ENS, 2006) para construção e análise do *corpus* textual. Esse *corpus* consistiu-se em: definição do banco de coleta de dados; definição dos critérios de seleção do *corpus* da pesquisa; elaboração de ficha de análise; leitura dos trabalhos selecionados; análise e elaboração de considerações. A partir das razões enunciadas, apresenta-se nas próximas seções o resultado deste exercício de pensamento sobre a temática em questão.

### **1.1 A constituição do *corpus* da pesquisa**

Para conhecer a produção acadêmica relacionada ao uso de tecnologias no ensino da área das Ciências da Natureza, foi realizado um estudo de artigos publicados em revistas acadêmicas consideradas relevantes para a pesquisa na referida área, conforme indicação de Teixeira e Megid Neto (2006) e Nardi (2014). De acordo com este referencial, algumas revistas têm relevância na constituição histórica da área de pesquisa em ensino de Ciências da Natureza ao agregar publicações de pesquisas oriundas dos trabalhos de pós-graduação de

suas áreas constituintes, assim como de eventos que almejam socializar seus resultados e promover discussões sobre a área.

Nardi (2014) apresenta uma retomada histórica da institucionalização da pós-graduação na área de ensino de Ciências, desde a década de 1940, a partir de uma extensa revisão da literatura e de entrevistas com pesquisadores da área. Segundo o autor, essa organização institucional representou um avanço na consolidação da pesquisa ao proporcionar ações como a formação de grupos de pesquisa, organização de eventos e de periódicos, a princípio destinados apenas a publicar os trabalhos provenientes dos programas de mestrado e doutorado. Entre os periódicos de destaque no Brasil, o autor indica: *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* (RBPEC), *Ciência & Ensino*, *Ciência & Educação*, *Investigações em Ensino de Ciências* e *Ensaio*.

Teixeira e Megid Neto (2006), ao apresentarem um breve histórico da pesquisa em Educação no Brasil, destacam o desenvolvimento da pesquisa sobre o ensino de Ciências a nível de pós-graduação. Com o surgimento de programas com a temática a partir da década de 1950, a área tem se constituído e publicizado suas pesquisas em eventos e revistas especializadas, entre as quais os autores indicam: *Ciência & Educação*, *Investigações em Ensino de Ciências* e *Ensaio*.

Delizoicov (2004) e Slongo (2004) também enfatizam as contribuições dos periódicos para a consolidação da área de pesquisa em ensino de Ciências, assim como para a socialização dos dados obtidos, o que demonstra uma crescente organização da comunidade científica. Estes autores destacam, como importantes a partir da década de 1990, as revistas: *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, *Ciência & Educação*, *Investigações em Ensino de Ciências* e *Ensaio*.

Ao consultar os sítios eletrônicos das revistas citadas, foi possível confirmar o seu vínculo aos programas de pós-graduação<sup>9</sup>. Além disso, verificou-se que essas revistas apresentam um escopo semelhante, propondo-se a realizar publicações com variados temas de pesquisa relacionados ao ensino de Ciências da Natureza, assim como contribuir para a divulgação do conhecimento científico da área.

A revista *Ciência e Educação* é financiada pelo Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio

---

<sup>9</sup> As informações sobre as revistas pesquisadas, assim como seus acervos, estão disponíveis nos respectivos endereços eletrônicos: 1) *Ciência e Educação* em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_serial&pid=1516-7313&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=1516-7313&lng=pt&nrm=iso); 2) *Ciência e Ensino* em <http://200.133.218.118:3535/ojs/index.php/cienciaeensino>; 3) *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* em <https://seer.ufmg.br/index.php/ensaio>; 4) *Investigações em Ensino de Ciências* em <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/index>; 5) *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* em <https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec>. Acesso em: 17/07/19.

de Mesquita Filho” (UNESP), Campus Bauru. *Ciência e Ensino* é uma revista que foi publicada inicialmente pelo Grupo de Estudo e Pesquisa em Ciência & Ensino (GEPCE), vinculado à Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), mas hoje conta com uma parceria do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Piracicaba (IFSP-PRC) e da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) no desenvolvimento de suas atividades.

No endereço eletrônico da revista *Investigações em Ensino de Ciências* não há menção de vínculo com programa de pós-graduação. Porém a sua equipe editorial brasileira é composta por professores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) vinculados a programas de pós-graduação desta instituição. A revista *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* é uma publicação do Centro de Ensino de Ciências e Matemática (CECIMIG), um órgão de pesquisa e extensão no ensino de Ciências da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), e do Programa de Pós-Graduação em Educação da UFMG. A RBPEC é uma revista vinculada à Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC).

Em que pese os trabalhos de referência para a seleção do *corpus* que também mencionam revistas cujo foco está em uma das áreas específicas dentro das Ciências da Natureza, a exemplo do *Caderno Brasileiro de Ensino de Física e Química Nova na Escola* (TEIXEIRA e MEGID NETO, 2006; NARDI, 2014), a presente pesquisa almeja compreender a área em si. Para isso, foram selecionadas cinco revistas brasileiras que tratam do ensino das Ciências da Natureza em geral, das quais totalizaram 120 artigos analisados (Tabela 1).

Os artigos foram selecionados do acervo disponível no sítio eletrônico das respectivas revistas por meio da leitura de todos os títulos disponíveis e, em caso de dúvida, sobre a temática apresentada nos resumos. A maioria das revistas disponibiliza em seu acervo publicações desde a década de 1990 e, como não houve delimitação prévia de período, constam no *corpus* todos os trabalhos encontrados sobre a temática disponibilizados até janeiro de 2018, quando foi realizada a última consulta. Portanto, o ano de início da análise é um dado emergente dos dados da pesquisa.

Na leitura para a seleção do *corpus* não se delimitou descritores *a priori*. Procurou-se nos títulos e, quando necessário, nos resumos, termos que indicassem alguma relação com o objeto de estudo desta tese. Entre esses termos tem-se, por exemplo: tecnologia, tecnologias

da informação e comunicação, informática, computador, hipermídia, alfabetização científica e tecnológica, entre outros.<sup>10</sup>

**Tabela 1.** Distribuição do *corpus* da pesquisa.

Revista	Qualis Educação* <sup>11</sup>	Qualis Ensino*	Ano de início do acervo	Início da análise	Ano final	Artigos
<i>Ciência e Educação</i>	A1	A1	1998	2001	2017	39
<i>Ciência e Ensino</i>	B2	B1	1996	1998	2015 <sup>12</sup>	25
<i>Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências</i>	A2	A1	1999	2001	2015	17
<i>Investigações em Ensino de Ciências</i>	A2	A2	1996	1996	2016	15
<i>Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)</i>	A2	A2	2001	2001	2017	24
					<b>Total:</b>	<b>120</b>

Fonte: Elaborada pela autora.

Esse recorte da produção acadêmica compreendeu um período de publicações entre 1996 e 2017. É possível perceber que o ano de início da análise coincide com o primeiro ano disponível no acervo das revistas *Ciência e Ensino* e *Investigações em Ensino de Ciências*, enquanto o último ano contempla exemplares disponíveis das revistas *Ciência e Educação* e *RBPEC*.

Os 120 artigos selecionados (APÊNDICE A) constituem uma amostra de aproximadamente 5,6% do total de artigos presente nos acervos das revistas (Tabela 2). Esse fato indica que a produção sobre o uso de tecnologias no ensino das Ciências da Natureza apresenta pequena inserção como objeto de estudo. Ainda assim, há de se analisar e discutir a forma de tratamento do tema nas pesquisas como uma forma de compreender sua emergência e constituição.

<sup>10</sup> O local de busca direta por palavras nos sítios eletrônicos de algumas revistas não estava funcionando adequadamente. Ao colocar palavras-chave como “tecnologia” e “ciência”, por exemplo, não retornava resultados. Sendo assim, foi realizado em todas as revistas pesquisadas o acesso a cada número publicado e realizada a seleção conforme explicitado.

<sup>11</sup> \*As revistas foram classificadas nas áreas de Educação e Ensino conforme a Classificação de Periódicos do quadriênio 2013-2016 da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Superior (CAPES), disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br> Acesso em: 31/01/19.

<sup>12</sup> Esse é também o último ano disponível no acervo da revista à época consultada.

**Tabela 2.** Comparação quantitativa entre o acervo das revistas e o *corpus* da pesquisa.

<b>Revista</b>	<b>Total do acervo</b>	<b>Seleção para o <i>corpus</i></b>	<b>Percentual do <i>corpus</i></b>
<i>Ciência e Educação</i>	762	39	5,12
<i>Ciência e Ensino</i>	110	25	22,73
<i>Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências</i>	387	17	4,39
<i>Investigações em Ensino de Ciências</i>	449	15	3,34
<i>Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)</i>	436	24	5,5
<b>Total:</b>	2144	120	5,6

Fonte: Elaborada pela autora.

A produção acadêmica escolhida para a presente pesquisa é parte de um cenário amplo de pesquisas e produção de conhecimento, fruto de uma construção social e histórica, marcada por contradições e influência de interesses políticos e econômicos. É parte de uma totalidade que, para ser conhecida, não basta apenas que sejam reunidos os fatos em seu conjunto, mas que eles componham uma totalidade que pode vir a ser racionalmente compreendida de maneira a se alcançar a concreticidade. Sendo a realidade uma totalidade concreta, o estudo das partes isoladamente não leva a um avanço no conhecimento (KOSIK, 1976).

A totalidade é fruto de um exercício do pensamento que, através de sucessivas aproximações, reconstitui a realidade concreta. Em um primeiro movimento de aproximação da totalidade, a compreensão do objeto de estudo, para além do imediatismo da forma aparente, baseou-se na análise dos dados do *corpus* fundamentada no que foi aqui denominado de concepções acerca dos temas educação, ciência e tecnologia (Quadro 1). A caracterização deste *corpus* em dados gerais e dados da pesquisa posiciona a temática pesquisada no panorama da pesquisa em ensino de Ciências no Brasil.

A identificação da concepção adotada acerca dos temas educação, ciência e tecnologia foi importante para a compreensão do objeto de pesquisa, visto que para compreender a relação entre as partes é necessário conhecê-las. Ainda que a ficha de análise tenha sido elaborada antes da coleta de dados, o critério de seleção do *corpus* foi somente a temática uso de tecnologias no ensino de Ciências, sendo que os fundamentos das referidas concepções teóricas foram delimitados no decorrer da análise.

**Quadro 1.** Ficha de análise utilizada na sistematização dos dados do *corpus* da pesquisa.

<b>Categoria</b>	<b>Classificação</b>
Dados Gerais	Título
	Ano
	Volume/número
	Autores
	Instituição
	Palavras-chave
Dados da pesquisa	Tema (linha de pesquisa)
	Tipo
	Nível e modalidade de ensino
	Sujeitos
Concepção	Educação
	Ciência
	Tecnologia
Autores citados para a concepção	Educação/ensino
	Ciência
	Tecnologia

Fonte: Elaborado pela autora.

Quanto às concepções teóricas indicadas para a análise, cada uma tem um referencial teórico específico que é discutido mais adiante neste capítulo, conforme sistematização apresentada no quadro 2.

**Quadro 2.** Concepções teóricas pesquisadas e suas categorias de análise.

Educação	Não crítica
	Crítica
	Crítico-reprodutivista
	Pós-moderna
Ciência	Lógica formal
	Lógica dialética
Tecnologia	Tecnocêntrica determinista
	Tecnocêntrica instrumental
	Tecnocêntrica determinista e instrumental
	Dialética

Fonte: Elaborado pela autora.

As concepções acima listadas e usadas como referência nesta pesquisa são um ponto de partida na busca da compreensão das temáticas em questão: educação, ciência e tecnologia, tanto em suas particularidades como nas relações que entre elas se configuram. Sabe-se que elas não conseguem apreender a totalidade das concepções, porém dão-nos elementos para analisar a produção acadêmica, tomada aqui como um singular (concreto), e avançar na busca do concreto pensado.

## 1.2 Caracterização do *corpus* e os dados da pesquisa

Apresenta-se aqui a dimensão descritiva dos dados. Trata-se de um importante momento de caracterização da forma para que dela se possa avançar na compreensão de seu conteúdo.

O *corpus* constituído a partir das revistas mencionadas apresenta um maior número de publicações em 2007 (Tabela 3). Isso pode ser atribuído ao fato de que, nesse ano, a revista

*Ciência e Ensino* publicou um número especial com dossiê sobre a abordagem ciência - tecnologia - sociedade (CTS), do qual foram selecionados 18 artigos para análise.

**Tabela 3.** Distribuição do *corpus* por ano de publicação.

Ano	Ocorrência	Percentual (%)
1996	1	0,83
1998	2	1,67
1999	1	0,83
2000	1	0,83
2001	9	7,50
2002	4	3,33
2003	4	3,33
2004	3	2,50
2005	2	1,67
2006	4	3,33
2007	23	19,17
2008	2	1,67
2009	9	7,50
2010	3	2,50
2011	3	2,50
2012	8	6,67
2013	7	5,83
2014	10	8,33
2015	10	8,33
2016	8	6,67
2017	6	5
Total: 120		

Fonte: Elaborada pela autora.

O início das publicações com a temática tecnologias para o ensino de Ciências, encontrado a partir da década de 1990, é coerente com marcos históricos da inserção de tecnologias na educação no Brasil, ocorrido na década de 1970, com importantes eventos e definições de marcos legais (MORAES, 1996; BONILLA, 2010; PEIXOTO e CARVALHO, 2014; BUENO e ECHALAR, 2015; LIMA, 2016). Moraes (1996) destaca que ao longo do processo histórico as políticas para a informática na educação mantiveram o enfoque na racionalidade técnica, no atendimento aos interesses neoliberais, na subordinação das políticas sociais aos parâmetros técnicos e na submissão da educação às demandas econômicas.

Entre os marcos históricos acima mencionados, aponta-se aqui alguns entre os mais abrangentes e significativos. Pode-se destacar em 1971 a realização da Primeira Conferência Nacional de Tecnologia em Educação Aplicada ao Ensino Superior (I CONTECE), no Rio de Janeiro, e outro evento realizado na USP, que tratou do uso de computadores para o ensino de Física. Em 1983 foi criado o Projeto Brasileiro de Informática na Educação (EDUCOM), que foi a base para a criação, em 1989, do Programa Nacional de Informática Educativa (PRONINFE) e, posteriormente, do Programa Nacional de Informática na Educação (ProInfo), em 1997.

Em 2007, o ProInfo passou a ser denominado Programa Nacional de Tecnologia Educacional, mas mantém a mesma sigla e continua em vigência. Nesta vigência foram divulgados programas com ações mais específicas, a exemplo do Programa Banda Larga nas Escolas, em 2008, e do Programa Um Computador por Aluno, em 2010, todos dentro do escopo do ProInfo.

É possível verificar que o início das publicações do *corpus* se dá, principalmente, no contexto do ProInfo. A ênfase dada a esse programa pode estar relacionada ao número crescente de publicações do *corpus* a partir de 2007, no entanto, os dados não mostram menção direta a ele.

No que diz respeito ao idioma, a maioria dos artigos analisados foram publicados em língua portuguesa (113), dois em língua inglesa e cinco em espanhol.

Os temas pesquisados nos artigos foram organizados em seis agrupamentos temáticos, que foram elaborados de acordo com os dados emergentes da leitura, pelos quais foram identificadas algumas aproximações. Em ordem decrescente de ocorrência, são eles: CTS (59), ensino com tecnologia (32), potencialidades de uso da tecnologia no ensino (10), aprendizagem com tecnologia (8), abordagem ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA, 8) e relevância do tema (2). O artigo de Marchelli e Silva (1998) não foi contabilizado nestes eixos pois apresenta uma descrição do que é a internet e seus recursos e, embora faça uma

breve menção ao seu possível uso por professores das Ciências da Natureza, não se direciona a processos educacionais ou de ensino.

As palavras-chave não estavam presentes em 29 artigos. Nos demais textos foram encontradas 241 transcritas exatamente como colocadas pelos autores, porém percebe-se que há divergência na grafia em algumas que se referem ao mesmo assunto, como por exemplo a diferentes formas de mencionar a abordagem CTS e palavras que estão no singular ou no plural. Ao analisar esse sombreamento de expressões e agrupar as semelhantes, tem-se um total de 193 palavras-chave com 352 ocorrências (APÊNDICE B). As expressões de maior ocorrência estão descritas na tabela 4, na qual é possível evidenciar que estão em consonância com o tema mais pesquisado, que é CTS.

**Tabela 4.** Palavras-chave de maior ocorrência no *corpus* da pesquisa.

Ordem	Palavras-chave	Ocorrência	Percentual (%)
1	ciência-tecnologia-sociedade / ciência, tecnologia e sociedade / ciência, tecnologia, sociedade / ciência-tecnologia-sociedade – CTS / ciência, tecnologia e sociedade (CTS) / CTS / CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) / CTS Brasil / enfoque CTS / movimento CTS / movimento C.T.S / abordagem CTS / abordagens CTS	36	10,23
2	ensino de Ciências / ensino em Ciências	13	3,69
3	ensino de Física	10	2,84
4	ensino de Química	10	2,84
5	ensino médio	10	2,84
6	tecnologia da informação e comunicação / tecnologia de informação e comunicação / tecnologias da informação e comunicação / TIC / TICs / TIC em laboratório / novas tecnologias da informação e da comunicação	10	2,84
7	ACT / ACT (Alfabetização Científica e Tecnológica) / alfabetização científica e tecnológica / alfabetização científico-tecnológica	7	1,99
8	educação em Ciências	6	1,70
9	currículo	5	1,42
10	ensino de Biologia	5	1,42
11	tecnologia educacional / tecnologia na educação / tecnologia da educação	5	1,42

Fonte: Elaborada pela autora.

Para melhor compreender os dados do *corpus* desta tese, recorreu-se a outras pesquisas com levantamento da produção acadêmica sobre o ensino de Ciências para melhor situar a emergência da temática estudada.

Pesquisas bibliográficas sobre a produção acadêmica do ensino de Ciências no Brasil, com abrangência desde a década de 1980, relatam com destaque os seguintes temas dentre aqueles pesquisados: a formação de professores, currículo, recursos didáticos, conteúdo e métodos de ensino, história e filosofia da ciência (MEGID NETO, 1990, 1999; LEMGRUBER, 1999; SCHNETZLER, 2002; TEIXEIRA e MEGID NETO, 2006; SLOGO e DELIZOICOV, 2006, 2010). Megid Neto (1999) afirma que pesquisas relacionadas ao uso de tecnologias surgem e se ampliam a partir da década de 1990, fato este corroborado pelos dados apresentados nesta tese (Tabela 3). Slongo e Delizoicov (2006) destacam que os resultados por eles encontrados estão em consonância com outras pesquisas do ensino de áreas específicas, como Matemática e Física, e também o aparecimento da temática CTS entre 1991 e 2000. A emergência da temática CTS também é dado apresentado por Lemgruber (1999).

Reis, Leite e Leão (2017) analisaram publicações referentes ao uso de tecnologias para o ensino de Ciências, cujos dados sobre o período e revistas analisadas coincidem parcialmente com a presente pesquisa, visto que seu levantamento abrangeu os anos de 2007 a 2016 e, com exceção da revista *Ciência e Ensino*, as demais compõem ambas as pesquisas. Os referidos autores indicam, assim como nesta tese, que a temática ainda é pouco investigada, mas que tem aumentado nos últimos anos. A investigação sobre o uso das TIC e suas aplicações no ensino de Ciências é o foco majoritário das pesquisas analisadas, seguido pelo estudo de suas contribuições e limitações.

Em um levantamento de teses e dissertações produzidas na região sul do Brasil, Dentz e Trucollo (2010) indicam que a informatização no ensino foi colocada em poucos trabalhos como objeto de pesquisa. O referencial teórico da abordagem CTS foi o mais recorrente, seguido pela abordagem histórico-cultural de Vygotsky. Segundo os autores, o ensino de Ciências sofre grande influência de referenciais teóricos de outras áreas, pois, “por tratarem de investigações relativas a pessoas, suas convivências e, sobretudo, as relações pedagógicas, elas buscam aporte nas ciências humanas” (DENTZ e TRUCOLLO, 2010, p. 97).

A partir dos anos 1980 e durante a década de 1990, as propostas para o ensino de Ciências passaram a tratar as relações com as situações cotidianas em uma perspectiva crítica. Nesse período, verificou-se a incorporação das ideias de Vygotsky a questões de ensino, com a valorização do trabalho coletivo dos alunos (usualmente denominada de aprendizagem colaborativa) e a preocupação com o desenvolvimento simultâneo de habilidades cognitivas e sociais. Neste momento emerge também o movimento CTS, considerado significativo no ensino de Ciências (NASCIMENTO et al., 2010).

É pertinente destacar que os professores desse período, formados no contexto pós-ditadura militar, com o movimento de redemocratização, constituem uma categoria profissional oriunda da expansão universitária, diferente daquela que até à década de 1960 era formada em poucas universidades e nos Cursos Normais. Esses novos profissionais, principalmente os que atuavam na escola pública, se organizaram em sindicatos e se articularam frente a condições adversas de trabalho às quais eram submetidos, buscando consolidar a carreira docente. Além disso, a organização de trabalhadores da educação faz resistência aos processos de privatização da rede pública de ensino, implementados a partir de reformas neoliberais da educação, principalmente a partir da década de 1990 (BITTAR; BITTAR, 2012).

Embora Nascimento e colaboradores (2010) indiquem a influência da abordagem histórico-cultural vygotskiana na área do ensino de Ciências da Natureza nos anos 1980, podemos colocar tal afirmação em questão, ao menos no que se refere à produção acadêmica tratada nesta tese. No *corpus* aqui analisado, dentre os autores citados, Vygotsky é o único que pode ser relacionado à teoria histórico-cultural. Ele é citado 6 vezes e Marx – autor que fundamenta a teoria histórico-cultural – aparece 4 vezes (APÊNDICE C).<sup>13</sup>

Em âmbito internacional, Cachapuz e colaboradores (2008) afirmam que a abordagem CTS tem representação significativa em periódicos de alto impacto na área de educação em Ciências. Segundo os autores, isso mostra um movimento de compreensão interdisciplinar da temática CTS, frequentemente associada a estudos de filosofia e sociologia da ciência.

Os artigos do *corpus* desta pesquisa foram publicados por um total de 220 autores (APÊNDICE D), sendo que a maioria teve apenas uma ocorrência (183). Entre os que mais se repetiram ainda houve um baixo percentual, conforme destacado na tabela 5.

---

<sup>13</sup> Apesar do marxismo dar aporte à teoria vygotskiana, Vygotsky e Marx são citados em trabalhos diferentes, ou seja, não aparece nas citações uma vinculação direta da abordagem para o estudo do ensino e da aprendizagem com a sua base materialista-dialética.

**Tabela 5.** Dados sobre os autores dos artigos prevaletentes no *corpus* da pesquisa.

Ordem	Autores	Número de ocorrências	Percentual (%)	Formação inicial* <sup>14</sup>	Vínculo institucional*
1	Décio Auler	6	2,14	Licenciatura em Física	UFSM
2	Paulo Marcelo M. Teixeira	5	1,78	Ciências com habilitação em Biologia e licenciatura em Matemática	UESB
3	Rosemari Monteiro C. F. Silveira	5	1,78	Bacharel em Farmácia e licenciatura em Educação Física	UTFPR
4	Walter Antonio Bazzo	5	1,78	Bacharelado em Engenharia Mecânica	UFSC
5	Fábio da Purificação de Bastos	4	1,42	Licenciatura em Física	UFSM
6	Flavia Rezende <sup>15</sup>	4	1,42	Licenciatura em Física	UFRGS
7	Miriam Struchiner	4	1,42	Graduação em Desenho Industrial	UFRJ

Fonte: Elaborada pela autora.

Além de estarem entre os autores que mais publicaram nas revistas pesquisadas, Décio Auler e Walter A. Bazzo são alguns dos autores mais citados pelas pesquisas, principalmente como referencial teórico para a abordagem CTS.

Entre os autores mencionados na tabela acima, verifica-se que a maioria possui curso de licenciatura, fato que indica um envolvimento com a atuação no campo educacional desde a sua formação inicial e que se estende à atuação profissional. Delizoicov (2004) indica que as relações entre formação do pesquisador, focos temáticos e instituições se refletem no direcionamento das pesquisas em ensino de Ciências, o que contribui para a diversidade da área.

<sup>14</sup> \*Informações obtidas a partir da busca dos respectivos currículos publicados na Plataforma Lattes. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/>. Acessada em: 01/02/19.

<sup>15</sup> Nos artigos pesquisados, esse é o nome encontrado, porém, na Plataforma Lattes o registro dessa autora está como Flavia Rezende Valle dos Santos. As publicações foram verificadas para confirmar a autoria e nesta pesquisa utiliza-se o nome conforme está presente no *corpus*. À época das publicações analisadas, o vínculo institucional da autora era com a UFRJ.

Ao verificar as instituições nas quais os autores dos artigos se declaram vinculados (APÊNDICE E), foram listadas 81, das quais 14 são estrangeiras e as demais brasileiras. A maioria (55) teve apenas uma ocorrência e as mais recorrentes foram a UFSC (18), a UFSM (11), a UFRJ e a Unicamp (10 ocorrências cada uma), e a UNESP (9). Essas instituições coincidem com as dos autores mais citados (Tabela 4), com exceção de Paulo Marcelo M. Teixeira, que é vinculado à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) e responsável pelas cinco ocorrências dessa instituição no *corpus* da pesquisa.

Uma maior estruturação e a expansão da área de ensino de Ciências da Natureza é observada a partir do final anos 1970, por meio da organização de eventos, da criação de revistas acadêmicas, da implantação de programas de pós-graduação na área ou de linhas de pesquisa sobre o tema em programas na área de educação (KRASILCHIK, 2000; TEIXEIRA e MEGID NETO, 2006; NARDI, 2014). Verifica-se no fim dessa década “a criação de programas de pós-graduação em ensino de Ciências no Brasil, inicialmente em nível de mestrado, e na área de ensino de Física, junto aos institutos de Física da USP e da UFRGS” (NARDI, 2014, p. 16), com o apoio das faculdades de Educação para a formação também de doutores na área. Estas instituições, citadas como historicamente relevantes, aparecem cada uma em seis dos artigos pesquisados.

Os artigos pesquisados tratam em sua maioria do ensino de Ciências da Natureza de uma forma geral (49 textos). A segunda área mais pesquisada é o ensino de Física (26 textos), seguida pelo de Química (18 textos), Biologia (14 textos) e Ciências Naturais<sup>16</sup> (10 textos). Três artigos tratam simultaneamente de duas áreas, como Ciências e Física, Ciências Naturais e Biologia, e Física e Biologia.

Sobre o grande número de artigos de Física, pode-se considerar que isto se deve ao fato de que, historicamente, os grupos de pesquisa em ensino dessa área foram primeiramente constituídos. Junto a isso, percebe-se que, embora os pesquisadores que mais publicaram apresentam formações diversas, há destaque para a Física.

Nas Ciências da Natureza, a Física se destaca como a primeira a ter grupos de pesquisa consolidados dedicados ao seu ensino, com integrantes principalmente dos institutos de Física da USP e UFRGS. Este pioneirismo se expressa, por exemplo, na realização do primeiro Simpósio Nacional do Ensino de Física, em 1970, e na criação da *Revista de Ensino de Física*, em 1979 (NARDI, 2014).

---

<sup>16</sup> A utilização da expressão “Ciências Naturais”, aqui, refere-se a disciplina do ensino fundamental, embora nos artigos lidos os autores utilizem apenas a expressão ensino de “Ciências”.

O primeiro programa de pós-graduação específico sobre ensino de Ciências e Matemática foi o Programa Experimental de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática da Unicamp, que formou mestres no período de 1975 a 1984, cuja produção esteve voltada principalmente para metodologias de ensino e uso de material considerado tecnologicamente avançado (NARDI, 2014).

Embora a área do ensino tenha sido impulsionada a partir da década de 1970, Nardi afirma que em 1967 foram defendidas dissertações no programa de pós-graduação em ensino de Física “em torno da organização do ensino básico na universidade e o uso de novas tecnologias e métodos de ensino – principalmente o uso do microcomputador e da instrução programada” (2005, p. 73).

Nesse quadro, o ensino de Física prevalece historicamente em relação às outras disciplinas do rol daquelas consideradas na área de Ciências da Natureza. Isto se revela por meio de alguns dados acima expostos colocados por Nardi (2014). Além das dissertações defendidas ao longo da década de 1970, nesse período também foram realizadas três edições do Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) – que deu origem ao Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), cuja primeira edição foi em 1986 (NARDI, 2005). No levantamento realizado por Salem (2012) sobre pesquisas bibliográficas relacionadas ao ensino de Física no período de 1972 a 2009, há indicação de que metade dos trabalhos tratam da área de Ciências em geral, 30% da área específica citada, seguido por 7% e 5,5% para o ensino de Biologia e Química, respectivamente.

Ainda sobre o processo de expansão das pesquisas sobre o ensino de Ciências, em 1982 ocorreu a primeira edição do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) e em 1984 o primeiro Encontro “Perspectivas do Ensino de Biologia” (EPEB) (NARDI, 2014). Apesar de afirmar a necessidade e relevância das pesquisas em áreas específicas do ensino de Ciências, com seus resultados exemplificados nos eventos mencionados, Delizoicov (2004) chama atenção para o fato de que a sua constituição compartilha aspectos das Ciências Humanas e Sociais aplicadas, como metodologias, referenciais pedagógicos e epistemológicos. Esse alinhamento deve ser reflexo da formação dos profissionais envolvidos na constituição da área, vindos principalmente de programas da área de educação, visto que programas específicos no país ainda estavam em processo de consolidação.

A partir dos dados sobre o pioneirismo do ensino de Física sobre outras áreas das Ciências, questiona-se os possíveis motivos que levaram a esse quadro. Considerando o impulso ao desenvolvimento tecnológico observado a partir do final da década de 1960 no Brasil, pode-se conjecturar que o interesse por esta área específica se deva à aplicação dos

conhecimentos físicos em atividades industriais, como por exemplo na área da mecânica. Conforme afirma Engels, desde a época da Revolução Industrial “o desenvolvimento das ciências é condicionado pela produção” (1976, p. 167).

A maior parte das produções não especifica o nível de escolaridade e a modalidade de ensino abordados (Tabela 6), tratando o objeto de pesquisa de forma geral e com o foco na área do conhecimento. Também foi verificado que poucos artigos tratam da educação a distância (EaD) e apenas um trata da educação de jovens e adultos (EJA). Em alguns artigos não há citação ou não se evidencia a modalidade presencial ou a distância, encontrando-se descrito apenas o nível de ensino.

**Tabela 6.** Níveis e modalidades de ensino presentes no *corpus* da pesquisa.

<b>Nível e modalidade</b>	<b>Ocorrência</b>	<b>Percentual (%)</b>
Geral	39	32,5
Ensino médio, presencial	33	27,5
Graduação, presencial	15	12,5
Ensino fundamental, presencial	11	9,17
Ensino médio e graduação	7	5,83
Formação continuada	4	3,33
Ensino fundamental e médio, presencial	4	3,33
Graduação, EaD	2	1,67
Pós-graduação	2	1,67
EJA (ensino médio), presencial	1	0,83
Formação continuada, EaD	1	0,83
Curso técnico de nível médio	1	0,83

Fonte: Elaborada pela autora.

De acordo com o Centro de Documentação em Ensino de Ciências (CEDOC), em seu documento “Ensino de Ciências no Brasil – Catálogo analítico de teses e dissertações<sup>17</sup>” (MEGID NETO, 1998), publicado pela Unicamp com base em 572 teses e dissertações do período de 1972 a 1995, a educação básica é o nível de ensino mais pesquisado. Esse nível tem mais que o dobro de publicações em relação ao ensino superior, sendo o ensino médio majoritário em relação aos demais. Este relatório também demonstra que o ensino de Física prevalece como objeto de pesquisa e que os trabalhos são oriundos principalmente de universidades públicas.

<sup>17</sup> Disponível em: <https://www.fe.unicamp.br/cedoc/catalogo-de-teses/>. Acesso em: 02/10/18.

Nesse sentido, o *corpus* aponta que o ensino médio continua sendo majoritário nas pesquisas, pois apareceu em 46 artigos analisados. Essa tendência também é indicada por Slongo e Delizoicov (2006); Teixeira e Megid Neto (2006, 2017); Delizoicov, Slongo e Lorenzetti (2013); Azevedo e Scarpa (2017).

Os tipos de pesquisa que prevalecem no *corpus* analisado são a pesquisa empírica e a pesquisa bibliográfica (Tabela 7). A classificação como empírica é utilizada nesta tese para os artigos nos quais os autores descrevem alguma situação de ensino com o uso de tecnologias, porém não especificam qual é o tipo de pesquisa por eles escolhida, ou a citam como um estudo de caso. O levantamento de Dentz e Truccolo (2010) também indica que o estudo de caso é o tipo de pesquisa mais frequente.

**Tabela 7.** Tipos de pesquisa identificados no *corpus* da pesquisa.

<b>Tipo de pesquisa</b>	<b>Número de ocorrências</b>	<b>Percentual (%)</b>
Empírica	60	50,0
Bibliográfica	39	32,5
Intervenção	9	7,5
Investigação-ação	4	3,3
Observação participante	3	2,5
Estado da arte	1	0,8
Exploratória	1	0,8
<i>Quasi</i> -experimental	1	0,8
Pesquisa baseada em <i>design</i>	1	0,8
Pesquisa-ação	1	0,8

Fonte: Elaborada pela autora.

As pesquisas empíricas estão relacionadas principalmente ao ensino de Ciências em geral (15 trabalhos), ao ensino de Física (14 trabalhos) e de Química (13 trabalhos). Pode ser evidenciado que a maioria delas está direcionada ao tratamento de questões referentes à metodologia de ensino, com uma centralidade na descrição dos usos da tecnologia para o ensino e seus efeitos positivos, sendo que as dificuldades ou indícios de aspectos negativos não são destacados. Ao encontrar dado semelhante em seu levantamento, Reis, Leite e Leão afirmam que o foco “está na utilização de algum material suportado pelas TIC, sem a

preocupação de quem (o professor) irá utilizar ou como (a estratégia) se dá essa utilização” (2017, p. 9).

O aluno é o sujeito de pesquisa com maior ocorrência nas publicações analisadas, presente em 45 artigos, sendo que às vezes aparece concomitante a outros sujeitos, como o professor (8 ocorrências) e o professor e pesquisador (1 ocorrência). Em 41 artigos não foi identificado o sujeito da pesquisa, pois o tema pesquisado era tratado de forma geral e não direcionado a um exemplo ou grupo específico, sendo este tratamento encontrado principalmente em trabalhos bibliográficos. O professor foi pesquisado exclusivamente em 24 artigos, além dos já mencionados com o aluno, sendo em um deles associado ao gestor. Um artigo apresentou dados de entrevistas com profissionais da educação responsáveis pela elaboração de documentos norteadores da rede de educação estadual (ROEHRIG e CAMARGO, 2014).

É relevante salientar a relação entre tema e sujeito de pesquisa. O ensino aparece como tema prevaiente nos artigos analisados, o que daria a entender que o foco estaria no professor. No entanto, o aluno é o sujeito mais pesquisado. Isso indica que o aluno é tratado como objeto das pesquisas, não como sujeito.

A partir da leitura do *corpus* também foi realizado um levantamento dos autores citados como referência para a identificação das concepções aqui analisadas, pelo qual pode-se verificar que há uma grande dispersão. O total encontrado foi 1.367 autores (APÊNDICE C), porém, grande parte foi citada apenas uma vez (1.026). Essa lista geral de autores foi elaborada a partir das listas de cada concepção teórica analisada neste trabalho (ciência, educação e tecnologia) e da abordagem CTS, para a qual foi elaborada uma lista à parte dado o grande número de artigos com esta temática, tendo sido verificados os casos de autores que se repetiam nas listas particulares. Assim, em geral os autores mais citados foram: Eduardo Fleury Mortimer (47 ocorrências), Wildson Luiz Pereira dos Santos (46 ocorrências), Décio Auler (38 ocorrências), Walter Antonio Bazzo (35 ocorrências) e Demétrio Delizoicov (34 ocorrências). No caso de documentos norteadores das políticas educacionais brasileiras, o Ministério da Educação/Brasil aparece como autor em 43 ocorrências.

O referencial e os dados obtidos sobre as concepções de educação, ciência e tecnologia estão apresentados nos itens a seguir.

### 1.3 Concepções e suas aproximações com o objeto da pesquisa

O referencial teórico adotado para nortear a análise dos dados emergentes da produção acadêmica é fundamental para o tipo de explicação a ser produzida. Esse referencial, que representa categorias do pensamento pelas quais se almeja conhecer as categorias presentes na realidade, nos permite apreender partes do real em meio ao todo caótico (DUARTE, 2000; MARX, 2011b). O rompimento com esta pseudoconcreticidade (KOSIK, 1976) é um passo importante para a aproximação com a essência do fenômeno pesquisado. Então, as partes que constituem o real são captadas enquanto unidade.

O trabalho analítico com as categorias mais simples e abstratas seguirá agora o percurso do progressivo enriquecimento da teoria interpretativa da realidade, até atingir novamente o todo que foi o ponto de partida, só que esse todo já não mais se apresenta ao pensamento como uma representação caótica, mas como “uma rica totalidade de determinações e relações diversas”. O concreto é, assim, reproduzido pelo pensamento científico, que reconstrói, no plano intelectual, a complexidade das relações que compõem o campo da realidade que constitui o objeto de pesquisa (DUARTE, 2000, p. 92).

A aproximação com o todo real não é uma operação mecânica que atinge um resultado fixo e estável, visto que há distintos níveis de totalização. Na presente pesquisa, as categorias do pensamento se tratam de unidades, identificados como diferentes níveis de totalidade (VYGOTSKY, 2008). Desta maneira, as unidades de análise elucidam elementos constituintes do conjunto do objeto de estudo, que são as concepções teóricas de educação, ciência e tecnologia. A maneira como essas concepções foram compreendidas a partir do *corpus* é apresentada nas próximas seções.

#### 1.3.1 Educação no ensino de Ciências da Natureza

O ensino de Ciências, em sua constituição histórica enquanto área de pesquisa, está estreitamente relacionado à pesquisa no campo educacional, conforme apresentado anteriormente no que diz respeito à constituição dos programas de pós-graduação *stricto sensu* em ensino, à formação dos pesquisadores da área, à organização de eventos científicos e à criação de periódicos. Dado o objetivo de olhar a produção acadêmica em um contexto mais amplo, para além do aparente, optou-se por buscar as concepções de educação presentes nessa produção, de modo a melhor compreender as relações entre educação e ensino de Ciências.

Nesta pesquisa, a concepção de educação se fundamentou no marco teórico estabelecido por Saviani (2012b, 2013a), de afirmação dos processos educacionais como elemento fundamental para a formação humana e tomando por base as concepções educacionais não-críticas, crítico-reprodutivistas e críticas. Embora o autor mencione as teorias pós-modernas, nenhum artigo foi identificado com esta abordagem.<sup>18</sup>

Este marco teórico foi estabelecido *a priori*, como princípio norteador para a leitura do *corpus*. Porém, durante o processo de pesquisa, percebeu-se que a maior parte dos artigos não fazia referência a uma teoria educacional, nem de maneira explícita, nem implicitamente. Isso mostra um tratamento das práticas de ensino de forma desvinculada da discussão acerca das condições estruturais da sociedade, assim como das finalidades da escola.

Uma teoria educacional se caracteriza pela maneira como explica as relações entre a educação e a sociedade, ou seja, discute o papel ou a função social da escola. Ela é constituída a partir de uma interpretação de mundo, seja no sentido de interpretação do fenômeno educativo, seja de explicação dos mecanismos de organização e funcionamento da educação ou de esforço para contribuir para a mudança estrutural da sociedade (SAVIANI, 2012b). Segundo Libâneo, as teorias educacionais devem abordar temas básicos e que neles elas se diferenciam, como “a natureza do ato educativo, a relação entre sociedade e educação, os objetivos e conteúdos da formação, as formas institucionalizadas de ensino, a relação educativa” (2005, p. 20).

Visto que boa parte das pesquisas faz referência particular ao ensino de Ciências, sem fundamentá-lo em teorias educacionais em geral, optou-se por classificar as pesquisas em dois grupos de acordo com a sua abordagem, ensino ou educação (Tabela 8).

**Tabela 8.** Concepções de educação e ensino identificadas no *corpus*.

Concepção	Número de ocorrências	Percentual (%)
Ensino	108	90
Educação	12	10
Total: 120		

Fonte: Elaborada pela autora.

<sup>18</sup> Apenas dois artigos apresentaram um referencial próximo a abordagem pós-moderna, ao tratar da teoria da complexidade. No entanto, as características dessa teoria estavam articuladas a aspectos específicos de ensino. Por esta razão, não foram categorizados em termos de teorias educacionais, mas em ensino (REZENDE e COLA, 2004; ZUIN e FREITAS, 2007).

Entende-se o ensino como um tipo de prática educativa, um processo intencional cujo objetivo é proporcionar ao aluno o acesso ao conhecimento teórico-científico e a realização de atividades que tornem possível a sua apropriação, orientadas pelo professor no ambiente escolar. Essas atividades, pelas quais o aluno poderá se desenvolver em aspectos cognitivos, culturais, morais e afetivos, são planejadas de forma didática e pedagógica pelo professor. O ensino é caracterizado a partir dos elementos que constituem o ato didático, quais sejam: o quê, como, porque e para quê ensinar, que por sua vez se articulam nas relações entre os agentes do ato educativo em determinado contexto (LIBÂNEO, 2013).

Conforme os dados apresentados, o *corpus* analisado é majoritariamente relacionado aos processos de ensino de Ciências da Natureza. Entende-se que essas pesquisas procuram atender a uma importante demanda didático-pedagógica da área, mas faz-se a ressalva de que, para contribuir mais efetivamente para a produção de conhecimento, é necessário ir além das demandas imediatas e aparentes (LEFEBVRE, 1991).

Os 108 artigos desta categoria tratam principalmente do ensino de Ciências de forma geral (40 trabalhos), seguido pelo ensino de Física (25 trabalhos), de Química (18 trabalhos) e de Biologia (13 trabalhos). A maioria desses artigos apresenta pesquisa dos tipos empírica (56 trabalhos) e bibliográfica (32 trabalhos). A educação básica é o nível de ensino mais pesquisado, sendo que 41 trabalhos estão relacionados ao ensino médio e 14 ao ensino fundamental, e 33 sem especificação. As abordagens CTS e CTSA se destacam como tema (57 trabalhos), seguidas pelo ensino (30 trabalhos) e aprendizagem (8 trabalhos) com tecnologias.

Observa-se que, embora o ensino com tecnologia seja mais abordado do que a aprendizagem, o aluno aparece como o sujeito mais pesquisado (51 ocorrências), seguido de uma abordagem genérica dos sujeitos (35 ocorrências) e do professor (29 ocorrências). Isso se alinha ao fato observado de que muitos pesquisadores buscam nesses alunos uma avaliação das metodologias utilizadas, como forma de validar os resultados tidos como positivos do uso das tecnologias.

A maioria das pesquisas sobre ensino trata o professor e o aluno como atores que ocupam papéis opostos nos processos de ensino e aprendizagem (71 trabalhos). No que diz respeito à relação entre o professor e o aluno, o quadro apresentado é característico da lógica formal, em que há uma relação excludente de um elemento em detrimento do outro. Visto que os sujeitos seriam caracterizados como diferentes e exerceriam atividades distintas, são colocados como contraditórios e antagônicos (LEFEBVRE, 1991).

No entanto, a leitura deste quadro em uma perspectiva dialética permite compreender professor e aluno como “termos opostos não-antagônicos, pois um explica o outro e não há a necessidade de um superar o outro” (OLIVEIRA, ALMEIDA e ARNONI, 2007, p. 84). Nessa perspectiva, as contradições emergentes das práticas educativas podem ser melhor elucidadas e superadas. O uso de tecnologias no ensino, por exemplo, pode ser compreendido para além da antagonização entre aspectos positivos e negativos.

Pode-se analisar ainda esta relação a partir da objetivação e apropriação nas relações de ensino e aprendizagem. Segundo Duarte (2013), a atividade do professor é um processo de objetivação que “resulta em produtos sociais, sejam eles materiais ou não” (p. 9), como a exemplo da aula. O aluno então se apropria da atividade contida neste produto, ou seja, se apropria do conhecimento científico que se constitui em objetivações produzidas por outros indivíduos. Ao colocar o conhecimento como o produto da objetivação, o aluno precisa apropriar-se dele e avançar do imediato ao mediato, situação esta que deve ser provocada pelo professor. Portanto, professor e aluno estão em diferentes estágios na relação com o conhecimento, ocupando papéis recíprocos.

Pode-se corroborar a ênfase dada aos processos de ensino pelo referencial teórico adotado, cujos autores são em maioria do ensino de Ciências. A lista dos autores considerados representativos para as concepções de educação e ensino é composta por 1.079 nomes (APÊNDICE F), sendo que a maioria foi citada apenas uma vez (862, o que equivalente a 79%). Entre os autores com maior ocorrência, estão: Paulo Freire (25 vezes), Demétrio Delizoicov (17 vezes), Daniel Gil-Pérez (17 vezes) e Eduardo Fleury Mortimer (17 vezes). Os documentos oficiais de políticas educacionais brasileiras foram citados em 43 artigos. As citações de Paulo Freire são recorrentemente associadas à temática CTS, que será melhor discutida adiante, e os autores Delizoicov e Mortimer são amplamente citados tanto para o ensino de Ciências quanto para CTS.

Em geral, não há uma apresentação clara do que os autores compreendem por concepção de ensino ou afiliação a alguma teoria educacional, ocupando-se apenas em discutir as metodologias com o uso de tecnologias. Em poucos trabalhos há um referencial de teorias da aprendizagem (apenas 15,8%), como exemplo da aprendizagem significativa de Ausubel (9%), teoria histórico-cultural de Vygotsky (6%) e pedagogia histórico-crítica de Saviani (4%). Também são poucos os artigos em que há referência epistemológica (7,5%), com exemplos como Michael Foucault (3%), Jean Piaget (3%) e Gaston Bachelard (2%).

Libâneo (2005) explica que os envolvidos no agir pedagógico devem considerar, entre vários fatores, a sua complexidade e dimensão humanizadora, assim como os objetivos de

acesso e desenvolvimento do conhecimento científico e formação para a cidadania. Para isso, é fundamental que o processo escolar esteja pautado em teorias educacionais que os orientem para tais finalidades, de modo que isso possibilite avançar além do discurso técnico<sup>19</sup>.

Considerando a ideia de que não há sociedade sem práticas educativas, que evidentemente extrapolam o ambiente escolar, não se pode desconsiderar a pedagogia enquanto campo do conhecimento que tem a educação como objeto de estudo. Nesse sentido, “não podemos reduzir a educação ao ensino e nem a Pedagogia aos métodos de ensino” (LIBÂNEO, 2001, p. 158-159). Portanto, é preciso considerar as múltiplas determinações que influenciam a educação e, ao analisar o ensino, considerá-lo neste contexto e em sua unidade dialética entre teoria e prática.

O esvaziamento teórico encontrado em parte do *corpus* analisado, explicitado pela falta de uma clara afiliação teórica que fundamente o seu objeto de estudo, é tratado em algumas pesquisas sobre educação como recuo da teoria (ARAÚJO, 2014; MORAES e PEIXOTO, 2017), o que pode fomentar uma fragilidade e superficialidade na análise dos fenômenos estudados. Kuenzer e Moraes (2005) explicam que o aporte teórico é fundamental para embasar o processo de abstração realizado a partir do imediato, para que no retorno como concreto pensado se tenha novas formulações a partir da realidade concreta. Assim, destaca-se a importância da empiria, porém pondera-se que, ater-se a ela é uma limitação na produção de conhecimento.

Os dados da pesquisa mostram que o formalismo das práticas realizadas atende a demandas imediatas, reproduz ideias pré-estabelecidas e contribui de forma limitada para a compreensão da essência do fenômeno. A grande atenção dada ao referencial específico de ensino em detrimento de teorias educacionais, por um lado orienta a prática, mas por outro não possibilita às pesquisas um avanço teórico significativo.

Diante do exposto, é possível concordar com Salem quando analisa pesquisas sobre o ensino de Física e afirma

que as finalidades educacionais ou as concepções de educação na nossa produção acadêmica não são foco de atenção ou de reflexão explícito. Não há, de um modo geral, uma preocupação em definir esse marco teórico, assim como não há em associar a pesquisa a uma possível demarcação ou sinalização de expectativa

<sup>19</sup> Neste momento o autor utiliza o termo “técnico” como uma adjetivação ao discurso que se refere aos aspectos práticos do ato pedagógico. Ainda que este termo seja melhor discutido posteriormente nesta tese, adianta-se o entendimento de Pinto (2005, p. 175) que, ao tratar da essência da técnica, a compreende como uma “mediação na obtenção de uma finalidade humana consciente. [...] a mediação que a deve concretizar tem de ser realizada no plano objetivo, no mundo material”. Portanto, compreende-se a técnica em sua relação com o trabalho humano do qual considera-se não somente aspectos práticos (objetivos), mas também teóricos e com intencionalidades.

educacional, do ponto de vista “do quê se quer ao final”, de qual a sua contribuição no final da linha, seja na escola básica, seja na formação de professores (no ensino superior) ou na formação do formador de professores (na pós-graduação em ensino) [...]

Enfim, o que podemos inferir é que a concepção de educação na produção acadêmica dessa área raramente é intencionalmente apresentada e discutida e, quando implícita, se dá por meio da forma como a dimensão do conhecimento é tratada (2012, p. 222-223).

Na presente perspectiva, entende-se que, para a discussão das especificidades no ensino de uma determinada área do conhecimento, como as Ciências da Natureza, é fundamental o comprometimento com o avanço rumo a uma perspectiva crítica de educação. Uma articulação do conteúdo específico a uma formação humana emancipadora pode contribuir para que os sujeitos melhor compreendam a lógica do mundo capitalista, podendo não apenas melhor se posicionar, mas encontrar meios de avançar no sentido de transformação dessa realidade.

A partir do acesso ao conteúdo historicamente acumulado e de melhor noção da realidade em sua totalidade, os sujeitos podem se articular e, talvez, ter condições de minimizar a sua condição alienada. Um caminho no sentido de superação é possível por meio da compreensão da relação entre a teoria e a prática, considerando que o exercício do pensamento é capaz de novas sínteses e análises para a construção de conhecimento (KOPNIN, 1978).

Visto que compreender o pensamento acadêmico sobre o ensino de Ciências é de extrema importância, também assim se faz relevante entender a forma lógica de tratamento do conhecimento específico da área em questão. Este tema é abordado na próxima seção.

### **1.3.2 Ciência no ensino de Ciências da Natureza**

Os critérios adotados para analisar as concepções de ciência no corpus desta pesquisa se baseiam na teoria do conhecimento proposta por Lefebvre (1991), segundo a qual o conhecimento é fato de características práticas, sociais e históricas, de produção característica dos seres humanos. Embora na história do conhecimento existam diferentes abordagens explicativas para a sua construção, como a metafísica, o idealismo e o materialismo, o autor indica que epistemologicamente há duas perspectivas de compreensão lógica, entendida como um instrumento de conhecimento, são elas: formal e dialética.

Segundo Kopnin (1978, p. 20), a partir de uma perspectiva filosófica pode-se entender a ciência como “um sistema de conhecimento humano com objeto determinado e método de

conhecimento”, enquanto a lógica está relacionada, de maneira genérica, ao estudo da estrutura e desenvolvimento de uma teoria científica. Afirma ainda que a lógica se refere ao estudo do

movimento do conhecimento humano no sentido de verdade, desmembrando deste formas e leis em cuja observância do pensamento atinge a verdade objetiva. E uma vez que o conhecimento aumenta sem cessar, mudando quantitativa e qualitativamente, o campo lógico se enriquece com um novo conteúdo, incorporando novos elementos, transformando-se e reorganizando-se interiormente (KOPNIN, 1978, p. 21).

A lógica formal é associada a uma redução do conteúdo à forma, em seus princípios de identidade e da não-contradição, claramente associada à racionalidade moderna e ao empirismo. Já a lógica dialética se propõe a “superar a oposição entre a forma e o conteúdo, entre o racional e o real, e descobrir um novo movimento do pensamento” (LEFEBVRE, 1991, p. 171). Portanto, a lógica dialética, em sua razão, supera o pensamento formal para além da forma em busca da essência dos fenômenos. Ela não dicotomiza os contraditórios, compreendendo que há uma relação dialética entre eles, como por exemplo, entre a prática e a teoria, entre o sujeito e o objeto. Estas categorias lógica, formal e dialética foram utilizadas para a discussão da concepção de ciência nesta pesquisa.

Em relação aos trabalhos aqui analisados, a concepção de ciência regida pela lógica formal é majoritária (114 pesquisas) em relação a lógica dialética (6 pesquisas). Este fato pode ser associado ao processo lógico e histórico de constituição da área do conhecimento pesquisada.

Para a análise geral do *corpus*, observa-se a forma como os dados são apresentados pelas pesquisas e pretende-se avançar na compreensão de seu conteúdo, com o movimento de abstração sobre o aparente à luz do referencial teórico materialista histórico-dialético aqui explicitado. Sobre a lógica formal,

observa-se que grande parte da produção científica é oriunda dessa abordagem, fato esse que não deve nos causar espanto, pois essa maneira de pensar não quer dizer pensamento falso, privado de lógica. Ele apenas não corresponde às possibilidades máximas de compreensão, interpretação e penetração no íntimo dos processos naturais e sociais (OLIVEIRA, ALMEIDA e ARNONI, 2007, p. 42).

Para a concepção de ciência foram listados 69 autores (APÊNDICE G), sendo que a maioria foi citada apenas uma vez (57 nomes). Os nomes mais citados para esta concepção e suas respectivas obras estão listados a seguir (Tabela 9).

O levantamento de Azevedo e Scarpa (2017) indica que, na produção acadêmica por eles analisada, a maioria não discute ou explicita de forma clara os aspectos da natureza da ciência e sua relação com o ensino de Ciências. Assim como o identificado nesta pesquisa, os autores afirmam que a investigação prioritária ocorre com o tratamento da área de Ciências em geral, seguido pela Física, Química e Biologia, respectivamente. Entre os aspectos encontrados ao longo das pesquisas, os autores destacam a importância dada à inserção da investigação no ensino de Ciências da educação básica, necessidade de contextualização do conteúdo e promoção de uma educação científica.

**Tabela 9.** Autores mais citados no *corpus* sobre a concepção de ciência e suas obras.

Autor	Obra	Ocorrências
Gérard Fourez	<b>A construção das Ciências:</b> Introdução à filosofia e à ética das ciências. São Paulo: Editora UNESP, 1995.	4
	Crise no ensino de Ciências? <b>Investigações em Ensino de Ciências</b> , v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.	2
	<b>Alfabetización científica y tecnológica.</b> Buenos Aires: Colihue, 1999.	1
Bruno Latour <sup>20</sup>	<b>Ciência em ação:</b> como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. 1 e 2 ed. São Paulo: Editora UNESP, 2000.	6
	LATOUR, B.; WOOLGAR, S. <b>A vida de laboratório:</b> a produção dos fatos científicos. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.	1
	<b>Reassembling the social: an introduction to actor-network-theory.</b> Oxford: Oxford University Press, 2005.	1
Thomas S. Kuhn	<b>A Estrutura das Revoluções Científicas.</b> <sup>21</sup>	6
	<b>A tensão essencial.</b> Lisboa: Edições 70, 1977.	1
Giles-Gaston Granger	<b>A ciência e as ciências.</b> São Paulo: Editora da Unesp, 1994.	4
Hilton Japiassu	<b>O mito da neutralidade científica.</b> Rio de Janeiro: Imago, 1975.	2
	<b>Um desafio à educação:</b> repensar a pedagogia científica. São Paulo: Letras & Letras, 1999.	2

Fonte: Elaborada pela autora.

<sup>20</sup> O autor foi citado em sete artigos, porém um deles cita duas obras.

<sup>21</sup> São citadas várias edições da obra.

Fourez (2003), ao indicar que existe uma crise no ensino de Ciências, problematiza a visão distanciada que os alunos têm daqueles que são admitidos como produtores de ciência – os cientistas, o que provoca um desinteresse pela carreira acadêmica. O autor explica que a compreensão da ciência enquanto conhecimento amplo, parte da realidade dos sujeitos e que deve ser inserida no ensino, relaciona-se com diversos fatores, como a formação de professores, contexto social e relação entre ciência e mercado de trabalho. É possível analisar que o autor defende a proximidade entre o conhecimento científico e o popular, com uma proposta de ampliação do acesso ao primeiro, como possibilidade de redução das desigualdades sociais.

Granger (1994) também problematiza a necessária aproximação entre a ciência e a vida cotidiana, e explica que isso se dá na prática, mas sem que os sujeitos tenham consciência disso, a exemplo do acesso que eles têm a objetos técnicos que em si carregam produtos do conhecimento científico.<sup>22</sup> Segundo o autor, a “idade da ciência” na qual vive a sociedade contemporânea requer a aproximação desta com questões éticas e a separação adequada entre o conhecimento científico e o saber técnico, sendo este compreendido como um saber prático, sem fundamentação teórica. Para ele, a visão científica é pautada na realidade, visando descrevê-la e explicá-la (não necessariamente agir) e demanda critérios de validação. Tais processos constituem o método científico.

Ao problematizar a neutralidade científica, Japiassu (1975) ressalta a constituição sociohistórica da ciência, em que o sujeito cientista expressa a objetividade no conhecimento, porém não está isento de ideologia e se relaciona com o contexto que o determina. O autor explica que a produção científica tem seus objetivos determinados pela sociedade, refletindo contradições em sua organização e aplicação, ainda que haja o questionamento sobre as suas reais contribuições ao bem-estar social.

A obra de Latour (2000) destaca a construção do conhecimento científico como um processo de descobertas a partir da realidade, inicialmente percebida pelo senso comum, mas reformulada por aqueles que se destinam a estudar a ciência. Para tal processo é imprescindível a sua relação com a tecnologia. Há um destaque para a utilidade social dos produtos finais obtidos na relação entre ciência e tecnologia, assim como para os cientistas e engenheiros cujas obras permitem essa produção. Ao que se observa, a prática é colocada como o mais relevante e, ainda que sejam citados exemplos de contexto social, estes não são

---

<sup>22</sup> O autor apresenta como exemplos dessa aproximação, entre outros: relojoaria, máquina a vapor, radioeletricidade, processos industriais.

tratados em suas contradições e determinações, tampouco relacionados com a ordem social vigente.

Kuhn (1997, p. 255) apresenta o “desenvolvimento científico como uma sucessão de períodos ligados à tradição e pontuados por rupturas não-cumulativas”, sendo uma construção humana e, assim, social e histórica. Segundo o autor, isso se dá por meio de paradigmas, que podem ser entendidos como um conjunto de saberes que possibilitam a realização da pesquisa científica. Crises nesses paradigmas demandam novas formas de organização em um campo do saber. A partir da emergência de novas teorias que negam o conhecimento dito tradicional, se estabelece uma revolução científica, como uma ruptura em relação ao estado anterior. Analisa-se, portanto, que o aspecto histórico ao qual o autor se refere é cronológico e que o conhecimento anteriormente acumulado é negado, não sendo admitida a sua incorporação ao novo e a sua contribuição no avanço da ciência.

Na perspectiva dialética de produção do conhecimento, a lógica formal é um primeiro momento, que se atém ao imediato. A partir da compreensão do movimento do pensamento em sua constituição histórica, pode-se conhecer seu conteúdo e essência para além da aparência (LEFEBVRE, 1991). Desse modo, para se avançar na construção do conhecimento, o que já foi produzido é admitido nos limites de sua formalidade e embasa novas formulações, sendo parte importante da totalidade.

Ao se analisar parte do referencial do *corpus* para a compreensão de ciência, conforme explicitado acima, verifica-se que parte dele se fundamenta na lógica formal ao dicotomizar os elementos de uma relação ao invés de compreendê-los em sua unidade, assim como a falta de relação do objeto de estudo com as condições estruturais que o determina. Em outras palavras, as partes são abordadas com mais ênfase do que a articulação entre estas. Destacam-se, por exemplo: a separação da ciência e do saber cotidiano, assim como dos sujeitos que o produzem, como se eles, ciência e senso comum, não constituíssem a totalidade do conhecimento e não fossem produzidos coletivamente; a polarização entre ciência e técnica como correspondente a separação entre teoria e prática, como se a última pudesse ser isenta da primeira; a falta de discussão da ciência em sua fundamentação política e relacionada a demandas econômicas, como fatores determinantes no contexto capitalista.

Na aparência do *corpus* analisado, em geral, há uma indicação de relação entre o sujeito e o objeto do conhecimento, como o conteúdo ensinado, porém de forma dicotômica e descontextualizada (ANGOTTI e AUTH, 2001; AULER e DELIZOICOV, 2001; TEIXEIRA, 2003). Segundo os artigos analisados, pressupõe-se que o sujeito aprende o conteúdo escolar tal como ele se encontra, não se percebendo como parte da produção deste conhecimento e de

sua possível transformação para além do utilitarismo relacionado ao desenvolvimento tecnológico. Mesmo que alguns artigos problematizem as potencialidades e as implicações sociais, culturais e políticas da ciência, não se pode afirmar que avancem para além da lógica formal, já que não discutem a essência da relação entre o sujeito e o objeto e se limitam a sua aparência.

Além de dicotomizar o sujeito e o conhecimento, os textos do *corpus* não explicitam as relações entre o sujeito e a tecnologia, já que esta é retratada como uma produção apartada do contexto. Desta forma, assim como a ciência, a tecnologia se expressa, no *corpus* analisado, como resultado de um processo independente da ação humana coletiva. Isto coloca a educação e o ensino com o uso de tecnologias na perspectiva de uma lógica formal.

Visto que a tecnologia no atual modo de produção é uma objetivação do capital, os indivíduos devem ser ensinados a utilizá-la no sentido de colaborar para o desenvolvimento das forças produtivas. Uma pequena parcela da população é preparada para produzir a tecnologia, é a chamada educação propedêutica elitizada, enquanto a grande massa apenas usa limitadamente essa tecnologia. A classe trabalhadora deve se ater à forma imediata, ao passo que a elite tem condições de acesso ao seu conteúdo e também em sua disseminação, impregnando com sua ideologia de dominação (MÉSZÁROS, 2016).

Entre os diversos temas tratados nas pesquisas, destaca-se a alfabetização científica e tecnológica (ACT) como um exemplo de temática no qual há uma recorrente apropriação formal do conhecimento, ainda que apresente pontos de criticidade, como propostas de democratização do ensino, de ampliação do acesso à tecnologia e de participação popular nas decisões sobre o desenvolvimento científico e tecnológico.

Ao tratar da temática ACT, é frequente o discurso de preparar os indivíduos para viverem em uma sociedade tecnológica e atender demandas sociais, a qual requer dos sujeitos uma preparação em termos científicos. Isso aparece, por exemplo, em falas como “vivemos, hoje, influenciados pela Ciência e pela Tecnologia, não podemos ignorar tais transformações. Por isso, a necessidade de uma alfabetização científica” (FABRI e SILVEIRA, 2013, p. 80). Ribeiro e Genovese (2015), orientados por uma perspectiva instrumental, também indicam essa finalidade.

As demandas sociais as quais se referem os discursos expressam, de fato, interesses econômicos de desenvolvimento.

Essa alfabetização deve possibilitar que o indivíduo compreenda as relações entre a Ciência, a Tecnologia e a sociedade, capacitando-o a opinar conscientemente sobre os rumos da Ciência e Tecnologia, que influenciam sua vida, proporcionando

recursos para melhorá-la e, também, *desenvolvendo habilidades para inserir-se em um mercado de trabalho* influenciado por esses elementos (MACHADO e SANTOS, 2004, p. 80, grifo nosso).

Mesmo na chamada abordagem ampliada da ACT, uma perspectiva progressista de educação, “os conteúdos são considerados como meios para a compreensão de temas socialmente relevantes” (AULER e DELIZOICOV, 2001, p. 6). Esta abordagem adota a definição crítica de Paulo Freire, no sentido de uma educação que favoreça à compreensão da realidade pelo aluno, não destacando, necessariamente, a transformação dessa realidade. Nessa linha, Auler (2003) defende uma abordagem interdisciplinar da temática para que ela tenha maior alcance em diferentes áreas do conhecimento.

Lima Júnior e colaboradores confirmam uma percepção instrumental da ACT ao indicar que ela auxilia “o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de C&T na sociedade e atuar na solução de tais questões” (2014, p. 177). Eles indicam ainda que é preciso avançar em discussões críticas sobre o papel social da ciência e da tecnologia e sobre a forma como a sua produção se opõe aos interesses da classe trabalhadora, contribuindo assim para a sua degradação. Esta percepção para além do aparente é um exemplo do que se entende aqui por uma visão dialética sobre a temática.

Silveira e Bazzo (2009) fazem uma crítica à forma essencialista de tratamento da ciência e da tecnologia, explicando que elas não podem ser vistas fora de seu contexto cultural, como se fossem neutras e autônomas. A pesquisa realizada pelos autores indica que a compreensão descontextualizada é recorrente, assim como a submissão da ciência a finalidades econômicas, sendo que a ACT poderia colaborar na mudança deste quadro. Uma possível solução seria investir “na formação da população, de maneira que se possa oferecer uma educação científica e tecnológica que se preocupe, também, com as implicações sociais dos desenvolvimentos de inovações tecnológicas” (2009, p. 691).

Em alguns artigos pesquisados é possível identificar uma tentativa de mostrar a neutralidade do pesquisador, com distanciamento do objeto de estudo, como por exemplo: “[...] e que o responsável pela solicitação de leitura e aplicação do questionário – primeiro autor deste trabalho – nunca tinha tido contato anterior com as turmas nem era professor da escola” (SILVA e ALMEIDA, 2015, p. 422). Em outros, identifica-se um posicionamento crítico em relação a neutralidade do conhecimento científico, indicando a necessidade de avanço nessa visão e melhor contextualização de sua produção e finalidades (AMORIM,

1998; AULER e DELIZOICOV, 2001; AULER, 2003; RAMOS e SILVA, 2007; CASSIANI et al., 2014).

As Ciências da Natureza expõem a realidade objetiva, o que faz com que o conhecimento elaborado a partir do mundo sensível seja sempre reformulado após novas descobertas, ao se questionar o porquê dos fenômenos e admitir que a percepção sobre eles pode ser modificada. Em uma perspectiva materialista moderna, considera-se que essa realidade não é definida apenas pela objetividade em si, mas sim que ela se dá a partir de sua compreensão, segundo leis que se pode investigar. Dessa forma, há possibilidade de avanço em relação ao positivismo, muito influente nesta área do conhecimento e que se atém a estudar como são os fenômenos em suas leis regulares (LEFEBVRE, 1991).

A visão neutra do pesquisador pode ser associada à herança do modelo empirista da ciência moderna, segundo o qual o conhecimento é proveniente da experimentação e o pesquisador, ao executar o experimento, interfere minimamente no fenômeno estudado (ANDERY et al., 2014). No entanto, a partir da compreensão de que a produção de conhecimento se dá por meio da observação da realidade submetida a leis criadas pelo pensamento, não é possível existir neutralidade, uma vez que essa atividade ocorre sempre de uma prática social pontual, em um determinado contexto histórico e social.

No entanto, sabemos que as concepções que os homens elaboram não têm apenas um caráter gnosiológico, isto é, relativo ao conhecimento da realidade, mas também ideológico, isto é, relativo aos interesses e necessidades humanas. Em suma, o conhecimento nunca é neutro, ou seja, desinteressado e imparcial. Os homens são impelidos a conhecer em razão da busca dos meios de atender às suas necessidades, de satisfazer às suas carências. [...] Os interesses impelem os conhecimentos e, ao mesmo tempo, os circunscrevem dentro de determinados limites (SAVIANI, 2012c, p. 66).

Nesse sentido, nas pesquisas analisadas se evidencia que o tratamento dado ao ensino segue a lógica do tratamento dado ao conhecimento pela área das Ciências da Natureza, que se fundamenta supostamente na objetividade e neutralidade.

Sete trabalhos apresentam ACT como uma de suas palavras-chave, dos quais todos se fundamentam em elementos da lógica formal (AULER e DELIZOICOV, 2001; AULER, 2003; SILVEIRA e BAZZO, 2009; FABRI e SILVEIRA, 2013, 2015; RIBEIRO e GENOVESE, 2015; OLIVEIRA, GUIMARÃES e LORENZETTI, 2016). Pode-se dizer que o conhecimento trata da compreensão de relações, sendo que a razão é que consegue chegar à essência e à contradição que as constituem. Não basta apenas indicar o que as coisas são, em suas partes, sem compreender os mecanismos que as direcionam e o movimento constante que

nelas está imbricado. A ciência parte dessa causalidade de compreensão. Esta deve superar a lógica formal no sentido estrito e avançar no entendimento do movimento que é parte da natureza. Assim, uma pesquisa baseada em leis absolutas e imutáveis não pode compreender a totalidade (LEFEBVRE, 1991).

[...] na concepção empírico-racionalista segundo a qual o conhecimento se realiza mediante um método de análise e soma [...]. Ao contrário, no pensamento dialético o real é entendido e representado como um todo que não é *apenas* um conjunto de relações, fatos e processos, mas também a sua *criação*, estrutura e gênese (KOSIK, 1976, p. 50-51).

Um fato que chama a atenção nas discussões no *corpus* é a recorrente indicação da necessidade em aproximar o conhecimento científico do cotidiano do aluno, como por exemplo, ao indicar como objetivo da prática docente “intermediar a discussão desses saberes para aproximar os conteúdos disciplinares da realidade vivida pelos estudantes e desconstruir a ideia de que esses conhecimentos são desprovidos de utilidade fora do ambiente escolar” (OLIVEIRA, GUIMARÃES e LORENZETTI, 2016, p. 525). Embora válido, este posicionamento enfoca excessivamente a prática em si, em um direcionamento utilitário do conteúdo, secundarizando ou até mesmo desconsiderando um referencial teórico e epistemológico para tal atividade.

A reunião de fatos da realidade objetiva é momento crucial do processo de investigação científica. Estes fatos só podem ser compreendidos em seu contexto, porém a sistematização do conhecimento não pode ser apenas uma junção desses fatos. A investigação deve buscar, por meio de novas sínteses, compreender a real natureza dos fatos e buscar meios para mudar o que já estiver compreendido na medida em que isso se faça necessário. Nesse percurso investigativo pode-se destacar um ou outro aspecto que seja mais adequado para melhor compreender o objeto em questão. “A *investigação científica enquanto ato do conhecimento se realiza à base da interação prática do sujeito com o objeto*. Ela constitui uma forma teórica de apreensão do objeto pelo sujeito, nela se manifesta especialmente a natureza social do sujeito” (KOPNIN, 1978, p. 226, grifo do autor).

Portanto, a teoria faz parte da construção do conhecimento e não deve ser preterida em relação à prática. Uma abordagem de ensino na qual a prática é analisada de forma isolada, tanto da teoria como de seu contexto histórico e social, não é capaz de romper nem com uma visão fragmentada de mundo e nem com a ideia utilitária do conhecimento científico. No atual contexto da sociedade capitalista, constituída a partir de interesses antagônicos de classes

sociais, esta abordagem atende aos interesses da classe dominante, restringindo ao acesso do sujeito ao conhecimento imediato.

A compreensão da realidade não se limita à explicação que o senso comum dá ao imediatismo do fenômeno. Para alcançar o conhecimento é preciso entender que a realidade é uma unidade composta pelo fenômeno e sua essência, enquanto unidade entre objetividade e subjetividade. O fenômeno indica a essência, porém sua manifestação não se dá de forma totalmente imediata, mas sim mediada e restringir-se ao imediato é viver no mundo da pseudoconcreticidade<sup>23</sup>. É papel do pensamento dialético destruir essa pseudoconcreticidade, aceitando a objetividade dos fenômenos ao mesmo tempo em que reconhece a sua subjetividade (KOSIK, 1976).

O mundo real, oculto pela pseudoconcreticidade, apesar de nela se manifestar, não é o mundo das condições reais em oposição às condições irreais, tampouco o mundo da transcendência em oposição à ilusão objetiva; é o mundo da *praxis* humana. É a compreensão da realidade humano-social como *unidade* de produção e produto, de sujeito e objeto, de gênese e estrutura. [...] A destruição da pseudoconcreticidade significa que a verdade não é nem intangível, nem alcançável de uma vez para sempre, mas que ela se faz; logo, se desenvolve e se realiza (KOSIK, 1976, p. 23, grifos do autor).

O conhecimento se constitui em etapas que se articulam. O movimento de produção do conhecimento vai do objeto às abstrações e pelo retorno delas ao objeto, com uma nova visão sobre ele. Tal movimento constitui o conhecimento como uma síntese de múltiplas determinações. Na primeira etapa, na qual se atêm o empirismo e o positivismo, a realidade complexa é reduzida a conceitos mais simples e gerais. A segunda etapa, se vista isoladamente, remete à concepção idealista de que o conhecimento se constitui apenas no pensamento, com a formulação de ideias pela abstração. Segundo a concepção marxista, ambas as etapas são importantes e relacionadas para o alcance do conhecimento, pois o concreto real (inicial) é diferente do concreto pensado (final) (SAVIANI, 2012c).

As pesquisas em nível de uma lógica formal se restringem à primeira etapa, que consiste na avaliação do concreto real e não avançam na compreensão do conteúdo para atingir o concreto pensado.

A lógica formal se detém no momento analítico, abstrato, promovendo as distinções dos vários aspectos e enunciando na forma das categorias mais simples, isto é, gerais, os elementos do objeto estudado. Pela lógica dialética esse momento é

---

<sup>23</sup> Com base em Marx, o autor explica que a existência da ciência e da filosofia são fundamentais na busca pela essência dos fenômenos, visto que ela não coincide com o imediato. Se a aparência e a essência coincidissem, a ciência e a filosofia seriam desnecessárias.

superado, sendo recuperado o concreto real agora compreendido e enunciado teoricamente em toda a sua complexidade (SAVIANI, 2012a, p. 128).

“Tecnociência” é um termo que também chama a atenção no *corpus* analisado (PINHEIRO, SILVEIRA e BAZZO, 2007; FIRME e AMARAL, 2011; SILVA, 2012; BENCZE, CARTER e KRSTOVIC, 2014; OLIVEIRA, GUIMARÃES e LORENZETTI, 2016). Em geral, há um entendimento de que o termo se aplica à atual configuração das relações entre a ciência e a tecnologia, indicando a impossibilidade de separá-las ou diferenciá-las, e que seus avanços são intrínsecos aos interesses mercadológicos e sociais. Os autores afirmam a importância da escola na difusão e esclarecimento deste termo, pois ensinar a ciência englobando a perspectiva da tecnociência pode contribuir para a formação de cidadãos supostamente capacitados.

No entanto, esse entendimento parece limitar a compreensão da ciência e da tecnologia, ao desconsiderar as suas especificidades de constituição e desenvolvimento, submetendo-as exclusivamente às demandas produtivas capitalistas. Esse olhar focado em sua aparente utilidade é mais uma evidência de como a lógica formal se faz presente no pensamento acadêmico expresso pelo *corpus*.

Com base no entendimento de Marx e Engels (2007), Marx (2011a) e Duarte (2013), tanto a ciência como a tecnologia podem ser compreendidas como unidades de objetivações e apropriações, associadas à capacidade produtiva do homem. Neste caso, ambas são consideradas expressões do trabalho enquanto atividade humana, tanto de forma material quanto imaterial.

No processo pelo qual o homem se relaciona com a natureza, transformando e sendo transformado por ela, ele também se apropria de seus elementos e os objetiva a partir do momento em que dá a eles uma significação social. Em outras palavras, essa apropriação determina e é determinada pelas formas de organização social. O produto do trabalho (objetivação) é apropriado pelas novas gerações para a satisfação de suas necessidades. Porém, novas necessidades são constantemente produzidas, demandando novas formas de apropriação e objetivação.

Propõe-se aqui a compreensão da ciência e da tecnologia como diferentes produtos do trabalho, mas que se apresentam em uma relação dialética. A ciência, como produto do trabalho imaterial, é objetivação em sua forma lógica de organização do conhecimento, submissa às leis do pensamento e produzida a partir da apropriação dos elementos da natureza. A tecnologia, como produto material do trabalho, é objetivada em instrumentos nos quais o trabalho está materializado no objeto.

Na sociedade capitalista, a apropriação do conhecimento científico é colocada a serviço do desenvolvimento tecnológico. Os produtos do trabalho não são igualmente acessíveis a todos, visto que a necessidade de expansão da objetivação se deu pela divisão social do trabalho e “as relações sociais capitalistas fazem com que aqueles que constroem a realidade objetiva humana não possam dela se apropriar, não tenham controle sobre a mesma. Nas palavras de Duarte: “arrancam” dos seres humanos “sua vida genérica”, isto é, “seu trabalho” (2013, p. 74).

Ao compartilhar a ideia de que há uma submissão da ciência e da tecnologia ao capital, Feenberg (2015) aponta que o termo tecnociência reafirma este propósito. Ele explica que essa junção obscurece a linha de separação entre as especificidades de cada elemento, o que favorece a sua manipulação de acordo com interesses políticos e dificulta a sua compreensão por grande parcela da população. Afirma ainda que para que uma tecnociência seja realmente possível, os critérios científicos e tecnológicos deveriam apresentar um ponto de intersecção, o que nem sempre ocorre, visto que, prioritariamente, a ciência é associada a um critério de verdade do conhecimento, enquanto a tecnologia é associada a utilidade em práticas sociais.

Parte-se agora para um olhar mais atento sobre a tecnologia no que tange ao seu uso nos processos de ensino de Ciências.

### **1.3.3 Tecnologia no ensino de Ciências da Natureza**

Conforme o exposto, a tecnologia é associada ao processo produtivo em distintos momentos, articulando-se ao debate sobre ciência e educação. Entre as variadas perspectivas dessa aproximação, interessa aqui compreendê-la como parte dos processos educacionais, em especial o seu uso pedagógico no ensino da área. Para isso, não se pode restringir o olhar apenas à área específica, mas considerar a sua singularidade como uma manifestação da totalidade, situada no contexto histórico específico da contemporaneidade.

Para a análise das concepções sobre o uso das tecnologias nos trabalhos pesquisados, foram escolhidas como referencial teórico as produções de Peixoto (2008, 2012, 2016) e Feenberg (2010a). Esse referencial apresenta um olhar crítico sobre a temática, indicando que é necessário empreender uma visão filosófica e epistemológica para melhor compreender o contexto de uso da tecnologia e a sua relação com os sujeitos, e assim avançar para além do que está aparente em busca da essência dessa relação.

No referencial teórico pesquisado para a compreensão do percurso histórico do ensino de Ciências no Brasil, percebe-se que a tecnologia aparece inicialmente como uma temática a ser abordada, oriunda de uma demanda econômica alinhada ao projeto nacional desenvolvimentista (KRASILCHIK, 2000, 2008; TEIXEIRA e MEGID NETO, 2006; NASCIMENTO et al., 2010; NARDI, 2014). Essa forma de tratamento da tecnologia se fundamenta em uma racionalidade instrumental, associada a uma visão utilitária e autônoma que desconsidera a sua relação com os sujeitos.

É importante enfatizar que a tecnologia é um fenômeno em construção e que não há um período que seja destituído de técnica, ou seja, ela não é exclusiva da era industrial. O homem produz novas tecnologias a cada época de acordo com as necessidades sociais, transformando-se também na relação que estabelece com elas, posto que “o progresso tecnológico representa um fenômeno social total” (PINTO, 2005, p. 304). Assim, é fundamental o exercício de compreensão da relação entre os sujeitos e as tecnologias em sua historicidade, constituição e contradições.

A compreensão da tecnologia como uma produção social e coletiva,<sup>24</sup> impõe uma abordagem sob a perspectiva do modo de produção capitalista. As contradições provenientes da luta de classes se refletem nesse produto, assim como nele refletem os interesses econômicos em sua integração aos processos produtivos (ROSENBERG, 2006). Embora seja uma produção coletiva, o acesso à tecnologia é desigual. Para a classe dominante, a tecnologia é um instrumento de poder e de dominação da classe trabalhadora, enquanto para a classe trabalhadora estabelece-se uma relação predominantemente instrumental com a tecnologia. O trabalhador, na sociedade capitalista, não se reconhece no resultado de seu trabalho, mas apenas se apropria da tecnologia como instrumento de trabalho<sup>25</sup> (PINTO, 2005).

Embora deva ser compreendida como uma síntese de trabalho intelectual objetivado, a tecnologia é colocada nos processos de ensino fundamentada na racionalidade instrumental, tornando-se uma inovação submetida ao projeto neoliberal e às suas condicionalidades econômicas (MORAES, 2012). A racionalidade instrumental, “por sua vez, expressa os mecanismos ideológicos de uma economia liberal globalizada. [...] revela-se, especialmente, na distinção entre meios e fins e na dissociação entre aspectos técnicos e pedagógicos” (PEIXOTO e CARVALHO, 2014, p. 583). O discurso não perde o seu viés técnico e economicista também no que se refere aos usos de tecnologias em processos educacionais.

<sup>24</sup> “Uma história crítica da tecnologia provaria o quão pouco qualquer invenção do século XVIII pode ser atribuída a um único indivíduo. Até então, tal obra inexistiu” (MARX, 2011b, p. 1295).

<sup>25</sup> Os instrumentos de trabalho, o salário e a organização do processo de produção como um todo são recursos que a classe dominante utiliza para extrair a mais valia do trabalhador (MARX, 2011b).

Na inserção das tecnologias na educação há uma recorrente centralidade dada à tecnologia, em detrimento de uma abordagem de relação dialética entre sujeito e objeto (ARAÚJO, 2008; MARCON, 2015; PEIXOTO, 2015; OLIVEIRA e ECHALAR, 2016; MORAES e PEIXOTO, 2017; MALAQUIAS, 2018). Esta abordagem tecnocentrada, segundo Peixoto (2015), se apresenta nas visões determinista e instrumental.

O determinismo tecnológico parte da premissa de que “a tecnologia não é controlada humanamente, mas que, pelo contrário, controla os seres humanos, isto é, molda a sociedade às exigências do progresso” (FEENBERG, 2010a, p. 59). Ao conduzir a sociedade, a tecnologia é tida como autônoma no direcionamento de sua lógica e com o poder de impô-la aos sujeitos sociais, com efeitos positivos ou negativos não passíveis da ação de seus usuários (PEIXOTO, 2015).

Na visão instrumental há um posicionamento de que a tecnologia é neutra, de forma que a relação entre o sujeito e o objeto pode ser compreendida na aparência do fenômeno, isto é, na atividade moldável da ação humana sobre o objeto técnico. É uma relação dicotômica entre meios e fins, em que eles são independentes, desconsiderando os fatores macroestruturais que a condiciona e foca-se apenas nos resultados a serem obtidos (PEIXOTO, 2015). Nessa perspectiva, “o controle humano e a neutralidade de valor se entrecortam. Essa é a visão padrão moderna, segundo a qual a tecnologia é simplesmente uma ferramenta ou instrumento com que a espécie humana satisfaz suas necessidades” (FEENBERG, 2010a, p. 58).

Peixoto e Araújo (2012) discutem, a partir de uma análise das produções sobre o uso de computadores, estas duas visões sobre a presença das tecnologias e seus impactos no mundo atual. A visão instrumental, enquanto possibilidade de transformação por ser recurso didático-pedagógico moldado pelo sujeito, e a visão determinista da tecnologia, como novo paradigma imposto como condição da educação e determinante de nova configuração social e cultural.

Segundo a visão instrumental, então, os efeitos do uso da tecnologia na educação dependem da maneira como esta é apropriada pelos sujeitos: segundo um modelo instrucional e transmissivo ou segundo um modelo de aprendizagem autônoma e colaborativa. Mas a visão determinista também pode ser “otimista”, ao se considerar que a tecnologia nos conduzirá a uma vida melhor, ou pode ser “pessimista”, se considerarmos que a tecnologia nos conduzirá ao isolamento e ao domínio das máquinas (PEIXOTO e ARAÚJO, 2012, p. 264).

A partir do referencial apresentado para esta pesquisa optou-se por discutir os trabalhos analisados a partir das categorias tecnocêntrica e dialética (Tabela 10). A abordagem tecnocêntrica foi classificada em determinista, instrumental e determinista/instrumental.

**Tabela 10.** Concepções sobre o uso de tecnologias identificadas no *corpus*.

Concepção		Número de ocorrências	Percentual (%)
Tecnocêntrica	Instrumental	65	54,16
	Determinista/instrumental	41	34,16
	Determinista	6	5
Dialética		8	6,66

Fonte: Elaborada pela autora.

Na maior parte da produção, as tecnologias são consideradas numa perspectiva tecnocêntrica (112 trabalhos), dado que corrobora com outras pesquisas investigativas da temática relação entre educação e tecnologias (BARRETO et al., 2006; ARAÚJO, 2008; ECHALAR, 2015; MARCON, 2015; MORAES, 2016; MALAQUIAS, 2018).

O processo de informatização educacional no Brasil não se deu de forma igualitária, o que atende aos interesses neoliberais. Um primeiro propósito dessa inserção é a formação de mão de obra qualificada que possa contribuir para o desenvolvimento do país, ou seja, é “preciso permitir o acesso à tecnologia da informática ao maior número possível de indivíduos e isto só ocorrerá através da educação oferecida a um povo” (MORAES, 1996, p. 111).

Peixoto e Carvalho (2014, p. 583) indicam que os propósitos pedagógicos também estão submetidos a uma lógica economicista.

O que observamos é que a ênfase nos resultados, o formalismo, a aprendizagem flexível, o desenvolvimento de competências, a economia de tempo e a especialização de caráter reducionista e fragmentado são tendências pedagógicas impostas pela racionalidade técnica. Tal racionalidade tem se materializado tanto em programas internacionais quanto nas políticas públicas educacionais brasileiras, com desdobramentos em organismos e instituições específicos.

O uso de tecnologias apresentado nos trabalhos analisados faz parte de um contexto mais amplo da educação brasileira. Embora eles não expliquem o processo de constituição da relação entre o uso e a área de ensino de Ciências, suas diretrizes se apresentam em consonância com os padrões internacionais e neoliberais. Ao que se pode perceber, nas décadas de 1970 e 1980, os pesquisadores do ensino de Ciências parecem estar centrados na sua consolidação enquanto área, na criação de programas de pós-graduação e sociedades científicas, e a temática aqui pesquisada é enfatizada a partir do final da década de 1990.

Compreende-se que “a tecnologia desvela a atitude ativa do homem em relação à natureza, o processo imediato de produção de sua vida e, com isso, também de suas condições sociais de vida” (MARX, 2011b, p. 1295). Sua história se mescla com a história do homem e do desenvolvimento do modo de produção capitalista. Esta relação também se verifica na inserção das tecnologias aos processos educacionais.

Como forma de preparar os indivíduos para atender à demanda produtivista, “acreditar na ideia de que as tecnologias de informação efetivamente possibilitassem a socialização do saber seria, por consequência, acreditar que o capitalismo estaria socializando os meios de produção” (DUARTE, 2001, p. 68). A socialização parcial da tecnologia e do conhecimento atende aos interesses de reforço das desigualdades, de modo que se dê continuidade ao processo de exploração do trabalho e alienação dos sujeitos.

A inserção de tecnologias nos processos educacionais, que está imersa na lógica neoliberal, tem sido constantemente relacionada à obtenção de resultados positivos e supostas melhorias nos processos de ensino e aprendizagem, o que se manifesta de forma recorrente no *corpus* analisado. Entre as 60 pesquisas empíricas analisadas (relacionadas em maioria a processos de ensino), 58 são tecnocentradas e repletas de afirmações sobre o papel e potencialidades das tecnologias, tais como: a motivação e maior autonomia gerada por ela nos sujeitos; promoção da integração dos indivíduos à sociedade; necessidade inevitável de sua inserção para a vida social; papel facilitador e inovador dos processos educativos; aumento da capacidade crítica dos alunos; mudanças nas formas de comunicação; diminuição de índices de evasão e repetência; favorecimento de interdisciplinaridade. Essas indicações são elementos importantes para a compreensão das funções atribuídas às tecnologias pelas pesquisas e são retomadas para a análise nesta seção.

Segundo Marx (2011b), todas as necessidades humanas são constituídas historicamente, dadas as condições de cada contexto e, à medida que elas são atendidas, novas necessidades emergem de acordo com novas demandas sociais. Um primeiro ato histórico para a satisfação das necessidades vitais de sobrevivência é substituído por atos sucessivos

que correspondem a necessidades socialmente constituídas, a exemplo do desenvolvimento tecnológico para a manutenção das relações produtivas na sociedade industrial.

Nos artigos sobre ensino de Ciências analisados está presente o discurso que coloca o uso das tecnologias como uma condição inevitável para a satisfação da necessidade de inserção social dos indivíduos. Uma maior compreensão científica e tecnológica da realidade, que deve corresponder a um melhor desempenho na cadeia produtiva e inserção no mercado de trabalho, também é evidenciada no *corpus*. Sarian (2015) explica que a alfabetização digital, a exemplo do que tem sido colocado como condição essencial de inserção social, é associada à aquisição de competências e habilidades que passam a ser responsabilidade da escola.

No entanto, ressalta-se que é necessário olhar para além dos usos, pois eles são a expressão de outros elementos e valores de cada contexto, como por exemplo, o valor simbólico de “estar conectado” (PEIXOTO, 2015). O mero acesso aos objetos tecnológicos não significa uma compreensão do seu real papel, tão pouco do seu sentido e efeito na integração social, mas é um fato que na verdade colabora para a tentativa de silenciamento das contradições e continuidade da divisão social (SARIAN, 2015). Isto porque a dinâmica da técnica e da tecnologia na sociedade capitalista não é neutra, mas inserida na arena da luta de classe. Tal dinâmica se configura numa realidade concreta, impregnada pela divisão do trabalho e serve diretamente ao processo de acumulação de capital.

A concentração de capital na classe proprietária dos meios de produção implica necessariamente na exclusão da classe trabalhadora das instâncias decisórias e das formas mais elevadas de conhecimento. O que tem sido denominado de desenvolvimento tecnológico vincula-se à ordem neoliberal que tem sido instrumento de conservação de uma ordem econômica fundada na iniciativa privada (apoiada pelo capital estrangeiro) e do consequente desgaste de ações sociais protetivas de direitos públicos (LOMBARDI, 2010), expressando um retrocesso no que diz respeito às condições de vida e aos direitos sociais da classe trabalhadora.

Nas pesquisas analisadas, a necessidade de acesso à tecnologia no ambiente escolar não é colocada no sentido de oportunizar o conhecimento desses objetos e de suas funcionalidades como parte de uma produção histórica construída pelos sujeitos, mas sim como algo alheio a eles e em uma perspectiva utilitária. Verifica-se que a maior parte do *corpus* explica a necessidade de uso das tecnologias a partir de um viés determinista e instrumental, que se atém à superficialidade aparente das relações entre os sujeitos e os objetos.

No *corpus*, há uma centralidade temática nos usos de tecnologias como metodologias para o ensino e aprendizagem de conteúdos determinados. Nas pesquisas que tratam do ensino e da aprendizagem com tecnologias, a maioria corresponde a pesquisas empíricas que relatam a utilização de objetos tecnológicos e avaliam a eficácia de resultados. Alguns trabalhos indicam dificuldades, como a falta de preparo técnico do professor e infraestrutura inadequada, mas ainda sim priorizam os efeitos positivos da utilização.

A crença de que o uso de tecnologias no ensino provoca melhorias na aprendizagem, de forma imediata e com uma valorização excessiva dos objetos tecnológicos, é explicada por Oliveira (2001) como o mito da tecnologia. No entanto, a autora pondera que, ao mesmo tempo em que o recurso é supervalorizado, ele também é questionado pela necessidade constante de sua inovação. A condição dos recursos é efêmera, visto que eles vão sendo modificados, assim como a compreensão de sua constituição a partir da ação humana. Não se pode atribuir ao recurso um papel de possibilitar por si acesso ao conhecimento e condições de equalização social, nem de compreendê-los como neutros.

Entre os aspectos apresentados pelas pesquisas como positivos está a associação das metodologias com o uso de tecnologias à ideia de um ensino inovador. Este uso é apresentado como alternativa ao ensino dito tradicional, principalmente no que se refere a aulas expositivas com uso do livro didático ou quadro e giz. A desvalorização dos recursos ditos tradicionais, sinalizados como ultrapassados e ineficientes, é acompanhada da crítica à educação baseada na transmissão de informações a serem reproduzidas (ARAÚJO, PEIXOTO e ECHALAR, 2018).

Não aparece nas pesquisas uma definição explícita de ensino tradicional, mas apenas exemplos de recursos associados a ele. Assim como afirmam Ferreira e Duarte (2012, p. 1029), há uma recorrente afirmação no sentido de que o uso das “tecnologias deve ser acompanhada de profundas mudanças pedagógicas, que rompam com a ultrapassada lógica da transmissão e desloquem a ênfase para a construção do conhecimento, sob o risco de se incorrer nas velhas práticas, apenas com ferramentas novas”.

Verifica-se uma supervalorização dos objetos técnicos, como sendo a sua inserção capaz de mudar o cenário tradicional e promover novas formas de ensino e de aprendizagem. Assim, o uso da tecnologia é colocado como uma nova necessidade e não como uma escolha que o docente possa fazer do recurso a ser adotado. Concorda-se com a compreensão de Echalar e colaboradores (2015) que essa visão coloca a tecnologia como determinante do trabalho docente, em que os sujeitos exercem um trabalho alienado ao não se reconhecerem

no resultado de sua atividade. Desse modo, eles apenas reproduzem práticas de ensino previamente determinadas.

É preciso superar o discurso salvacionista de que as tecnologias podem resgatar a qualidade do ensino de forma automática, assim como de que são instrumentos neutros e dados as quaisquer finalidades (BARRETO et al., 2006; PEIXOTO, 2008; BONILLA, 2010).

A inovação tecnológica como motor de transformação dos setores produtivos (MARX e ENGELS, 2007; MARX, 2011b) não deve ser automaticamente transposta aos processos educacionais, visto que nessa perspectiva prioriza-se o trabalho material e a produção de mercadorias. Em uma educação humanizadora, o aluno acessa o conhecimento e o trabalho objetivado em tecnologia para a sua integração ao que foi historicamente constituído, em uma forma de avanço de sua percepção enquanto ser genérico.

O acesso ao conhecimento e ao trabalho objetivado em tecnologia permite ao aluno se integrar ao que foi historicamente constituído, desde que tal acesso se dê em processos que comportem as distintas determinações que marcam as produções humanas, inclusive em suas contradições. A inovação tecnológica não deve ser automaticamente transposta dos processos produtivos aos processos educacionais. O modo de produção capitalista se fundamenta na expropriação econômica e social do trabalhador e na concentração do capital (MARX e ENGELS, 2007, 2017; MARX, 2011b). A formação humana permite aos alunos das classes trabalhadoras a superação da sua condição de expropriação no sentido de se perceberem enquanto ser genérico. A ampliação do acesso à tecnologia, no sentido exposto, é uma possibilidade de avanço em direção à percepção genérica.

Os artigos do *corpus* analisado não mencionam cursos ou alguma outra atividade de formação docente para o uso de tecnologias, ainda que reforcem a ideia de ser necessário inseri-las como forma de inovação. Alguns relatos indicam que há um planejamento metodológico relacionado ao conteúdo, como por exemplo, temas a serem trabalhados na abordagem CTS. Em outros artigos, que tratam das experiências de utilização de algum programa específico, não há menção sobre a forma como o docente se preparou para tal atividade.

Sobre a formação para o uso de tecnologias, Malaquias, Oliveira e Peixoto (2019) destacam que ela tem sido restrita aos aspectos instrumentais e distanciada da dimensão pedagógica, com um recorrente discurso associado à inovação. Ao problematizar a questão, as autoras afirmam que, “se elo de ligação entre docente e aluno for centrada no objeto tecnológico e não o conteúdo pedagógico a prática do professor será esvaziada, implicando no empobrecimento da formação humana” (2019, p. 119).

Ao analisar a condição explicitada nessa produção acadêmica, aparentemente pode-se considerar que ele apresenta um cenário em que o professor tem autonomia de usar a tecnologia de acordo com a sua escolha. No entanto, ao pensarmos o contexto maior em que esse professor se encontra, é possível inferir que essa escolha depende de vários fatores, como por exemplo o conhecimento técnico dos objetos, formas de articulação com o conteúdo específico, políticas educacionais sobre a temática e infraestrutura do ambiente escolar. Portanto, é temerário e limitado o posicionamento que atribui a responsabilidade pelos resultados do uso das tecnologias ao professor, corroborando com o discurso instrumental.

Há de destacar o fato de que o atual contexto educacional está submetido à lógica do capital (MORAES, 1996, 2012; MÉSZÁROS, 2008; PEIXOTO e CARVALHO, 2014; LIBÂNEO, 2018) e, sendo assim, os sujeitos estão imersos em relações de exploração. Dada essa condição, pode-se entender que a relação que o sujeito estabelece com a tecnologia se dá, em sua maioria, de forma alienada no campo da formalidade. Esta relação alienada visa a atender necessidades imediatas.

Segundo Costa e Leme (2014), é ilusório o discurso de que a educação, ao ser associada a tecnologia, pode promover a capacitação técnica e melhorar a condição de vida dos trabalhadores, visto que há uma contradição entre a proposta para o uso e a estrutura tecnológica.

Pois, ao mesmo tempo que possibilita o acesso à informação, que supostamente viabiliza condições materiais para a progressiva redução da exploração e da desigualdade, mais a mente e o corpo dos homens são condicionados em sentido contrário pela via do consumo. Logo, a utilização de novas tecnologias, incorporadas ao processo formativo pela educação, não está imune ao ciclo vicioso da alienação do indivíduo, visto que a potencialidade inerente à utilização das novas tecnologias de acesso à informação, pelos aparatos tecnológicos, também se esvai perante essa contradição essencial, por meio da qual todo pensamento tende a ser reduzido à dimensão do fetiche (COSTA e LEME, 2014, p. 139-140).

Uma discussão do trabalho, a exemplo do materializado como tecnologia, não pode ser feita de forma dissociada da compreensão da estrutura econômica e política da sociedade, fato este que lhe tiraria a objetividade. É preciso evidenciar o fio condutor entre os elementos da relação, que só podem ser compreendidos em uma perspectiva histórica (PINTO, 2005). No uso educacional da tecnologia aqui tratado, olhar apenas para a prática, como apresentado em geral pelas pesquisas analisadas, é ignorar a relação contextual e assim continuar a reproduzir as atuais condições sociais.

O tratamento dualista da questão se evidencia na forma de abordar a relação entre professor e aluno, sendo que o primeiro utiliza a tecnologia para ensinar e o segundo para

aprender. Esse dualismo se expressa também numa oposição entre a tecnologia, que se destaca num processo de desenvolvimento e de progresso unidirecional, e os indivíduos, que podem ser considerados inteiramente autônomos (visão instrumental) ou completamente submissos (determinismo tecnológico). A separação dos elementos como opostos é uma característica evidente da lógica formal (LEFEBVRE, 1991) presente em maior parte da produção analisada. Em uma compreensão dialética, ao superar a lógica formal e olhar os sujeitos e a tecnologia como um par dialético, percebe-se que eles se determinam reciprocamente e a relação de mediação não pode ser compreendida imediata e formalmente (PEIXOTO, 2016).

De modo geral, no *corpus* desta pesquisa há uma desarticulação entre teoria e prática, relacionada ao uso de tecnologias no ensino, que pode ser evidenciada pela falta de um referencial teórico sobre tecnologias, além da já exposta ausência de teorias educacionais. A centralidade dada aos usos nas práticas pedagógicas sem uma fundamentação teórica crítica, limitada à preocupação em inovar no sentido de abandonar os recursos tradicionais, pode levar à reprodução metodológica.

Entende-se que o docente frequentemente se restringe às demandas práticas do ensino por diversos fatores contextuais, como o excesso de carga horária em suas atividades e a falta de incentivo e condições para capacitação. Ainda assim, ressalta-se que a forma de superação de um ensino reprodutivista é a sua articulação com a teoria, como forma de orientá-lo para além da mera repetição de conteúdo. Segundo Noronha (2005), a escola é um ambiente propício para a articulação da teoria com a prática, no âmbito da práxis, no sentido de romper com a lógica produtivista do capital que reduz a educação ao papel de formação de competências para o mercado.

No que diz respeito às relações entre tecnologia e educação, identifica-se o recuo da teoria (KUENZER e MORAES, 2005; ARAÚJO, 2014; MORAES e PEIXOTO, 2017). Em aproximadamente metade dos artigos analisados (62 trabalhos) não foi identificado um referencial teórico direcionado à discussão da concepção de tecnologia por eles adotada. Nos demais, ela foi discutida com a citação de 177 autores (APÊNDICE H), com 150 deles citados uma única vez (84%). Langdon Winner (7 vezes), Pierre Lévy (6 vezes), José Armando Valente (6 vezes), Vani Moreira Kenski (5 vezes), Arnold Pacey (5 vezes) e Karl Marx (4 vezes) foram os autores mais recorrentes. Ainda que em parte haja um referencial, em geral não foi possível compreender claramente como os textos do *corpus* analisado entendem a tecnologia, ainda que o termo seja amplamente utilizado.

Alguns desses autores foram também encontrados na produção acadêmica relacionada ao uso de tecnologias no ensino de Matemática, conforme pesquisa realizada por Malaquias (2018), como Lévy, Valente e Kenski. Ao analisar o discurso proveniente desse referencial, Malaquias indica que, apesar de se afirmarem críticos, eles corroboram com a lógica formal e tecnocentrada, o que não contribui para a explicitação das contradições presentes na sociedade capitalista.

O autor Pierre Lévy foi encontrado por Araújo (2008) como principal referência teórica em pesquisas que tratam do uso do computador na educação escolar brasileira. Segundo a autora, as pesquisas não se apropriam das ideias do referido autor e o utilizam, dado seu renome, como uma forma de legitimação dos dados, visto que ele não trata especificamente deste tema e sim de uma análise antropológica do ciberespaço.

Ao refletir sobre os desdobramentos da abordagem tecnocentrada, com a valorização dos objetos técnicos e alinhamento com as demandas econômicas, entende-se que ela colabora para a submissão da ciência à tecnologia ao sobrepor o objetivo do desenvolvimento tecnológico ao científico.

Se pretendemos observar criticamente as relações entre as tecnologias e a educação, é importante questionarmos o saber instrumental que privilegia a explicação causal e o saber prático como fonte de significação; e precisamos nos libertar da racionalidade instrumental que se apoia numa visão de ciência que privilegia a tecnologia como fonte da solução dos problemas humanos (PEIXOTO, 2016, p. 373).

Uma crítica ao progresso econômico como meio de promoção de bem-estar social, proveniente de desenvolvimento científico e tecnológico, foi identificada no *corpus* da pesquisa.

Essa visão idealizada da tecnologia pode estar sendo incentivada pelos próprios professores da área de Ciências da Natureza. A saber, a concepção que parece ser dominante entre esses professores sustenta que a tecnologia é, fundamentalmente, uma aplicação das ciências [...]. Afirmar que a ciência precede a tecnologia ou que a tecnologia é subordinada à ciência, além de não ser historicamente verdadeiro, significa negligenciar, entre outras coisas, as implicações sociais da tecnologia. Assim, não se possibilita um olhar crítico a seu respeito e [...] isso pode levar os alunos a assumirem essa pretensa aplicabilidade e “utilidade” das ciências como sendo sempre benéficas. Tal postura pode estimular neles uma visão indesejável, fantasiosa e apologista da tecnologia (LIMA JÚNIOR et al., 2014, p. 176).

É possível perceber em algumas das publicações analisadas um movimento crítico em relação ao uso de tecnologias no ensino. Ao analisar pesquisas sobre o uso de recursos audiovisuais na educação em Ciências, Rezende Filho, Pereira e Vairo explicam que a maior

parte dos trabalhos são pesquisas empíricas sobre a prática com esses recursos pautadas principalmente no instrumentalismo, com ênfase na dimensão técnica, e “qualquer que seja o recurso ou a ‘mídia’, uma visão instrumental limita as possibilidades de se ver o recurso em suas especificidades” (2011, p. 198). Ainda fazem uma crítica à falta de diálogo dos autores da área específica do conhecimento com os da área do cinema e audiovisual o que “nos leva a entender que para a pesquisa em Educação em Ciências estes meios são compreendidos como um instrumento já conhecido, cujas relações entre concepção e utilização não precisam ser discutidas ou não precisam ser objeto da reflexão” (2011, p. 198).

Duarte e Rezende (2012, p. 265) fazem uma crítica aos autores que “defendem as vantagens das TIC como novos recursos didáticos que atualizam e facilitam o ensino, ou que motivam ou contribuem para o processo de aprendizagem de Ciências”, sem a devida problematização do contexto e formas dessa inserção. As autoras indicam ainda que a determinação direta de resultados relacionados aos usos no ensino de Ciências pode ser associada à racionalidade técnica que pauta a formação dos profissionais envolvidos numa pedagogia tecnicista.

Em pesquisas nas quais se percebe o olhar crítico sobre as tecnologias, identifica-se também que ainda há elementos de uma abordagem tecnocêntrica, ou seja, há um avanço limitado. Deve-se avançar na compreensão da relação dialética entre as tecnologias e os processos educacionais, para que o objetivo da inserção tecnológica no ensino não seja apenas melhor posicionar os indivíduos na sociedade, ou prepará-los para o mercado, mas sim oportunizar o esclarecimento quanto aos condicionamentos econômicos e políticos que orientam esta relação. Os objetos tecnológicos se constituem em construção cultural e coletiva, não cabendo serem colocados como polos opostos aos próprios homens, sua vida social e seu processo formativo.

É importante destacar a pouca fundamentação teórica norteadora da concepção sobre tecnologia encontrada no *corpus*. Esse referencial é um elemento que falta para a superação da lógica formal prevalente, evidenciada na maior parte da produção acadêmica analisada. Apesar da perspectiva crítica presente em algumas pesquisas, é pertinente avançar na compreensão da essência da relação entre educação e tecnologias, em busca da superação da visão tecnocentrada.

#### 1.4 Abordagens CTS e CTSA no ensino de Ciências: uma questão em destaque

As abordagens ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) são temas que se destacam na formalidade da produção acadêmica analisada. Esta é a temática de aproximadamente 56% dos artigos, o que demonstra a sua significativa inserção como tema de pesquisa na área de ensino de Ciências da Natureza. Além da produção aqui analisada, essa alta frequência também é relatada em pesquisas de outros bancos de dados, como de teses e dissertações e anais de eventos. Dado este quadro, o tratamento da temática se impôs nesta seção.

Para a temática CTS e CTSA, foi elaborada uma lista, à parte, de autores, com 330 nomes (APÊNDICE I), dos quais 192 têm única citação (58%). Décio Auler foi o autor mais citado (36 citações), seguido por Wildson Luiz Pereira dos Santos e Walter Antônio Bazzo (35 citações cada), Eduardo Fleury Mortimer (30 citações), Glen S. Aikenhead (28 citações) e José Antonio Acevedo-Díaz (24 citações). Ao compararmos estes números de ocorrência com as demais listas de autores da presente pesquisa, verifica-se que eles são maiores, o que demonstra um maior alinhamento de referencial teórico nesta temática.

Visto que os autores mais citados no *corpus*, com exceção de José A. Acevedo-Díaz, apresentam publicações entre os artigos analisados, eles são aqui retomados como referencial para se compreender o que as pesquisas apresentam sobre as abordagens CTS e CTSA.

De acordo com Santos e Mortimer (2002), a abordagem CTS é baseada no princípio de que, para atuar conscientemente na sociedade, os indivíduos devem ser alfabetizados cientificamente. O que significa que devem compreender os mecanismos que envolvem a tecnologia e a ciência no cotidiano, aprimorando a formação humana em sentido filosófico, humanístico, cultural e político. Seus defensores afirmam que esse objetivo não é alcançado em currículos tradicionais, portanto a preocupação com a reformulação do currículo para o ensino de Ciências é um dos aspectos centrais de discussão.

Segundo Auler (2007, p. 1), os objetivos de educação pautados em CTS são

promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais, discutir as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência-tecnologia (CT), adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico, formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados capazes de tomar decisões informadas e desenvolver o pensamento crítico e a independência intelectual.

A democratização do acesso ao conhecimento científico e tecnológico deve vir acompanhada de uma reivindicação de maior participação na tomada de decisões, de modo que elas sejam mais democráticas e menos tecnocráticas. Segundo Auler (2007), a tecnocracia pressupõe uma neutralidade que desconsidera os conflitos ideológicos, o que caracteriza uma concepção determinista da tecnologia.

Nas pesquisas que tratam da abordagem CTSA, é possível perceber que ela é entendida como um desdobramento da abordagem CTS, mantendo seus princípios básicos. Justifica-se a incorporação do termo ambiente pela preocupação em dar continuidade ao desenvolvimento científico e tecnológico de forma sustentável. Por exemplo, “segundo essa perspectiva, ao estudarem ciências, os estudantes devem desenvolver competências no sentido de realizarem avaliações sobre riscos e impactos ambientais causados pelo desenvolvimento científico e tecnológico em situações do dia-a-dia” (BERNARDO, FONTOURA e VIANA, 2007, p. 2).

A formação de cidadãos críticos, com conhecimento para controlar as implicações ambientais e sociais do desenvolvimento científico, também é um objetivo marcante nos trabalhos em CTSA. Marcondes e colaboradores (2009) datam o início dessa abordagem na década de 1990 e afirmam que, ao tratar o conteúdo nesta perspectiva de forma contextualizada às questões sociais, é possível proporcionar ao aluno um conhecimento significativo que lhe dará subsídios para a resolução de problemas cotidianos.

Os pressupostos do movimento CTSA são empregados, ainda, como mecanismo para promover a alfabetização científica e tecnológica, na exata medida em que visa proporcionar, aos alunos: uma compreensão atual e mais ampla da natureza da Ciência e da Tecnologia e o seu papel na sociedade [...]; fomentar habilidades analíticas, comunicativas e de pesquisa; formar cidadãos capazes de lidarem com informações disponíveis e preparados para tratarem, com responsabilidade, os assuntos científicos em contexto social (RIBEIRO e GENOVESE, 2015, p. 3).

Quanto ao direcionamento dos conteúdos, Santos afirma que, “o objetivo principal dos currículos CTS é o desenvolvimento da capacidade de *tomada de decisão*. Já o objetivo central do movimento CTSA acrescenta aos propósitos de CTS a ênfase em questões ambientais, visando a promoção da *educação ambiental*” (2007, p. 2, grifos do autor). Nessa abordagem, em suas duas versões (CTS e CTSA), deve-se primar pelos valores éticos em cidadania e valorização dos interesses coletivos.

O levantamento realizado por Strieder e Kawamura identificou os propósitos educacionais presentes na produção sobre CTS no ensino de Ciências: “(i) **percepções** entre o conhecimento científico escolar e o contexto do aluno; (ii) **questionamentos** sobre situações

sociais relacionadas à cidadania e (iii) **compromissos** sociais diante de problemas ainda não estabelecidos” (2017, p. 42, grifo das autoras). Pode-se dizer que esses elementos também estão presentes nos artigos analisados nesta pesquisa. No entanto, faz-se aqui uma ressalva à frequente associação de tais propósitos com elementos da pedagogia tecnicista, como formação de competências (SAVIANI, 2013a), a visão formal do conhecimento e uma prática pouco associada à teoria.

Essa abordagem visa preparar os estudantes e cidadãos para participar, de forma democrática, das discussões relacionadas ao uso social da tecnologia. No modo de produção capitalista, a tomada de decisões não se coloca como possibilidade para a maior parcela da população. Visto que as pesquisas analisadas, em geral, não mencionam a necessidade de mudanças estruturais na sociedade, mostra-se incoerente objetivar a democracia e, ao mesmo tempo, manter a atual divisão em que o proletariado, apesar de lidar objetivamente com os objetos tecnológicos, não tem o poder de decisão sobre a sua criação e fins. Segundo Winner (1977), a ciência e a técnica não são produções democráticas, visto que o seu desenvolvimento tem sido associado a finalidades políticas e direcionado por uma elite dominante.

De acordo com Feenberg (2010b), a hierarquia social autoritária é contingente do progresso técnico e é necessário buscar alternativas para avançar em uma perspectiva democrática. Na adoção de uma abordagem crítica da tecnologia, deve-se compreender que ela é uma variável social, que por si só não é capaz de redefinir papel algum, pois isso condiz com uma visão determinista que, em essência, não é democrática.

Verifica-se assim uma contradição nas pesquisas que apresentam um discurso sobre democratização, pois adotam elementos das visões determinista e instrumental no que diz respeito ao papel social da tecnologia. Se o desenvolvimento científico e tecnológico é direcionado a interesses de uma elite dominante, sendo a hierarquia autoritária “contingente do progresso técnico” (FEENBERG, 2010b), uma alfabetização científica vinculada com compromissos sociais seria orientada para o atendimento de necessidades da elite que domina. No bojo da luta de classes, a tecnologia e a ciência não são neutras (abordagem instrumental) e seria incoerente propor uma maior participação dos sujeitos na tomada de decisões enquanto se atribui à tecnologia o poder de direcionar as relações sociais.

Para Selwyn (2014), a dita democratização da tecnologia educacional está relacionada de forma restrita aos usos, o que não alcança a dimensão política e não contribui para uma nova construção social. Os sujeitos são levados pelo discurso de que, ao dominarem as ferramentas digitais, supostamente teriam o poder de decisão nas ações a serem realizadas. A

inserção de meios tecnológicos como métodos e procedimentos de ensino e de aprendizagem tem efeitos nas condições de vida que estão na base material da exclusão social. Além disso, o uso poderia ser visto como uma experiência de meritocracia educacional, na qual o sujeito teria autonomia para conquistar seu próprio acesso em infinitas maneiras.

Entre os artigos do *corpus* que tratam das abordagens CTS e CTSA, aproximadamente 30% citam o autor Paulo Freire. Este autor foi encontrado em 25 artigos do total pesquisado, sendo que a maioria (19 artigos) se refere à abordagem aqui especificada. A associação das ideias de Paulo Freire aos pressupostos CTS em pesquisas, conforme evidenciada aqui e em outras produções (HUNSCHE et al., 2009; ABREU, FERNANDES e MARTINS, 2013; ZAUITH e HAYASHI, 2013; FREITAS e GHEDIN, 2015), é explicada como uma possibilidade de auxílio na estruturação do trabalho pedagógico, ao lhe proporcionar um viés crítico e problematizador.

Para Freire, educação relaciona-se com “*conhecimento crítico da realidade*”, com “*uma leitura crítica do mundo*”. Esse se constitui no ponto central dessa aproximação: Para “*uma leitura crítica do mundo*”, para o “*desvelamento da realidade*”, a problematização, a desmistificação dos mitos construídos, historicamente, sobre as interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), é fundamental (AULER e DELIZOICOV, 2001, p. 7-8, grifos do autor).

Auler (2007) explica que outro ponto de aproximação entre Freire e CTS é a preocupação com a associação do conhecimento científico ao cotidiano, de modo que eles façam sentido ao serem estudados de forma conjunta e que não sejam dados como acabados. O autor afirma que o aluno aprende ao participar do processo de produção de conhecimento e não apenas em sua assimilação, superando a organização linear tradicional em que se aprende a teoria e depois a prática.

Entendemos que a articulação Freire-CTS pode potencializar, de forma mais consistente, processos educativos em relação àqueles em que esses dois referenciais são trabalhados isoladamente. Pressupostos freireanos têm, dentre outros, dois contributos fundamentais, ausentes ou frágeis no campo CTS: a investigação temática e a explicitação de objetivos educacionais, algo um tanto nebuloso, no campo CTS, segundo Strieder (2012). CTS, dependendo do encaminhamento selecionado, considerando seu espectro polissêmico, pode contribuir com aportes no campo da reflexão epistemológica e sociológica da CT, algo frágil em Freire (ROSO e AULER, 2016, p. 381).

Em síntese, as pesquisas indicam que o referencial freireano contribui para o ensino de Ciências com o aporte político, problematizador e emancipador, enquanto na abordagem CTS se busca a base científica e epistemológica do conhecimento. A aproximação entre as ideias

de Freire e os pressupostos colocados para a abordagem CTS permite a afirmação de uma educação libertadora. No entanto, pontua-se novamente uma contradição, no discurso das pesquisas analisadas, entre o referencial educacional e o tratamento da tecnologia.

Conforme anteriormente problematizado, uma proposta emancipadora é incoerente com o discurso tecnocentrado hegemônico, visto que ele corrobora a lógica vigente. Ainda que algumas pesquisas façam uma crítica do determinismo tecnológico, há um reforço no discurso instrumental, o que, em essência, é aderir ao tecnocentrismo.

A abordagem CTS é afirmada no *corpus* da pesquisa como uma opção capaz de resolver muitos dos entraves nos processos de ensino e aprendizagem. Os autores recorrentemente usam termos como “possibilitar”, porém há uma insistência no potencial transformador e renovador que a temática oferece ao ensino de Ciências. Embora o referencial teórico por eles utilizados apresente esses elementos, como a necessidade de renovação curricular, as pesquisas expressam um reducionismo que os restringe à forma metodológica de utilização da abordagem.

Parte das pesquisas relaciona a utilização de CTS no ensino a documentos oficiais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), associado ao objetivo de formação de competências e habilidades (30 trabalhos), as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCNEM) (3 trabalhos) e as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) (1 trabalho). Nessa perspectiva, é possível compreender que o currículo é visto como uma possibilidade de objetivação da CTS, a partir do qual essa abordagem poderia ser inserida como norteadora dos processos de ensino, o que seria, segundo as pesquisas, uma importante contribuição para tais processos.

Uma visão crítica sobre CTS implica em superar fatores que estão além de metodologias de ensino, sendo apresentadas por Auler e Delizoicov (2001) como mitos, expressos pela superioridade científica, pelo determinismo tecnológico e por uma perspectiva salvacionista da tecnologia. Os autores defendem uma alfabetização científica e tecnológica em sentido ampliado, próxima a uma concepção progressista de educação, de forma crítica e problematizadora. No entanto, essa proposta oculta o processo de subjugação da classe trabalhadora ao desenvolvimento tecnológico, pois o acesso à tecnologia é provido a essa classe apenas para atender o propósito economicista de ampliação de um mercado consumidor de objetos tecnológicos.

Apesar dos artigos do *corpus* afirmarem uma relação estreita entre ciência, tecnologia e sociedade, a maior parte os apresentam como elementos isolados e que estão sendo reunidos, não como elementos que se formam e se transformam reciprocamente em uma

relação dialética. Isso também é percebido na junção do “ambiente” ao se estabelecer a relação CTSA. Ao investigar a relação entre a abordagem CTS e a formação de professores, Otto, Echalar e Echalar (2019) também indicam o tratamento desarticulado dos elementos em questão, evidenciando a prevalência da lógica formal.

Entre as questões que o *corpus* da pesquisa relaciona à abordagem CTS, destaca-se a alfabetização científica e tecnológica, já discutida nesta tese quando da reflexão sobre a concepção de ciência. No recorte da abordagem em questão, além dos artigos que apresentam essa expressão (ou a sigla ACT) nas palavras-chave (6 artigos), vários outros explicitam essa expressão em suas discussões (33 artigos).<sup>26</sup>

Outra questão emergente da abordagem CTS é o tratamento de questões sociocientíficas, também indicadas como problema, aspecto ou tema sociocientífico (17 trabalhos). Essas questões aparecem relacionadas a problemas da prática cotidiana, que poderiam ser solucionados a partir do conhecimento científico, caso o acesso a ele fosse amplo e de forma compreensível para os sujeitos. Aikenhead (2009), autor de um dos referidos artigos e que também é citado nos demais, explica que essas questões são um importante ponto de partida para discutir o conteúdo científico na perspectiva CTS.

Como futuros cidadãos, esses estudantes vão experimentar ciência e tecnologia em seu mundo cotidiano como estranhos à ciência e tecnologia profissionais. O objetivo da educação científica é desenvolver as capacidades dos alunos para atuar como cidadãos esclarecidos e responsáveis em um mundo cada vez mais afetado pela ciência e tecnologia. Desse modo, os alunos precisarão entender as interações entre ciência-tecnologia e sua sociedade (AIKENHEAD, 2009, p. 6, tradução nossa).

Apesar de alguns artigos levantarem alguns questionamentos em relação ao papel da ciência e tecnologia, evidencia-se o reforço ao discurso instrumental que direciona a formação dos cidadãos para a sociedade tecnológica, o que se traduz em formação de mão-de-obra qualificada para atender aos interesses do capital. Apesar da criticidade, esses artigos fornecem argumentos que reforçam a lógica neoliberal e a “visão-padrão moderna, segundo a

---

<sup>26</sup> Tenreiro-Vieira e Vieira (2005), por exemplo, adotam a expressão “literacia científica” com o mesmo sentido de alfabetização científica. Teixeira (2003) apresenta uma correspondência entre as expressões alfabetização científica e educação científica, ao considerar que ambas se referem a um projeto de ampliação do acesso ao conhecimento científico, para instrumentalizar os sujeitos para a cidadania, com uma possível participação nos debates e tomadas de decisão acerca das questões relacionadas a ciência e a tecnologia. Em alguns artigos com a expressão educação científica (18 artigos), embora não explicitado, se apresenta um entendimento semelhante (LEAL e GOUVÊA, 2002; SANTOS e MORTIMER, 2002; AULER, 2007; FARIAS e FREITAS, 2007; PÉREZ e PEÑAL; VILLAMIL, 2007; RICARDO, 2007; SANTOS, 2007; ZUIN e FREITAS, 2007; FIRME e AMARAL, 2008; AMARAL, XAVIER e MACIEL, 2009; CARLETTO e PINHEIRO, 2010; ARAÚJO e SILVA, 2012; BETTENCOURT, ALBERGARIA-ALMEIDA e VELHO, 2014; CASSIANI et al., 2014; ROHRIG e CAMARGO, 2014; BITTENCOURT e STRUCHINER, 2015; BUFFOLO e RODRIGUES, 2015; MOROZESK e COELHO, 2016).

qual a tecnologia é simplesmente uma ferramenta ou instrumento com que a espécie humana satisfaz suas necessidades” (FEENBERG, 2010a, p. 58).

Tratar o tema de forma dialética, buscando a essência das relações, é uma forma de combater as concepções burguesas dominantes na lógica vigente (KOPNIN, 1978). Alguns artigos tratam principalmente da importância de discutir “temas controversos” (NAVAS, CONTIER e MARANDINO, 2007; RAMOS e SILVA, 2007; VIEIRA e BAZZO, 2007; SILVA e CARVALHO, 2009) e indicam que CTS é uma forma possível de abordá-los, exemplificando com alguns escolhidos para as situações de ensino, mas não os definem de forma geral. A característica de controvérsia aparece relacionada diretamente com a discussão das questões sociocientíficas.

Segundo Muenchen e Auler (2007), esses temas também são caracterizados como assuntos polêmicos ou contraditórios. As pesquisas indicam que são temas que não estão presentes no currículo de forma explícita, ou temas que sejam emergentes das situações cotidianas, como exemplificam Roso e Auler: “mudanças climáticas, energias renováveis, sustentabilidade, consumismo, mobilidade urbana, etc., são complexos e, em função de sua natureza, não podem ser compreendidos/enfrentados apenas por um campo disciplinar” (2016, p. 382).

Zuin e Freitas justificam que o tratamento desses temas de forma interdisciplinar na abordagem CTS seria capaz de superar as limitações disciplinares presentes nas aulas de Ciências, pois “a abordagem de questões controversas dirige especial atenção às considerações éticas, morais e valorativas de temas sociais com os aspectos conceituais, metodológicos e tecnológicos ligados à ciência” (2007, p. 02).

O tratamento desses temas, como uma aproximação entre os temas cotidianos e o conhecimento científico, indica a preocupação em trazer o contexto social para os processos de ensino e aprendizagem. Em uma perspectiva dialética, considera-se que o concreto é o ponto de partida e de chegada do conhecimento, constituído pelo movimento do pensamento ao avançar na solução das contradições da realidade (LEFEBVRE, 1991). Portanto, nesse contexto, o retorno aos temas cotidianos a partir do exercício de abstração com o conhecimento científico pode levar a uma nova formulação, o concreto pensado, e superar a recorrente oposição no tratamento da relação entre esses elementos.

A educação científica não deve limitar-se aos pressupostos CTS, e nem à formação para a cidadania (SANTOS, 2012). A abordagem CTS e CTSA contém muitos elementos relevantes para o ensino de Ciências, mas é preciso avançar na compreensão de suas relações e potencialidades. Ao que se analisa, o acesso ao conhecimento científico é amplamente

discutido na perspectiva instrumental, sem uma problematização das condições estruturais da sociedade que determinam esse acesso, o que proporciona uma compreensão da temática restrita ao âmbito da formalidade. Isto porque, devemos lembrar, desconhece a luta de classes como motor da sociedade e, portanto, alimenta a ideia de que ciência e tecnologia poderiam estabelecer relações democráticas, cidadãs e participativas num sentido geral. Dessa maneira, ignora que as relações autoritárias e antidemocráticas são estruturais à sociedade capitalista e que poderiam ser superadas em instâncias ideológicas da superestrutura, sem uma alteração radical da infraestrutura da sociedade.

Dito em outros termos, as abordagens CTS e CTSA – embora manifestem preocupação com a resolução de desigualdades sociais e com a preservação do ambiente natural e social – estão amparadas em uma neutralidade que inviabiliza o alcance das condições concretas que geram a exploração humana e a destruição do planeta.

Diversos levantamentos têm sido realizados com o intuito de caracterizar a produção acadêmica referente a esta temática no ensino de Ciências (HUNSCHE et al., 2009; ABREU, FERNANDES e MARTINS, 2009, 2013; FREITAS e GHEDIN, 2015), nos quais pode ser evidenciada a sua crescente ocorrência como objeto de estudo. Além disso, também é indicado que a educação básica é o nível de ensino mais pesquisado, portanto, ambos os dados estão em consonância com o encontrado na presente pesquisa.

A revisão de literatura específica sobre a abordagem CTS no ensino de Ciências no Brasil aparece no *corpus* em Pansera-de-Araújo e colaboradores (2009), Chrispino e colaboradores (2013), Roso e Auler (2016) e Ribeiro, Santos e Genovese (2017).

Pansera-de-Araújo e colaboradores (2009) analisaram a inserção da temática em eventos relacionados ao ensino de Biologia, Química, Física e Ciências e afirmam que no período por eles analisado (2003 a 2006) esta produção contabilizou menos de 4% do total de publicações dos anais, sendo a maior parte sobre o ensino de Física. Estes autores também analisaram as instituições dos autores dos artigos e o referencial teórico por eles utilizado – os dados colhidos coincidem com os apresentados nesta tese.

No levantamento feito por Chrispino e colaboradores (2013) foi encontrado como principal referencial teórico das pesquisas os mesmos autores citados neste *corpus*, nos quais se podem destacar a prevalência de autores brasileiros e também a emergência da temática nas produções a partir da década de 1990. Os autores observam que as publicações brasileiras em geral não citam os autores internacionais criadores da base da abordagem CTS, mas sim a releitura feita pelos autores brasileiros, que são “boas”, porém podem ser ampliadas em novas representações.

O trabalho de Roso e Auler (2016) trata da análise de artigos com a temática CTS publicados em revistas que coincidem com esta pesquisa, porém os autores apresentam um recorte para aquelas que tratam de reflexões sobre as práticas educativas. Entre as considerações indicadas, os autores criticam o uso da abordagem apenas como metodologia ou forma de contextualização do conteúdo ministrado, ressaltando o seu potencial crítico e problematizador das concepções curriculares.

Ao estudar o referencial teórico da abordagem CTS, cuja base principal de autores coincide com o encontrado nesta tese, Ribeiro, Santos e Genovese (2017) explicam que eles, ao não localizarem o início oficial desta denominação, colaboram para o discurso de que a relação entre esses elementos se deu naturalmente e não como um trabalho coletivo em um campo de disputa de interesses. Os autores discordam da forma como a sua constituição histórica é explicitada, como se fosse um fim inevitável, pois assim camuflam os interesses dominantes e evitam questionamentos sobre o seu real alcance.

Nas revisões acima mencionadas, a análise da produção sobre a temática CTS foi realizada a partir do referencial teórico próprio da referida abordagem, com os mesmos autores mais citados no *corpus* desta tese, com exceção de Ribeiro, Santos e Genovese (2017), que a fizeram à luz de Pierre Bourdieu. Assim, a referida análise limita-se às formas pelas quais a temática é inserida e não ao conteúdo de seus pressupostos.

Os artigos sobre a temática CTS analisados apresentam repetidamente o histórico de sua constituição, em especial a partir da década de 1960 e 1970, tendo como justificativa a necessidade de mudar a perspectiva do ensino de Ciências para atender uma crescente demanda industrial e tecnológica. Essa retomada indica uma intencionalidade em reforçar os preceitos teóricos da abordagem e, visto que em geral os mesmos autores são citados no referencial teórico, pode-se inferir que há um consenso sobre sua origem e fundamentos.

No *corpus* encontra-se um argumento de que “uma função implícita na referência recorrente à história de um determinado campo é a de afirmar e reafirmar a existência do campo como tal, da forma como é visto e percebido pelos agentes que nele atuam” (RIBEIRO, SANTOS e GENOVESE, 2017, p. 24). Estes autores também fazem uma crítica ao senso comum evidenciado na retomada histórica da abordagem, com falta de rigor metodológico e senso crítico que possam promover um avanço em relação ao imediato.

Em síntese, enfatiza-se a notória contribuição das abordagens CTS e CTSA ao ensino de Ciências, com destaque à importância por elas dada ao conhecimento científico e a sua relação com o contexto social. Todavia, a presente análise aponta como necessidade a articulação de seus pressupostos a um referencial explicativo das condições estruturais da

sociedade e suas determinações; um referencial pelo qual se compreenda que, ainda que relevantes, o acesso à ciência e à tecnologia por si só não permite mudanças no cenário de submissão dos sujeitos quanto às demandas do capital.

\*\*\*

Uma característica presente no *corpus* da pesquisa é a dispersão dos autores citados como referencial teórico para os aspectos abordados. Vários artigos pesquisados não apresentam uma descrição detalhada da pesquisa e de seus procedimentos metodológicos, tais como a caracterização dos sujeitos, o nível de ensino pesquisado e seus objetivos. Além disso, há em muitos textos um foco restrito à prática em si e por si, limitando-se a abordar os usos das tecnologias. Como exemplo, fazem a descrição de programas e seus possíveis benefícios aos processos de ensino e aprendizagem.

Não há, na maioria, uma discussão sobre a concepção de ciência ou de tecnologia. Esta ausência demonstra o pensamento hegemônico da área, que considera a relação entre ciência e tecnologia como um processo natural, não sendo necessário discuti-lo ou problematizá-lo.

A falta de clareza nos aspectos mencionados dificulta a compreensão do pensamento que orienta a temática pesquisada, dado este que também se faz objeto de estudo da presente tese. Assim, faz-se pertinente buscar os aspectos que transbordam a mera aparência dos dados, buscando em suas contradições os fios que nos conduzirão à análise por meio da abstração.

O mundo como se apresenta é uma realidade modificada a partir do trabalho humano em sua coletividade, que se constitui e se transforma ao longo da história, ainda que sua produção seja de forma inconsciente e alienada.<sup>27</sup> As condições materiais objetivas são determinantes da forma pela qual o homem lida e transforma a realidade para satisfazer as suas necessidades, ao mesmo tempo que é também transformado por ela. Nesse processo de mudanças recíprocas, o homem produz e acumula conhecimento, por meio do qual é possível identificar elementos tanto da realidade objetiva quanto da subjetividade humana (MARX e ENGELS, 2007).

---

<sup>27</sup> Marx explica que a primeira forma de atividade humana é inerente a sua sobrevivência, desde então constituindo-se como um ato histórico, porém essa forma de atividade se modifica na sociedade capitalista, tornando-se alienada e submetida aos interesses dos capitalistas. “Os homens têm história porque têm de *produzir* sua vida, e têm de fazê-lo de modo *determinado*: isto é dado por sua organização física, tanto quanto sua consciência” (MARX e ENGELS, 2007, p. 34, grifos do autor).

O recorte tratado neste capítulo, o ensino de Ciências da Natureza, não pode ser desvinculado da totalidade historicamente acumulada e produzida pela humanidade. O seu tratamento de forma associada à educação no Brasil é uma possibilidade de compreensão de seu contexto. No entanto, ainda apresenta limitações para a apreensão da essência de sua relação com o conhecimento universal. A maior parte das pesquisas analisadas está focada na prática com o uso de tecnologias, em uma relação predominantemente formal e tecnocentrada.

Ainda que não seja possível apreender a totalidade do conhecimento, foi reconstituído o percurso lógico e histórico do conhecimento em geral até a constituição das Ciências da Natureza, com o intuito de compreender a essência desta relação. A partir do entendimento da tecnologia como objetivação do trabalho e de sua exposta inserção nos processos educacionais, evidencia-se que ela também é um elemento importante neste cenário.

Diante do exposto, apresenta-se no próximo capítulo o percurso realizado.

## CAPÍTULO II

### CIÊNCIA E TECNOLOGIA COMO CONSTRUÇÃO HISTÓRICA: DO ANTIGO AO CONTEMPORÂNEO

Olhar a singularidade de uma área do conhecimento, sem considerar o seu percurso histórico constitutivo, é recair em uma análise superficial e metafísica da realidade. Para compreender o ensino na área das Ciências da Natureza e sua relação com o uso de tecnologias, objeto de recorte analítico da presente tese, é necessário avançar de seus dados aparentes e resgatar a gênese de seus elementos constitutivos. O percurso de reconstrução, que parte da realidade concreta e avança em conteúdo por meio da abstração, proporciona um outro olhar sobre a realidade objetiva. Esse olhar sobre o objeto de investigação, a partir de um percurso lógico e histórico, possibilita uma nova formulação da realidade concreta: o concreto pensado (KOPNIN, 1978; LEFEBVRE, 1991).

A produção acadêmica apresentada como *corpus* desta pesquisa, tida como uma singularidade no universo do conhecimento, é uma forma cuja essência se busca alcançar. O início desse exercício de abstração foi realizado a partir de categorias lógicas como concepções de educação, ciência e tecnologia. A expressão do pensamento, por meio dessas categorias, evidenciou uma produção focada principalmente na prática com o uso de tecnologias no ensino de Ciências, em uma abordagem formal e tecnocentrada.

Segundo Kopnin (1978), a exposição de um fenômeno deve revelar suas contradições. Os artigos analisados não explicitam a afiliação teórica que lhes orienta o pensamento sobre as concepções de educação, ciência e tecnologia, embora seja tema por eles abordados. Sendo assim, é necessário olhar além do aparente para captar o movimento presente nas pesquisas. Compreende-se que o resultado formal apresentado pelos artigos é um importante momento do conhecimento, uma parte da realidade objetiva, mas é pertinente salientar que ela se dá por meio de contradições. Adotar um referencial teórico é uma forma de orientar o pensamento para revelar e compreender essas contradições, o que não é possível ao olhar que se atém ao imediato. A compreensão da aparência e da essência enquanto par dialético que expressa contradição a cada momento histórico, é um avanço na compreensão do movimento que caracteriza a realidade (MARX e ENGELS, 2007, 2017; PALUDO, 2018).

Nesse sentido, a compreensão do uso de tecnologias no ensino de Ciências, com suas contradições, perpassa pela constituição dos elementos ciência e tecnologia. Ao apresentarem dados principalmente de práticas centradas no uso das tecnologias e no seu resultado

supostamente positivo para o ensino de Ciências, as pesquisas apresentam um pensamento científico que se alinha ao racionalismo empirista moderno. No entanto, para transpor esta constatação, faz-se pertinente elucidar a gênese e o percurso lógico e histórico dos elementos mencionados, admitidos como resultados objetivados do trabalho.

Diante do exposto, este capítulo tem por objetivo recuperar a constituição lógica e histórica da produção de conhecimento, da ciência<sup>28</sup> e da tecnologia, de forma a compreender a relação entre esses elementos e suas implicações na configuração da área das Ciências da Natureza. Para isso, foi salientado o pensamento grego, medieval, moderno e contemporâneo em suas respectivas concepções de produção de conhecimento, considerando que essa produção expressa as condições objetivas da sociedade materializadas nas relações produtivas a cada período.

Ainda que apresente uma retomada de fatos históricos, o objetivo aqui não é descrevê-los sequencialmente e em detalhes, mas mencioná-los no que for pertinente para a compreensão do movimento do pensamento para a produção de conhecimento das diferentes épocas. Isso foi feito em concordância com Rosenberg (2006) que, baseado em Marx, ressalta o importante papel da coletividade, criticando a ênfase dada às descobertas individuais na história da ciência. Nesse sentido, embora alguns indivíduos sejam destacados por “descobertas científicas” a eles atribuídas, compreende-se que eles expressam os interesses de sua classe social e as condições objetivas nas quais se encontram, sempre marcadas pela contradição.

Assim, na presente pesquisa é ressaltado a importância do conhecimento científico em sua relação com o modo de produção, caracterizado como a organização socioeconômica associada a uma determinada etapa de desenvolvimento das forças produtivas e das relações de produção. Os grandes nomes da ciência não são subestimados, mas citados como integrantes de um contexto e a sua produção é destacada como proveniente de conhecimento histórico e socialmente acumulado. Portanto, o conhecimento não se faz a partir de um único indivíduo, mas sim de forma coletiva, sendo admitida a compreensão de que os sujeitos

---

<sup>28</sup> A distinção entre as expressões “produção de conhecimento” e “ciência” se referem a formas diferentes de produção do saber, que serão mais detalhadamente discutidas neste capítulo. A primeira se refere a uma produção mais ampla de saber, característica da Antiguidade, na qual o conhecimento se dá de forma demonstrativa. Assim compreendida, a produção de conhecimento se expressa em um saber pronto e acabado. O termo “ciência” se refere à concepção moderna de sistematização do conhecimento, formulado a partir de teorias sobre os objetos e fenômenos, em relação aos quais se admite obter um maior grau de certeza. Embora com diferentes possibilidades explicativas, tais teorias convergem no ideal lógico e objetivo (PINTO, 1979; ABBAGNANO, 2007). Vargas (1994) explica que a ciência moderna possui leis para explicar a realidade objetiva, mas deve-se ressaltar que as leis são criações humanas e válidas dentro de determinadas circunstâncias, sendo que ambas podem ser alteradas.

citados como cientistas são sintetizadores do conhecimento acumulado em sua época e expressam as contradições entre as forças produtivas e as relações sociais de produção. “Em outras palavras, os antagonismos presentes em cada modo de produção e as transformações de um modo de produção em outro são transpostos para as ideias científicas elaboradas pelo homem” (ANDERY et al., 2014, p. 13).

Para o desenvolvimento de sua vida social, o homem buscou avançar na elaboração de instrumentos e técnicas que lhe possibilitaram realizar novas atividades antes não realizadas, ou aprimorar resultados anteriormente obtidos. O ser humano, enquanto ser que está em constante atividade, produz saberes e técnicas que são acumulados e sistematizados ao longo da história. É perceptível que esse processo não ocorreu sempre nos mesmos moldes, dadas as diferentes condições históricas que determinaram e ao mesmo tempo foram determinadas pelas ações humanas. Como algumas manifestações do conhecimento foram marcantes em determinadas etapas do desenvolvimento histórico, por vezes, podem ser predominantemente divulgadas como representativas de determinado momento da sociedade.

A atividade criativa do homem começa pela demanda de satisfazer suas necessidades básicas de sobrevivência, sendo esta a sua primeira forma de trabalho. Este primeiro ato leva à produção de novos meios para satisfazer as necessidades que vão surgindo ao longo do tempo, como resultado de novas formas de interação dos homens entre si e com a natureza, o que constitui o processo histórico (MARX e ENGELS, 2007). Sendo assim, deve-se compreender a produção de conhecimento pelo homem como um processo baseado em relações sociais concretas. Também é um processo histórico, pois considera as condições materiais objetivas fundamentais para a constituição social como um processo cuja essência deva ser buscada.

Dentre as diversas áreas de conhecimento, constituídas social e historicamente, as Ciências da Natureza permitem a descoberta progressiva da realidade objetiva, levando a constantes mudanças na descrição dos seres e dos fenômenos (LEFEBVRE, 1991). Em seu desenvolvimento é possível compreender a história do homem e da natureza, assim como a relação que estabelecem entre si. Até à modernidade<sup>29</sup>, as ciências naturais eram tidas primordialmente como acabadas, enquanto na contemporaneidade se pode evidenciar a relação entre homem e natureza de forma processual, em contínua transformação (MARX e ENGELS, 2007).

---

<sup>29</sup> A modernidade mencionada neste texto refere-se ao período iniciado no século XVII e que se estende até o final século XVIII. A Revolução Francesa, de 1789, é o marco histórico admitido como início da era contemporânea, na qual se encontra a sociedade atual (VARGAS, 1994; ANDERY et al., 2014).

Como parte da atividade humana produtora de conhecimento está a utilização de recursos materiais para determinados fins, objetivados a partir das necessidades socialmente elaboradas, cujo aparecimento e desenvolvimento coincidem com o da humanidade (PINTO, 2005). Da utilização de artefatos derivaram novas atividades, assim como delas surgiram especificidades para a produção de novos artefatos, sendo esta relação construída recíproca e continuamente ao longo da história. Assim,

a técnica precisa ser examinada em meio a outras forças não menos importantes, de natureza não tecnológica, cuja dinâmica em conjunto, no entanto, conferiu historicamente à técnica a condição de força social heterônoma e elemento cada vez mais determinante no modo de ser da humanidade (RÜDIGER, 2003, p. 22).

As transformações que ocorreram (e ocorrem) na sociedade são decorrentes das mudanças nas relações humanas, cuja base está no trabalho. Além do trabalho como atividade essencial humana para a sobrevivência, evidencia-se uma drástica mudança nessa atividade para um trabalho alienado, fruto da exploração da força do trabalhador. Essa exploração é parte da constituição da base econômica capitalista, cujas contradições levam a modificações na organização social (MARX e ENGELS, 2007). A constituição da técnica como fruto da capacidade exclusivamente humana de planejar e produzir é parte dessa história, com o seu desenvolvimento intrínseco ao social. Na sociedade capitalista, o desenvolvimento técnico é associado à exploração do trabalho e à subjugação da natureza (PINTO, 2005).

É pertinente ponderar que, a cada período histórico, os homens modificam as condições da natureza e do meio social em que vivem, ao mesmo tempo que são por elas modificados. Nesta relação de transformação recíproca são desenvolvidas técnicas a partir da demanda de cada momento histórico. Portanto, não existe uma época mais importante tecnicamente em detrimento de outra. A produção técnica é parte do processo de humanização, como forma de superação das contradições encontradas entre o mundo material e o desenvolvimento social, visto que a capacidade produtiva consciente é exclusivamente humana, ou seja, o homem sempre agiu tecnicamente. Portanto, compreender a técnica é captar a unidade entre a racionalidade objetiva da natureza e a subjetiva do homem (PINTO, 2005).

Conforme o exposto, faz-se pertinente um olhar mais atento sobre as especificidades da produção de conhecimento em determinados períodos históricos para a elucidação dos principais fatores constitutivos da ciência e da tecnologia. É pertinente indicar que a constituição do conhecimento é compreendida em sua processualidade, sendo que a apresentação em recortes temporais almeja, também, destacar os diferentes modos de

organização das forças produtivas em sua relação com a referida produção. As generalizações apresentadas para cada época não desprezam as especificidades nelas contidas. Embora a forma apresente limitações e não alcance a complexidade da totalidade, contribui para a sua problematização. Considera-se, assim, a possibilidade de um olhar dialético ainda que se tenha como ponto de partida uma literatura que apresenta a história do ponto de vista hegemônico.

## **2.1 A imposição da teoria à prática na Antiguidade grega: um reflexo da sociedade escravocrata**

O desenvolvimento da civilização grega na Antiguidade é marcado pelo crescimento das cidades-Estado<sup>30</sup> que possuíam autonomia política, cultural e econômica. A economia era baseada na troca de produtos por moedas e na concentração da riqueza nas mãos de uma pequena aristocracia. Houve mudanças também na organização social, particularmente em práticas comerciais, jurídicas e democráticas (LEFEBVRE, 1991).

O crescimento das cidades-Estado e a dominação de outros povos pelos gregos contribuíram para a transição das comunidades primitivas para uma sociedade dividida em classes. O crescimento do comércio e da propriedade privada marcaram este período, quando houve também a organização do Estado, que agia no sentido de garantir a concentração da riqueza nas mãos da pequena parcela dominante da população. O número de escravos era muito superior ao de homens livres, fato este que se colocava como empecilho à expansão do comércio, pois demandava um aumento da parcela consumidora das mercadorias produzidas (ENGELS, 2016). Nesse sentido, afirma-se que a relação de produção dominante na Grécia clássica foi a escravidão, que marcou as relações econômicas e sociais do período (ANDERSON, 1991).

Os produtos agrícolas oriundos do trabalho, vinculados ao seu produtor nas sociedades tribais, passaram a ser tratados como mercadorias. A agricultura era o principal motor da economia e a exploração do agricultor garantia a produção de mercadorias que eram vendidas num sistema de trocas já bem avançado no que diz respeito ao uso do dinheiro (ENGELS, 2016).

---

<sup>30</sup> Apesar dos constantes conflitos com outras cidades-Estado pela hegemonia do poder, Atenas é a cidade que se destacou nos aspectos político e econômico, assim como nas áreas da arte, filosofia e ciência (ANDERY et al., 2014).

Segundo Marx (2011a), embora os gregos utilizassem o dinheiro, a riqueza era mensurada prioritariamente nos produtos – a exemplo daqueles de origem agrícola. O desenvolvimento do valor monetário ocorria em função do crescimento do comércio e já anunciava formas produtivas posteriores, como a manufatura e a indústria. Mesmo que o comércio fosse uma atividade econômica importante, ele excluía inteiramente a classe dos escravos. Além disso, o acesso ao dinheiro era restrito aos comerciantes e aos donos de escravos, uma vez que estes não produziam aquilo que lhes era necessário à sobrevivência, mas sim o que constituiria a riqueza da classe dominante.

O sistema escravagista se caracterizava pelo isolamento dos escravos nas propriedades rurais, enquanto os proprietários usufruíam do ócio e da riqueza acumulada e buscavam distanciar-se de sua origem rural, vivendo nas cidades e exercendo uma cidadania urbana (ANDERSON, 1991).

A sociedade grega fundou-se em uma divisão do trabalho que valorizava pensadores, intelectuais que apresentavam uma compreensão da natureza e do homem de forma mítica e religiosa, em detrimento dos trabalhadores práticos e materiais, como os artesãos e escravos (LEFEBVRE, 1991). Além disso, a divisão do trabalho no interior da família permitia que mulher e filhos do patriarca fossem tratados como seus subordinados. Esta formação é marcada por aspectos que serão mantidos em modelos societários posteriores, como a valorização da propriedade privada, a exploração da força de trabalho, a contradição entre os interesses individuais e coletivos e a divisão social do trabalho (material e espiritual) (MARX e ENGELS, 2007).

No fim da Antiguidade (século IV d.C.) os gregos enfrentaram uma grave crise política, decorrente do confronto entre partidos democrático e aristocrático e da luta entre as cidades-Estado. Além disso, eles também foram alvos da expansão do Império Macedônico, que culminou na centralização do poder por um monarca e na criação de novas cidades-Estado. Essa expansão ampliou o papel da *pólis*, antes focado nas decisões políticas, passando a ser um centro administrativo e econômico, no qual ocorreu uma mistura entre as culturas grega e oriental (ANDERY et al., 2014).

Lefebvre (1991) e Engels (2016) apontam o interesse em manter o regime de escravidão como um dos motivos que levou ao declínio do mundo antigo. O grande acúmulo da riqueza pela pequena parcela nobre da população, oriunda principalmente do comércio, fez com que os homens livres disputassem ofícios com os escravos, pois não conseguiam obter a mínima renda para se manter. Além disso, não houve investimento no desenvolvimento científico para invenções técnicas, o que teria tornado possível o aumento da produtividade.

Os escravos, que manuseavam os instrumentos, não tinham formação para contribuir efetivamente para o aprimoramento de tais instrumentos ao mesmo tempo em que as atividades práticas não eram de interesse dos nobres. “O antagonismo de classe, no qual se fundamentavam agora as instituições sociais e políticas, não era mais o que existira entre os nobres e o povo, e sim o antagonismo entre escravos e homens livres, entre clientes e cidadãos” (ENGELS, 2016, p. 144).

A relação da sociedade grega com a natureza foi alvo de importante questionamento por seus intelectuais, além de ter influenciado de forma direta na manutenção da divisão social de classes. A natureza para os gregos era compreendida como *physis*, que remetia ao todo existente, a todos os fenômenos da natureza, do homem e dos deuses, em sua origem e processos (ANDERY et al., 2014). Segundo Abbagnano (2007, p. 699), a natureza na Antiguidade não é somente causa inicial, mas também causa final de todas as coisas, algo que alcança a sua forma quando perfeita em sua substância que, segundo Aristóteles (384-322 a.C.), tem por conceito “a substância das coisas que têm o princípio do movimento em si próprias”.

Segundo Camponogara e colaboradores (2007), nesse período, o pensamento grego sobre a natureza foi marcado por duas tendências que influenciaram diretamente o pensamento ocidental. A primeira, parte da ideia da natureza como divina, animada ou como um imenso organismo vivo em que o homem é um observador. A segunda, a concebe como uma grande máquina que é desprovida de alma e subordinada ao controle e à experimentação humana. Esta última pode ser entendida como uma tentativa efetiva de superação do pensamento mítico, contrapondo-se a uma espiritualização da realidade (VARGAS, 1994).

Aristóteles compreendia a natureza como um conjunto de entes que possuem um “princípio” e uma “causa” que os levam do movimento ao repouso. Afirmava ainda que o conhecimento de algo sobre a natureza demanda o conhecimento de suas causas. Esses entes se distinguem das coisas artificiais que não têm em si próprias essas características. Ele comparava essa ideia de natureza a um animal, no sentido de que ambos possuem um comportamento que tem uma causa primeira que os leva ao movimento ou transformação para alcançar um determinado objetivo. Essa transformação levaria a uma adequação da natureza no sentido de alcançar a perfeição (VARGAS, 1994).

Para Aristóteles, os organismos sofrem transformações em sua forma aparente mas mantém sua essência, vão de uma condição imperfeita e imatura até a maturidade, a exemplo do que se observa na semente que origina a planta e da criança que se transforma no adulto, sendo possível reconhecer padrões e formular princípios (TARNAS, 2008). Se na natureza

não ocorre por si modificações que atendam às necessidades humanas, admitia-se que o homem poderia realizá-las com auxílio da técnica (RÜDIGER, 2003), ou seja, admitia-se a capacidade criativa do homem e de sua relação dialética com o meio.

Aristóteles acreditava que a causa mais profunda das coisas devia ser procurada não em seu começo, mas em seu fim – seu *télos*, seu propósito e realidade final, aquilo a que as coisas e os seres aspiram. Embora as formas aristotélicas (com uma exceção) sejam totalmente imanentes na natureza e não transcendentais, elas são essencialmente imutáveis e, assim, passíveis de reconhecimento pelo intelecto humano em meio ao fluxo de desenvolvimento e decadência orgânicos (TARNAS, 2008, p. 77).

O aperfeiçoamento da natureza seria uma meta, mas o mesmo não se aplicaria à moral humana. Assim, pode-se falar em um estágio inicial da dialética, porque ainda não se explorava a termo a unidade entre sujeito e natureza. O conhecimento ainda era tido como contemplativo e estático, proveniente primordialmente da natureza (ANDERY et al., 2014).

A observação dos fenômenos da natureza levou ao desenvolvimento de áreas como a Astronomia e a Matemática, assim como a uma discussão filosófica sobre elas, com estudos conduzidos por Tales de Mileto (625-548 a.C.), Pitágoras (580-497 a.C.), Heráclito (540-470 a.C.), Parmênides (530-460 a.C.) e Demócrito (460-370 a.C.). A natureza então, colocada como um elemento central de investigação e como base de tudo o que era real, contribuiria para que o pensamento racional fosse elaborado a partir da concepção da razão como objeto de abstração e de verdade (ANDERY et al., 2014).

No que diz respeito ao estudo dos fenômenos naturais, Tales – fundador da escola de Mileto – ocupou-se da busca de explicações sobre a origem e composição do universo, para os quais afirmava ser a água o primeiro e primordial elemento. Por outro lado, Anaxímenes propôs o ar como sendo a origem dos fenômenos. O conhecimento desenvolvido em outras áreas pela escola de Mileto foi utilizado para o desenvolvimento de técnicas de navegação e comércio, a exemplo da Astronomia e Matemática. Esse cenário expressou o início da produção de conhecimento a partir da própria natureza, como um primeiro momento de ruptura com o pensamento mítico (ANDERY et al., 2014).

Apesar de ter sido construído nas bases de uma certa confusão entre a metafísica e a lógica formal, o pensamento grego marcou fortemente a história da produção de conhecimento ocidental. A mudança de foco da natureza para o homem colocou este último no controle dos fenômenos para desenvolver atividades de seu interesse, como a navegação e a arquitetura (LEFEBVRE, 1991).

O pensamento metafísico admite que a realidade é baseada na essência das substâncias da natureza,<sup>31</sup> que pode ser captada pelo homem (VARGAS, 1994). Havia divergências entre os pensadores gregos em sua visão de mundo, mas é possível uma formulação geral sobre o período:

a metafísica foi para os gregos a teoria básica pela qual se procura descobrir e “ver” a substância, fonte donde brota toda a certeza do mundo. [...] seguindo as três etapas do conhecimento grego: a sensação, o raciocínio e a inteligência. A sensação que se põe em contato com as coisas individuais; o raciocínio com os universais; e a inteligência, com os inteligíveis (VARGAS, 1994, p. 30).

A preocupação com a produção de conhecimento de uma forma organizada e passível de transmissão tem base em pensadores da Grécia antiga, segundo os quais o conhecimento era baseado no pensamento mítico e centrado na natureza. A exemplo desse pensamento, tem-se Platão (426-348 a.C.) com a defesa da existência do mundo das ideias, invisível porém real, e do mundo das coisas sensíveis, que seria o mundo dos objetos. Para ele, o mundo das ideias era passível de conhecimento, mas não de transformação, destinado apenas a uma classe social privilegiada que governava a cidade, então detentora do verdadeiro conhecimento (*épisthème*). Já o mundo sensível era acessível às demais classes sociais, que se dedicavam às atividades práticas que serviam a toda sociedade. O mundo sensível poderia ser resumido a simples técnicas (*téchne*) para atingir os objetivos da vida prática (ANDERY et al., 2014).

Rüdiger (2003) explica que, para os gregos, o termo *episteme* era associado a um conhecimento tido como certeza, proveniente do cosmos inatingível e inabalável pela ação humana. A técnica era entendida como atividade humana, na medida que demandava diferentes saberes e era objeto de constante aprimoramento. Existiam vários tipos de técnicas estruturadas em uma hierarquia relacionada à vida na pólis, não se limitando a meras práticas. Vale lembrar que as classes privilegiadas exerciam as técnicas que faziam parte da vida contemplativa, como a atividade intelectual (ciência e filosofia) e a oratória, enquanto aos cidadãos comuns e escravos cabiam as técnicas servis, mecânicas e de sobrevivência (agricultura, pastoreio, artesanato).

As formas possíveis de construção do conhecimento pelo homem e sua relação com a natureza não foram um consenso entre os pensadores gregos. Sócrates (469-399 a.C.), ao afirmar que o conhecimento era o mecanismo para aprimorar o homem e a sociedade, acreditava que este encontrava-se no próprio homem como um autoconhecimento e, portanto,

---

<sup>31</sup> A certeza grega do conhecimento obtido das substâncias perdurou até o avanço da teologia, decorrente da cultura ocidental durante a Idade Média, na qual a ideia do Ser criador e governador de todas as coisas tornou-se preponderante. Este Ser passou a ser considerado a fonte do conhecimento (VARGAS, 1994).

não era necessário buscá-lo na natureza, mas sim no diálogo. Já para Platão, a importância do diálogo se dava enquanto método, visto que sua obra foi assim escrita, e este era um passo essencial para a validação do conhecimento como fruto da autorreflexão humana (ANDERY et al., 2014).

Uma convergência que se destaca entre Sócrates e Platão é a que se refere à importância das descobertas e de como ensiná-las. O conhecimento produzido deveria ser utilizado em prol da construção de uma sociedade mais justa, por meio do saber contemplativo, como a filosofia, capaz de captar a essência das coisas. Platão afirmava que esse conhecimento já existia na alma dos indivíduos e se dava de duas formas: 1) pelo conhecimento do mundo das ideias, não passível de transformação e acessível a uma pequena elite intelectual governante, e 2) pelo conhecimento do mundo sensível, o mundo real dos objetos com possibilidade de transformação e desenvolvimento de técnicas (ANDERY et al., 2014).

Desse modo, o pensamento platônico legitima a desigualdade no acesso ao conhecimento entre a classe dominante e os trabalhadores, referendando a manutenção da divisão social de classes da época. Segundo Marx (2011c), Platão trata a divisão do trabalho como base na divisão de classes sociais e também como princípio para a formação do Estado. Isso elucidada a ênfase dada à política no modo antigo grego de produzir a sociedade, expressa no pensamento de Platão e Aristóteles.

Platão destaca a ideia de um mundo além do sensível. Como o mundo sensível estaria em constante mudança, seria impossível conhecê-lo em sua totalidade, pois a coisa deixaria de sê-la em si mesma na sucessão do tempo, sendo necessário então conhecer algo que transcendesse essas modificações: a essência da coisa, que estaria em sua *Forma* ou *Ideia*<sup>32</sup> (MATALLO JÚNIOR, 2003, grifo do autor).

Platão mantinha uma forte desconfiança em relação ao conhecimento obtido através da percepção dos sentidos, já que esse conhecimento muda constantemente, além de ser relativo e pessoal. [...] o verdadeiro conhecimento só é possível a partir de uma apreensão direta das Formas transcendentais, que são eternas e estão além da constante confusão e imperfeição do plano físico. O conhecimento derivado dos sentidos é apenas uma opinião, falível por qualquer padrão não-relativo. Somente o que deriva das Ideias é infalível e pode ser chamado com razão de conhecimento real (TARNAS, 2008, p. 22).

---

<sup>32</sup> Tarnas (2008) explica que a Ideia de Platão se refere a algo existente não apenas na consciência humana, mas também fora dela, ou seja, existe por si mesma e de forma independente do pensamento, como sendo essência da realidade. Essa perspectiva difere substancialmente da perspectiva moderna que, em geral, compreende ideia como uma construção mental do indivíduo.

A correspondência entre os objetos sensíveis e sua essência era uma construção a ser realizada e, para Platão, o homem que conseguisse ultrapassar o sensível e ater-se ao mundo inteligível das ideias seria de fato um filósofo. A Matemática era considerada um instrumento para essa construção e de preparação do espírito para a utilização da dialética (ANDERY et al., 2014). A dialética, ao realizar um diálogo de reconhecimento das contradições e incoerências entre as partes, colaborou para o romper do pensamento racional com o senso comum, como crítica a concepções de conhecimento existentes (MATALLO JÚNIOR, 2003).

Mesmo associando o conhecimento científico a conceitos universais, Platão e Aristóteles divergiram na proposta de construção desse conhecimento. O primeiro deu ênfase à Matemática, enquanto o segundo enfatizou a explicação sobre os seres vivos e a historicização do pensamento grego. Aristóteles criticou Platão e Sócrates que, ao tratarem de questões morais e suporem um universo além do sensível (o das ideias, mutável), divergiam do pressuposto aristotélico de que o mundo sensível era a fonte primordial de conhecimento, com verdades imutáveis em sua essência, ainda que na aparência os fenômenos pudessem se transformar (ANDERY et al., 2014).

Platão recorria frequentemente à Matemática para explicar os problemas físicos, enquanto Aristóteles o criticava por tal ação e explicava seus erros na Física pelo grande apego à Matemática. Este principal motivo de divergência entre Platão e Aristóteles, em relação ao papel e à natureza da Matemática, foi reconhecido e retomado na modernidade como uma questão filosófica importante na constituição das Ciências da Natureza (KOYRÉ, 2011).

Se alguém reivindica para as matemáticas uma posição superior, se lhes atribui um real valor e uma posição decisiva na física, trata-se de um platônico. Pelo contrário, se alguém vê nas matemáticas uma ciência abstrata e, portanto, de menor valor do que aquelas – física e metafísica – que tratam do ser real; se, em particular, alguém sustenta que a física não precisa de nenhuma outra base senão da experiência e deve edificar-se diretamente sobre a percepção, que as matemáticas devem contentar-se com o papel secundário e subsidiário de simples auxiliar, trata-se de um aristotélico (KOYRÉ, 2011, p. 189).

Ao priorizar o conhecimento sobre os seres, Aristóteles também se ocupou em estabelecer métodos para conhecer os fenômenos da natureza a eles associados. O “ser” para ele assume uma concepção metafísica, que remete à essência individual, no qual se manifesta a substância. Todos os sujeitos e fenômenos, embora se transformem, não mudam em essência, que é imutável. Essa concepção é associada a um universo finito e eterno, com corpos celestes compostos pelo éter, que era considerado uma substância invisível e

indestrutível (ANDERY et al., 2014). O pensamento aristotélico apresenta evidências do movimento dialético do pensamento, ao considerar os fenômenos naturais como unidade de infinitas e múltiplas determinações (ENGELS, 1976).

A essência, como natureza particular de um ser, aliada à totalidade dos seres existentes compõe o duplo sentido de *physis* na concepção aristotélica. Ambas podem ser identificadas na concepção de natureza ainda na atualidade. A natureza particular refere-se ao princípio ou causa do movimento (ou repouso), que faz do ente ser o que é. Em sentido amplo agrupa todas as qualidades originais de forma organizada, podendo ser compreendida na totalidade (CAMPONOGARA et al., 2007).

Segundo Aristóteles, a elaboração de um sistema e método para compreender os fenômenos observados se mostra como primordial para a produção de conhecimento, dada a preocupação em explicar suas concepções de ser e de universo. O processo de conhecimento, segundo ele, inicia-se com uma sensação e depois se configura em três níveis progressivos: a memória, a experiência e o conhecimento dos universais. A memória se relaciona a uma conservação das sensações, que é um privilégio dos humanos. A experiência trata do conhecimento das relações dos fenômenos singulares, ainda não constituindo-se em ciência. O conhecimento dos universais é de fato o conhecimento científico, obtido a partir do conhecimento das causas dos fenômenos. Para se alcançar o conhecimento dos universais seria imprescindível o uso da razão intuitiva, considerada por Aristóteles uma característica natural nos humanos (ANDERY et al., 2014).

O universo de Aristóteles possuía uma notável consistência lógica em toda sua complexa estrutura multifacetada. Todo movimento e todo processo no mundo eram explicáveis por sua teleologia formal: todo ser passa da potencialidade à realidade segundo uma dinâmica interior ditada por uma forma específica. Nenhuma potencialidade é trazida à realidade a menos que exista ali um ser já real, um ser que já tenha realizado a sua forma [...]. Como o maior movimento universal é o do céu e como o movimento circular é eterno, esse primeiro motor também deve ser eterno (TARNAS, 2008, p. 79).

No processo de conhecimento dos universais, era necessário estabelecer conceitos a partir da indução e da dedução. Na indução, elaborava-se uma definição válida para todos os casos a partir dos dados das observações. A dedução (silogismo) é associada à demonstração, a partir da qual se elabora novos princípios de verdade (ANDERY et al., 2014). Essa concepção de verdade, que deve ser explicada e demonstrada, corrobora a ideia de espécies fixas e de um universo finito. Uma vez descritas em essência a partir da contemplação do homem, as espécies fixas continuariam sempre da mesma maneira e regidas por sua alma

(*psique*). O universo seria composto por movimentos dos seres vitais e dos corpos celestes feitos de éter.

Aristóteles distinguiu a realidade em três planos distintos, os quais corresponderiam a espécies de ciência: a ciência da natureza, que questiona causas das transformações e movimentos da realidade material; a matemática que indaga questões imutáveis; e a metafísica que se refere aos princípios gerais de tudo que existe. De uma forma geral, segundo Aristóteles, através da razão, o homem tem acesso aos princípios imutáveis da natureza. Desta forma, constatamos que, desde a Idade Antiga, o homem já se preocupava em definir a sua relação com a natureza, bem como, em definir uma forma de compreendê-la, o que era prerrogativa de uma razão humana (CAMPONOGARA et al., 2007, p. 489-490).

Embora haja casos fortuitos em que o acaso possa desviar os seres de seu objetivo final, “a natureza, insiste Aristóteles é uma série de causas à procura de uma finalidade almejada, sempre em obediência à necessidade nas coisas da natureza” (VARGAS, 1994, p. 56). Segundo a concepção clássica grega da natureza como animal, um agente causador promove a sua transformação, que deverá moldar-se à matéria nela envolvida. Nessa mudança, a natureza não perderia sua essência e seguiria em direção à perfeição.

Segundo o pensamento aristotélico, para atingir a verdade científica e metafísica, o ser humano deve chegar ao verdadeiro pensamento, que é a própria essência de deus, pois ele é um pensamento puro. Sendo assim, a atividade do pensamento é também espiritual, mesmo que parta do mundo sensível e formule as leis gerais do ser. O saber assim construído é ensinado aos demais indivíduos. Já na concepção de Platão, o indivíduo aprende o que na verdade já está nele mesmo, no diálogo da alma com ela própria, que então lhe faz descobrir a verdade inata (KOYRÉ, 2011).

No período clássico houve, pela primeira vez, a separação de um tipo de conhecimento que daria origem ao que entendemos hoje por Filosofia, produzido em instituições situadas em Atenas. Outras instituições, que se aproximavam das Ciências da Natureza, estavam localizadas em Alexandria. O Museu de Alexandria, primeira instituição relatada com caráter científico financiada pelo Estado, realizava pesquisas nas áreas da Botânica, Zoologia e Astronomia. O estudo realizado no Museu foi muito avançado para seu tempo e era em grande parte para atender uma demanda social de aprimoramento de técnicas e necessidades do Estado. Muitos conhecimentos e descobertas que não se enquadraram nesse objetivo não foram preservados (ANDERY et al., 2014):

[...] como fatores que impediram a utilização generalizada dos conhecimentos a inexistência de necessidades reais e os limites decorrentes do modo de produção escravista. A utilização da máquina a vapor na produção, por exemplo, seria possível

se houvesse um campo receptivo para uma aplicação generalizada que a tornasse útil e rentável. A mão de obra escrava tornava sua utilização supérflua. Além disso, o modo de produção escravista gerou obstáculos ideológicos que dificultavam a busca de novas soluções técnicas para a produção, ou mesmo a ideia de aplicação (ANDERY et al., 2014, p. 125).

Segundo Tarnas (2008), o estudo da natureza nesse período indica uma sobreposição do pensamento mítico e do que viria a ser o pensamento científico, a exemplo das proposições de Tales de Mileto e Anaximandro (610-547 a.C.) sobre os fenômenos naturais que, baseadas na observação, complementavam o entendimento mitológico tradicional. Tarnas afirma ainda que se tratava de um empirismo naturalista rudimentar, no qual a explicação da natureza a partir de seus próprios elementos ganha maior relevância, ainda que não tenha abandonado totalmente a associação destes com divindades.

Como anteriormente mencionado, para os gregos a *téchne* estava associada a um conhecimento técnico relacionado a saberes práticos, empíricos, necessários à execução de tarefas, principalmente servis. Pinto (2005) explica que este termo, também relacionado à tradução do termo em latim *ars*, foi usado por Aristóteles na explicação de que a técnica contém o princípio da arte e é associada ao manejo de instrumentos pelos quais o homem cria e maneja produtos. Esse manejo implica uma organização mental prévia em relação a execução da ação, capacidade exclusiva do homem associada ao trabalho e diferenciada das modificações de causa ambiental, que corresponde a uma finalidade por ele estabelecida.

E logo a seguir declara Aristóteles aquilo que nos parece o essencial: nesse movimento, ou seja no ato humano, reside o princípio da técnica. [...] A ciência e a técnica são adquiridas pelo homem como resultado da experiência. [...] A técnica, ou a arte, é superior à experiência por motivo de permitir o conhecimento do porquê e da causa, enquanto a experiência apenas diz o que o objeto é (PINTO, 2005, p. 138).

Já em tempos antigos, o adjetivo “técnico” começou a ser empregado no sentido de “prático” como uma oposição ao termo “teórico”. O “teórico” era associado aos gramáticos pelo seu empenho na arte oratória, tida como uma técnica de papel principal enquanto atividade social. A palavra “teoria” se referia a uma contemplação com finalidade de aprendizado, porém sem ação imediata. Posteriormente foi utilizada para situações nas quais não se objetivava realizar qualquer ação. Um outro uso do termo “técnico” era com o sentido de artificial, como produção de instrumentos que funcionam por si mesmos, o que chamamos hoje de automáticos, o que é o prenúncio da íntima associação entre técnica e mecanização da produção (PINTO, 2005).

Nesse sentido, evidencia-se que na Antiguidade grega a teoria impõe-se à prática. Como já explicitado, os nobres se ocupavam de atividades políticas e contemplativas, associadas ao conhecimento teórico, enquanto as atividades práticas manuais eram executadas pelos homens livres e escravos. O homem era considerado um ser teórico por excelência, para o qual até mesmo as atividades políticas eram subjugadas à teoria, sendo o trabalho espiritual superior ao trabalho material. Esta relação antagônica entre teoria e prática se refletiu na elaboração do conhecimento, pois “determinaram a ruptura entre a ciência e a prática, frearam o progresso técnico e ‘bloquearam’ tanto social quanto ideologicamente tal progresso, assim como a atitude positiva em relação ao trabalho produtivo, físico” (VÁZQUEZ, 2011, p. 45).

Segundo Heidegger (2007), para compreender a técnica é necessário olhar além do aparente, sendo necessário buscar sua essência e perceber o homem como parte da técnica. Na tentativa de compreender melhor o pensamento grego, o autor afirma que para os gregos a técnica era um conhecimento produzido a partir da *physis*. A representação da técnica era percebida no plano sensível, o que era possibilitado pela ação humana. Esta concepção é diferente da que estaria por vir na modernidade, matematizada e instrumental. Segundo Rüdiger (2011b, p. 444), quando ela está “sujeita ao planejamento amplo e sistemático, ao cálculo padronizado e, no limite, automatizado, é porque a técnica passa a ser reinterpretada como tecnologia e nós ingressamos em época que adequadamente pode ser chamada de moderna”.

Engels (2016) explica que o desenvolvimento em diversos ramos da produção possibilitou a produção de excedente, a exemplo da tecelagem, manipulação de minerais e metais fundidos, criação de gado e agricultura. Para aumentar a força de trabalho produtiva, foi conveniente subjugar os povos dominados nas guerras à condição de escravidão. Desse modo, o excedente tratado como mercadoria se tornou alvo da ação de uma categoria emergente de trabalhadores – os comerciantes, que se ocupavam das atividades de troca dos produtos. Eles deram a ela o tratamento de riqueza, com tal importância de outras, como a terra, os escravos e o dinheiro.

Pinto (2005) afirma que para cada época as técnicas desenvolvidas são compatíveis com o nível de desenvolvimento da ciência e que sua utilização (ou não) serve aos interesses das classes dominantes, de forma a manter sua dominação sobre as classes trabalhadoras. Embora a relação do homem com a técnica se dê de forma mais objetiva na classe trabalhadora, ela representa um fenômeno social total. No exemplo da máquina a vapor citado anteriormente, evidencia-se que o maior interesse era manter a dominação dos escravos pelas

classes dominantes e não necessariamente aumentar a produção, que só se tornou foco posteriormente, com o desenvolvimento da sociedade capitalista na era industrial.

Ao sistematizar as principais contribuições do conhecimento grego ao pensamento ocidental, em que pese a divergência entre os pensadores da Antiguidade, Tarnas (2008) destaca a possibilidade de análise racional do mundo empírico – ainda que em dualidade com o pensamento idealista e com elementos do pensamento mítico, a análise matemática do mundo, os traços de religiosidade, a metafísica, a dialética. Esses aspectos fundamentarão diferentes formas explicativas do conhecimento em períodos posteriores.

## **2.2 O período medieval: a relevância da prática para a produção e a subjugação da teoria à religião**

A compreensão da história como um fluxo contínuo de conhecimento, construído a partir do acúmulo de informações ao longo das gerações, repleto de reformulações e formas diversificadas de interpretação, implica em considerar que este fluxo é marcado por contradições que podem provocar rupturas. Essas rupturas, como mudanças marcantes do modo de produzir da sociedade, são consideradas marcos para se estruturar de forma lógica o percurso histórico da humanidade. A Idade Média será aqui abordada no sentido de ruptura com a Antiguidade grega.

A constituição do sistema feudal, dada a crise expansionista do Império Romano e a escassez de mão-de-obra escrava, levou os proprietários agrícolas a arrendar parte de suas terras a agricultores livres, na condição de que estes dessem parte de sua produção ao dono da propriedade. Segundo a divisão social do trabalho, cabia ao senhor (o proprietário – chamado de suserano) a proteção do feudo e ao servo (o agricultor – na condição de vassalo) a prestação de serviços e doação de parte da produção. Na primeira fase do feudalismo (do século V ao X) a transição da escravidão para a servidão se deu em uma base econômica agrícola, em feudos praticamente autossuficientes, nos quais o produto do trabalho tinha apenas valor de uso. Na segunda fase (a partir do século XI), ocorreu maior desenvolvimento das cidades, que se tornaram importantes centros comerciais (ANDERY et al., 2014).

Assim, uma *oposição dinâmica* de cidade e campo só foi possível no modo de produção feudal: a oposição entre uma economia urbana crescente de bens, controlada pelos mercadores e organizada em associações e corporações, e uma economia rural de troca natural, controlada pelos nobres e organizada em terras senhoriais [...]. Não é preciso dizer que a preponderância deste último era enorme: o modo de produção rural era esmagadoramente agrário. Mas as leis de sua dinâmica eram determinadas pela complexa unidade de suas diferentes regiões, e não pela

simples predominância do domínio senhorial (ANDERSON, 1991, p. 146-147, grifo do autor).

A Idade Média foi uma época marcada, inicialmente, por uma barbárie política e intelectual, período que compreende os séculos V e XI, e, posteriormente, por um grande desenvolvimento intelectual e artístico, entre os séculos XI e XV. Houve uma significativa marca da filosofia escolástica, que retomou elementos da filosofia da Antiguidade e os ressignificou sob a égide religiosa. Embora as questões principais sobre o saber e o ser tenham sido retomadas dos gregos, na filosofia medieval estas foram perpassadas por um fator diferencial fundamental: a religião cristã (KOYRÉ, 2011).

Segundo Hegel, citado por Marx e Engels (2007), houve uma “hierarquia” do espírito na Idade Média, quando o domínio espiritual deveria reger o mundo por meio de seus representantes clérigos tido como sagrados, superiores aos demais indivíduos, considerados por sua vez, mundanos e profanos. Assim, as ideias abstratas, divinas e sagradas, eram consideradas superiores e deveriam predominar sobre outras formas, como o Estado, o governo, a família, a propriedade, o direito e até mesmo a própria ordem social. A mundanidade era considerada um estado bruto a ser dominado. O pensamento religioso e o espiritual deveriam predominar, bem como a filosofia: “a consciência do espiritual é, agora, essencialmente o fundamento e, por isso, o predomínio passou à filosofia” (HEGEL *apud* MARX e ENGELS, 2007, p. 176).

O desenvolvimento do conhecimento técnico no período feudal deu-se em função do aprimoramento de práticas agrícolas, como cultivo de cereais e arado de rodas, aperfeiçoamento de instrumentos com a utilização do ferro em sua construção e expansão de moinhos de água, porém de forma ínfima. O desenvolvimento das cidades foi um grande incentivo a inovações das técnicas de produção, dado o aumento populacional e a necessidade de consumo. Com a consolidação do comércio, além do valor de uso do produto do trabalho, passou-se a considerar um valor de troca. A maior produção de conhecimento nesse período se deu para atender a uma demanda prática, sendo esta produção subordinada à Igreja Católica. Esta instituição controlava sua veiculação e era proprietária de grande quantidade de terras (ANDERY et al., 2014).

A Igreja [...] agora se tornava uma instituição eminentemente autônoma dentro da forma de governo feudal. Única fonte de autoridade religiosa, seu domínio sobre as crenças e valores da massa era imenso; mas sua organização eclesiástica era diferente da de qualquer nobreza ou monarquia secular. Devido à dispersão da coerção inerente ao feudalismo ocidental que surgia, a Igreja podia defender seus

próprios interesses particulares, se necessário a partir de um reduto territorial, e pela força armada (ANDERSON, 1991, p. 148).

Embora o desenvolvimento de técnicas agrícolas tenha sido uma importante marca do período medieval, White Jr. (1940) explica que essa atividade se deu primordialmente para atender a uma necessidade prática e social no sentido de diminuir o esforço humano na produção. Isso corrobora com um ideal promulgado pela Igreja Católica de que o trabalho deveria ser executado da forma mais rápida possível, de modo que o sujeito o finalizasse e se dedicasse ao ócio. O ócio era, de fato, atributo dos nobres, enquanto os trabalhadores tinham pouco tempo livre, que deveria ser destinado a atividades religiosas. White Jr. pontua ainda que o desenvolvimento técnico, de viés prático e utilitário, não era visto como uma área que merecesse um estudo sistematizado, o que dificulta a compreensão de sua constituição histórica.

A Igreja e o Estado atuavam conjuntamente, sempre de forma a ampliar o seu poder econômico e político. Os monastérios, que na Antiguidade apoiaram o regime de escravidão, passaram a enobrecer o trabalho manual em escolas destinadas à plebe, onde não se ensinava a ler e a escrever, mas sim a doutrina cristã. Nas escolas clericais o objetivo era formar líderes religiosos que também pudessem influenciar as decisões políticas e administrativas, pois as escolas de cunho escolástico buscavam ampliar a sua influência especialmente sobre a classe burguesa emergente. Os nobres feudais não se interessavam pela educação formal, mas em manter a riqueza e as terras conquistadas. Assim, a Igreja exerceu um monopólio em relação à instrução da sociedade (PONCE, 2015).

Nas escolas laicas, onde o Estado tinha maior influência, havia um direcionamento ao ensino que proporcionasse a formação de pessoas para trabalhar na administração pública, direcionando o ensino para a legislação. Em centros urbanos como Paris, Bolonha e Oxford, desenvolveram-se as universidades, instituições de ensino em áreas especializadas, ainda que sob forte influência religiosa (PULIDO, 2018).

A burguesia emergente, que se consolidava com o crescimento das cidades, almejava um espaço privilegiado no regime feudal. A princípio, as universidades eram constituídas de pequenos grupos de estudiosos. Porém, este foi um espaço logo percebido pela burguesia em ascensão como uma importante forma de impulso e domínio intelectual, fundamental para a sua afirmação social. Desse modo, ela poderia desenvolver especialmente suas atividades relacionadas ao comércio e combater os preceitos religiosos que beneficiavam somente a nobreza (PONCE, 2015).

A concepção de natureza no período medieval sofreu um retrocesso em relação à filosofia grega antiga, segundo Camponogara e colaboradores (2007). Para os autores, o pensamento mítico (sobrenatural) grego enfatizava a dicotomia entre o ser humano e a natureza, em uma relação de complementaridade entre eles. Porém, quando retomado na era medieval, homem e natureza estão em contradição, com a sua separação afirmada pela doutrina cristã criacionista. Ainda de acordo com os autores, segundo religiosos da época, o homem seria criado à imagem e semelhança de Deus e, ao ser dotado de razão, encontrava-se em condição de superioridade em relação aos demais seres.

Aristóteles foi o pensador grego mais amplamente difundido e traduzido para o latim na época medieval, cuja obra enciclopédica apresenta temas variados. Muitas de suas premissas são encontradas em obras de autores dessa época, como Santo Tomás (1225-1274), embora submetidas aos ensinamentos cristãos. O legado de Aristóteles foi propagado pelas universidades europeias, porém com algumas modificações em sua interpretação no que diz respeito às concepções de natureza e de Deus. Para o pensador grego, a fonte de saber primordial era a natureza, em um mundo finito e hierarquizado de existência própria, e Deus era divino em si mesmo e não criador do mundo finito. Para os medievais, o homem era uma imagem semelhante à do Deus criador do mundo infinito, da natureza e da criatura. Os ideais de Platão também foram difundidos, considerando a alma habitada por Deus e fonte de verdade, inclusive com o seu Deus criador colocado por Santo Agostinho (354-430) como sendo o mesmo da religião cristã (KOYRÉ, 2011).

Segundo Tarnas (2008), o conhecimento e o discurso lógico sintetizado por Aristóteles foi atraente aos intelectuais da Igreja, pois estes o transpuseram, principalmente, para a finalidade doutrinária, enquanto as ideias platônicas serviram de embasamento para afirmar a continuidade da ordem social vigente. Assim, a Igreja se apropriou de formulações pagãs e as ressignificou de acordo com os pressupostos cristãos, em uma tentativa de minimizar os conflitos entre a razão e a fé.

Engels (1976) indica a retomada do pensamento grego como uma negação da negação. Ele explica que as ideias antigas gregas foram negadas, porém retomadas no período medieval e corroboraram para a construção de um novo período, no qual as descobertas científicas ainda se encontravam um tanto desordenadas, mas apresentaram avanço em relação ao período anterior.<sup>33</sup>

---

<sup>33</sup> A exemplo disso o autor cita artefatos de navegação utilizados durante a expansão comercial para a região oriental, pavimentação em cidades como Paris no século XIII, entre outros.

A Renascença, embora não seja citada como um período histórico de grandes contribuições para a produção de conhecimento sobre os seres vivos e fenômenos naturais, apresenta vasta produção em retórica, letras e artes. Observações detalhadas dos seres podem ser exemplificadas em catálogos botânicos que, no entanto, não ultrapassam o estágio descritivo em direção a uma teoria de classificação (KOYRÉ, 2011).

Ora, isso parecia muito semelhante ao que fazia Leonardo da Vinci na anatomia, na botânica e na história natural. Observava os corpos nus, as plantas, o voo dos pássaros ou a chuva caindo; dissecava os cadáveres para descrevê-los, observava como os pássaros voam ou como caem as gotas da chuva, para desenhá-los de acordo com as regras da pintura e da perspectiva em descrevê-los em seus códigos. O conhecimento é adquirido pela “visão direta” daquele que está preparado para, como intermediário, revelar aos outros aquilo que descobre da natureza. *Esses são homens que sabem, com o auxílio dos seus sentidos, entender que a razão preside a natureza.* E a vista é a rainha dos sentidos; por isso para entender essa razão é preciso abrir os olhos e ver (VARGAS, 1994, p. 69, grifo nosso).

Essa época também foi marcada pela crença em superstições e magia, fato que pode ser associado à herança do pensamento mítico grego. Na transição entre o pensamento aristotélico e o medieval, observou-se a destruição da ontologia aristotélica. O estabelecimento do novo modo de pensar medieval demonstrou uma naturalização do sobrenatural, que em parte pode ser compreendida como herança do pensamento mítico, mas ressignificada com ideias cristãs (KOYRÉ, 2011).

Na perspectiva renascentista, a ordem cósmica do universo era presidida pelo divino, ainda que houvesse a compreensão do homem medieval como dotado de razão. A capacidade de observação da natureza e a possibilidade de organização de forma lógica, expressa matematicamente, apareceram em experimentos realizados na Idade Média, mesmo que, à época, não se atribuisse à natureza uma capacidade de ordenação em si mesma. As formulações universais poderiam ser, pela lógica e pela abstração, realizadas a partir dos fatos particulares e das experiências (VARGAS, 1994).

Essa observação dos fenômenos e consequente constituição de conhecimento a partir da realidade, uma herança do pensamento lógico aristotélico, era justamente o pensamento racional que a Igreja pretendia evitar ao se apropriar de sua obra e interpretá-la subjugando a realidade a uma autoridade divina. Esse cenário evidencia os elementos de transição do pensamento medieval, de domínio eclesiástico inquestionável, para o que viria a se constituir como moderno, científico e racional (TARNAS, 2008). Nesse período foram realizadas algumas formulações importantes para sínteses posteriores, como por exemplo,

o estudioso e bispo parisiense Nicole D'Oresme, [que] defendia a possibilidade teórica de uma Terra em rotação (ainda que pessoalmente a rejeitasse), por lógica pura, propondo engenhosos argumentos contra a relatividade ótica e queda dos corpos, mais tarde usados por Copérnico e Galileu como base para a teoria heliocêntrica. Para resolver dificuldades apresentadas na teoria aristotélica dos movimentos dos projéteis, Jean Buridan, professor de Oresme, desenvolveu uma teoria do ímpeto, aplicando-a a fenômenos terrestres e celestiais, que levaria diretamente à mecânica de Galileu e à primeira lei do movimento de Newton (TARNAS, 2008, p. 224).

Roger Bacon (1214-1292) incentivou a exploração prática de técnicas e o desenvolvimento de artefatos mecânicos que mais tarde viriam a ser apropriados pela indústria. Compreendida então como sinônimo de arte, posteriormente a técnica será ressignificada em razão do fortalecimento da ideia do livre arbítrio que emancipará o indivíduo da submissão às crenças religiosas. Na era moderna, será reconhecido à técnica o poder de auxiliar no desenvolvimento humano (RÜDIGER, 2011a). Pulido (2018) acrescenta que no período medieval havia menção às “artes mecânicas”, algo que seria mais próximo da ciência prática e tecnológica na modernidade, além do avanço em outras áreas como medicina e astronomia, proveniente de estudos de fontes grega e árabe.

Nesse período, a prática passa a ser percebida numa outra perspectiva. Ainda que persistisse a oposição entre teoria e prática, por meio da divisão social do trabalho entre as classes dominante e servil, a ação do homem passa a ser mais valorizada. Visto que a valorização da prática está associada à forma de dominação exercida pelo homem sobre a natureza – o trabalho, os avanços do conhecimento e da técnica participaram de um processo de mudança nas relações de produção. Ainda assim, a atividade contemplativa apresentava superioridade em relação ao trabalho material. Isso refletia as relações sociais de produção, com a elite dedicando-se às atividades teóricas enquanto se apropriava dos produtos do trabalho material dos servos (VÁZQUEZ, 2011).

A transição entre o pensamento medieval e moderno expressa a transição do modo de produção feudal para o capitalista. O processo de ruptura entre os modos de produção foi marcado pela substituição da terra pelo dinheiro como símbolo da riqueza, propiciado pelo avanço do comércio nas cidades, e pela formação dos Estados nacionais na Europa, com a formação de monarquias absolutas e descentralização feudal nos séculos XV e XVI. Esse processo ocorreu de variadas formas nos países europeus, mas teve como ponto em comum o investimento na expansão dos territórios de domínio comercial, por meio da colonização em regiões da América, África e Oriente. É pertinente ressaltar que durante esse processo de colonização foi retomada uma prática que havia sido abandonada no feudalismo – a escravidão (ANDERY et al., 2014).

No fim do período feudal houve grande crescimento das cidades, que se deu pela aglomeração de servos que fugiram ou foram libertados dos feudos e que passaram a se dedicar a atividades de artesanato e produção de ferramentas em oficinas. Dada a dedicação a estas novas atribuições, eles não produziam os alimentos necessários a sua subsistência, o que levou a uma ênfase na divisão do trabalho entre o campo e a cidade. A maior densidade populacional urbana levou à necessidade do aumento da produção agrícola, o que gerou conflitos entre agricultores e proprietários de terras subutilizadas, como a Igreja, para que novas áreas fossem abertas para tal atividade (ANDERY et al., 2014).

As relações sociais estabelecidas, com o aumento da população urbana que pouco se dedicava à produção agrícola, confrontavam com as forças produtivas eminentemente agrícolas e configuravam a contradição entre instrumentos e força de trabalho constituídos para a agricultura, o artefato e o comércio; algumas relações de produção dependentes do escravismo e outras demandando a formação de um mercado consumidor urbano. Essa contradição se estendeu pela transição entre os modos de produção feudal e capitalista, com particularidades nos diversos países europeus, em que a servidão no molde feudal foi extinta e os camponeses passaram a exercer funções nas cidades, como artesanato e início da manufatura (ANDERSON, 1991).

A oposição entre campo e cidade não é uma particularidade desse período, visto que ela é descrita desde “a passagem da barbárie à civilização, do tribalismo ao Estado, da localidade à nação, e mantém-se por toda a história da civilização até os dias atuais” (MARX e ENGELS, 2007, p. 52). Ela representa também um reforço à divisão social entre o trabalho material e o espiritual, fato determinante na condição de exploração do indivíduo trabalhador. Os servos que migraram dos feudos para as cidades mudaram individualmente para novas formas de trabalho, pois não possuíam condições de se libertarem dessa condição enquanto classe.<sup>34</sup>

Com a emergência das novas relações produtivas, o valor de troca passou a ser priorizado, pois o trabalhador passa a vender a sua capacidade de trabalho e produzir mais como excedente a ser comercializado. Na Antiguidade e Idade Média – até o momento de transição – era considerado principalmente o valor de uso das mercadorias produzidas, a exemplo da escravidão em que o trabalho vivo era apropriado pela classe dominante sem troca (MARX, 2011a).

---

<sup>34</sup> Os autores explicam que os trabalhadores servis do período feudal, ao mudarem para as cidades, continuaram como trabalhadores explorados por uma classe dominante, a burguesia que comandava a atividade manufatureira na transição para o capitalismo. Não havia uma consciência dessa exploração, tampouco uma coletividade dos trabalhadores, o que impossibilitava o questionamento e mudança dessa condição.

O produtor direto, o trabalhador, só pôde dispor de sua pessoa depois que deixou de estar acorrentado à gleba e de ser servo ou vassalo de outra pessoa. [...] o movimento histórico que transforma os produtores em trabalhadores assalariados aparece, por um lado, como a libertação desses trabalhadores da servidão e da coação corporativa, e esse é o único aspecto que existe para nossos historiadores burgueses. Por outro lado, no entanto, esses recém-libertados só se convertem em vendedores de si mesmos depois de lhes terem sido roubados todos os seus meios de produção, assim como todas as garantias de sua existência que as velhas instituições feudais lhes ofereciam (MARX, 2011c, p. 786-787).

Durante a transição do feudalismo para o capitalismo há uma mudança drástica na forma de tratamento da técnica. O trabalhador (artesão) perde a noção de totalidade do processo produtivo, pois com a divisão social do trabalho ele passa a executar apenas uma parcela do todo. Era de interesse da burguesia, emergente no início do capitalismo, a inovação da técnica com finalidade prática e não apenas pelo mero desenvolvimento científico. Embora, a partir desse momento histórico, seja possível perceber que a ciência e a técnica são colocadas em uma relação cada vez mais estreita (ANDERY et al., 2014).

Paralelamente ao crescimento da burguesia, produzia-se o grande despertar da ciência; eram cultivadas de novo a astronomia, a mecânica, a física, a anatomia e a fisiologia. A burguesia tinha necessidade, para o desenvolvimento de sua produção, de uma ciência que observasse as propriedades físicas dos objetos naturais e os modos de ação das forças da natureza. Até aí, a ciência tinha sido humilde serva da Igreja, que nunca havia lhe permitido ultrapassar os limites impostos pela fé (ENGELS, 2010, p. 32).

A transição entre modos de produção também é marcada pela tendência de substituição de ideias. A principal concepção que substituiu a visão medieval do homem com sua capacidade de conhecer e transformar a realidade foi a burguesa. “A contraposição de valores que o período abrigou (antropocentrismo e teocentrismo; fé e razão; ciência contemplativa e ciência prática) significou, na realidade, uma luta entre camadas sociais pelo poder” (ANDERY et al., 2014, p. 176).

Na era medieval, é evidente a subjugação da ciência à outra ideologia – a religião (GRAMSCI, 1978). A ideologia religiosa promulgada pela Igreja Católica era uma posição hegemônica, que representava os ideais de dominação que a elite desejava impor – uma ideologia que representava as relações materiais antagônicas estabelecidas entre as classes sociais. Esse objetivo foi alcançado graças a dependência econômica que os servos tinham para com seus senhores feudais e, posteriormente, dos trabalhadores com os burgueses capitalistas.

Nesta transição, a adesão à doutrina aristotélica perdeu o seu sentido original.<sup>35</sup> Desconsiderada a potencialidade transformadora da matéria e a busca pela perfeição, ganha força a ideia moderna de natureza, na qual os recursos naturais podem ser dominados pelo homem. Pode-se apontar uma retomada dos princípios de causalidade, acaso e necessidade, porém, agora guiados pela ideia da temporalidade e das modificações da natureza como um processo contínuo (VARGAS, 1994).

Para Engels (1976, p. 147), “a moderna ciência da Natureza [...] começa naquela época impetuosa em que o feudalismo foi esmagado pelos habitantes dos burgos. [...] É significativo o fato de que tanto os protestantes como os católicos competiam no afã de persegui-la”, referindo-se à Reforma Protestante proposta por Martinho Lutero. Desse modo, a ciência se afasta gradativamente da religião católica e se vincula às demandas econômicas.

### **2.3 A racionalidade moderna como base para a supremacia da prática e a consolidação da burguesia**

A era moderna foi um período de significativa mudança na perspectiva da relação do homem com a natureza e também com seus pares. A emergência do modo de produção capitalista é uma condição objetiva determinante desse processo, no qual a burguesia se destaca como protagonista na nova organização econômica e social. Essa classe emergente teve um papel revolucionário na negação das condições herdadas do período feudal.

O processo de crescimento das cidades no fim do feudalismo se deu com a migração de muitos servos para longe dos feudos. Estes passaram a se constituir como mão-de-obra disponível nas cidades, o que chamou a atenção de burgueses comerciantes como possibilidade de aumento em sua produção. A partir do século XVI, a produção se organiza em manufatura, o que aumentou consideravelmente a produtividade, colaborando para a expansão comercial e o fortalecimento do dinheiro como símbolo de riqueza (ANDERY et al., 2014). Em uma análise histórica sobre a urbanização, Marx (2011a, p. 395) afirma que a

---

<sup>35</sup> No que diz respeito à apropriação do pensamento grego na época moderna, observa-se “a substituição do Cosmos estruturado e hierarquizado de Aristóteles por um Universo regido pelas mesmas leis” (KOYRÉ, 2011, p. 48). A exemplo dessa mudança de perspectiva está a ideia de Kepler sobre a regularidade na estruturação do mundo determinada por leis geométricas, o que o remete a prioridade dada por Platão a Matemática. No entanto, ainda mantém ideias aristotélicas ao considerar que para a ordenação do mundo é necessário considerá-lo finito e relacionar o movimento a uma força, não explicando o repouso. Outro exemplo é a substituição da estrutura cósmica relacionada a uma ligação metafísica por uma ligação física entre a Terra e os astros celestes, proposta por Copérnico (KOYRÉ, 2011).

Antiguidade clássica é [a] história da cidade, mas de cidades fundadas na propriedade de terra e na agricultura [...]; a Idade Média (época germânica) parte da terra como sede da história, cujo desenvolvimento posterior se desenrola então como oposição entre cidade e campo; a [história] moderna é a urbanização do campo, não a ruralização da cidade, como entre os antigos.

Wood (2001) pondera sobre a ocupação do espaço e o desenvolvimento das forças produtivas, como a sociedade feudal agrária rural e o crescimento das cidades na emergência do capitalismo. A autora explica que a relação de exploração do trabalho e expropriação dos produtos do trabalhador, que marcam o modo de produção capitalista, também se deu no ambiente agrícola – os donos de terras se portavam como apropriadores e os trabalhadores como os produtores. Diferente que acontecia nos feudos, o desenvolvimento do trabalho assalariado nas cidades fez com que o capitalista se apropriasse do trabalho excedente sem uma coação direta do trabalhador – a força coercitiva se dava por meios econômicos, enquanto nos feudos ela ocorria pela demanda direta de produtos agrícolas.

As classes dominantes tradicionais das sociedades pré-capitalistas, que se apropriavam passivamente da renda dos camponeses dependentes, jamais pensariam em si mesmas como “produtoras”. O tipo de apropriação que se pode chamar de “produtor” é caracteristicamente capitalista. Implica que a propriedade é usada ativamente, não para um consumo ostensivo, mas para investimento e para a extração de lucros crescentes. A riqueza não é adquirida pelo simples uso da força coercitiva para extrair mais trabalho dos produtores diretos, à maneira dos aristocratas rentistas, nem pelo ato de comprar barato e vender caro, como faziam os comerciantes pré-capitalistas, mas pelo aumento da produtividade do trabalho (produção por unidade de trabalho) (WOOD, 2001, p. 94-95).

No sistema de manufatura, que perdurou do século XVI até meados do século XVIII, os trabalhadores realizavam a produção em um mesmo local e de forma coletiva, com a divisão de tarefas para compor o produto final, utilizando matéria-prima e ferramentas do capitalista. O sistema produtivo dependia essencialmente das atividades manuais, das habilidades e capacidade física dos trabalhadores, os quais vendiam a sua força de trabalho em troca de um salário. O desenvolvimento da manufatura é um marco da divisão do trabalho, marcando a divisão entre o trabalho no campo e na cidade (MARX, 2011c).

O modo de surgimento da manufatura, sua formação a partir do artesanato, é portanto duplo. Por um lado, ela parte da combinação de ofícios autônomos e diversos, que são privados de sua autonomia e unilateralizados até o ponto em que passam a constituir meras operações parciais e mutuamente complementares no processo de produção de uma única e mesma mercadoria. Por outro lado, ela parte da cooperação de artesãos do mesmo tipo, decompõe o mesmo ofício individual em suas diversas operações particulares, isolando-as e autonomizando-as até que cada uma delas se torne uma função exclusiva de um trabalhador específico. Por um lado, portanto, a manufatura introduz a divisão do trabalho num processo de produção, ou

desenvolve a divisão do trabalho já existente; por outro, ela combina ofícios que até então eram separados. Mas seja qual for seu ponto de partida particular, sua configuração final é a mesma: um mecanismo de produção, cujos órgãos são seres humanos (MARX, 2011c, p. 513-514).

Embora a burguesia estivesse em ascensão social, dada a sua acumulação de capital proveniente da exploração da classe mais pobre, ela ainda não havia alcançado o prestígio social antes experimentado pela nobreza. Essa classe aristocrática, remanescente dos senhores feudais do período anterior, contava com o apoio do Estado na figura de seu monarca. No entanto, a nobreza foi perdendo seu espaço para a burguesia, que pressionava o rei para atender seus interesses (PONCE, 2015).

A burguesia se constituiu enquanto classe a partir da necessidade de enfrentar a nobreza e afirmar seus interesses, como superar as condições feudais remanescentes e constituir o capital comercial e, posteriormente, industrial. Houve a subsunção dos indivíduos singulares aos interesses da coletividade burguesa, para a qual era necessário se reafirmar enquanto detentora de bens e meios de produção, obtidos a partir da exploração do trabalho e não de herança como ocorria com os nobres. Para isso, a burguesia submeteu o Estado aos seus interesses usando o seu poder econômico para conquistar o campo político (MARX e ENGELS, 2007).

Esse novo cenário social também se constituiu em mudanças no pensamento sobre a natureza e a sua relação com a religião. Na busca de romper com a crença medieval de criação divina e sua soberania em relação aos seres, o homem moderno assumiu para si uma posição soberana em relação à natureza. Visto que o desenvolvimento das forças produtivas demandou uma maior manipulação da matéria e dos fenômenos, o homem se colocou então na posição de ser supremo em relação à natureza, dotado da capacidade de transformá-la. Em função das demandas práticas e econômicas que direcionavam os processos de transformação da natureza, a modernidade apresentou um avanço no desenvolvimento técnico e científico (ANDERY et al., 2014).

Embora a ciência moderna estivesse em pleno avanço, a disseminação desse conhecimento não era ampla, não alcançando as massas populares. Para a classe trabalhadora foram implementadas escolas que ensinavam trabalhos manuais, ainda sob certa influência religiosa e que serviam também como uma agência de empregos (PONCE, 2015).

Francis Bacon (1561-1626) e René Descartes (1596-1650) são exemplos de colaboradores do processo denominado Revolução Científica, que representou um novo entendimento de mundo, no qual não mais prevalecia a razão divina. A ideia de domínio da

natureza pelo homem por meio da razão expressa a ruptura fundamental entre o pensamento medieval e o moderno, em que a ciência experimental é preterida em relação à filosofia (CAMPONOGARA et al., 2007).

Tarnas (2008) explica que a Revolução Científica, em termos de produção do conhecimento, foi um processo significativo de ruptura com o pensamento medieval, no qual destaca como exemplo a contribuição de Copérnico (1473-1543) para a Astronomia, com a formulação da teoria heliocêntrica. A princípio, a teoria foi refutada e teve grande oposição de religiosos, mas a comunidade científica que se constituía naquele momento conquistou espaço ao demonstrar a fundamentação de seus estudos a partir dos dados obtidos da natureza. Tarnas explica que o conflito entre a religião e o conhecimento científico emergente perdurou por todo o período, pois ainda que os pesquisadores publicassem seus estudos, eles sofriam pressão da Igreja para submeter os dados à vontade de um criador divino.

No entanto, era evidente um movimento de resistência frente à hegemonia católica. Uma vez que a fé e a contemplação não eram mais aceitas como fonte de conhecimento, surgem propostas metodológicas diferentes para a sua sistematização, como o empirismo de Bacon e o racionalismo de Descartes. Embora hajam obviamente divergências entre os pensadores do período, segundo Andery et al. (2014, p. 178),

foi-se firmando um novo conhecimento, uma nova ciência, que buscava leis, e leis naturais, que permitissem a compreensão do universo. Essa nova ciência – a ciência moderna – surgiu com o surgimento do capitalismo e a ascensão da burguesia, e de tudo que está associado a esse fato: o renascimento do comércio e o crescimento das cidades, as grandes navegações, a exploração colonial, o absolutismo, as alterações por que passou o sistema produtivo, a divisão do trabalho (com o surgimento do trabalho parcelar), a destruição da visão de mundo própria do feudalismo, a preocupação com o desenvolvimento técnico, a Reforma, a Contrarreforma.

De acordo com Vargas (1994), a ciência moderna herdou dos gregos a teoria e a objetividade, porém acrescentou a eles a experiência metódica e a elaboração do conhecimento como representações mentais em constante construção. Essa perspectiva é diferente da concepção de *épisthème* dos gregos, para os quais o conhecimento é absoluto e fechado em si mesmo – isto dada a perenidade da *physis* que permanece sempre a mesma em essência. Esse novo e moderno saber deveria ser então teórico, objetivo, metódico e experimental.

Na modernidade houve um avanço da utilização da linguagem matemática associada ao desenvolvimento da ciência, que ganhou maior credibilidade como fonte de verdade em relação à doutrina religiosa. Essa situação contribuiu para o desenvolvimento da Física

mecanicista e para uma maior desvinculação entre os saberes filosófico e científico do saber teológico. Ainda assim, a religião apresentava grande ênfase neste período, com base no determinismo da criação divina de todas as coisas e seres. O homem assume um papel de dono da natureza – entendida como objeto de manipulação e dominação, passível de experimentação e pesquisa (TARNAS, 2008; CAMPONOGARA et al., 2007).

A ciência moderna se diferencia do pensamento renascentista ao interpretar de forma distinta a experiência, mesmo que para ambos ela seja um importante critério de verdade. Para os medievais, ela é uma fonte de observação da natureza para que a partir dela se elabore conhecimento. Para os pensadores modernos, a experiência tem por finalidade demonstrar aquilo que já foi conjecturado no pensamento – é uma forma de demonstrar aquilo que já foi elaborado mentalmente (VARGAS, 1994).

Em um cenário de expansão industrial e do protestantismo na Inglaterra, no final do século XVI e meados do XVII, Francis Bacon foi um jurista apoiador da monarquia absolutista e defensor de uma ciência à serviço do progresso industrial. Para ele, o conhecimento deveria ser produzido de forma empírica e experimental, a partir de uma interferência intencional na natureza, de forma a gerar resultados práticos úteis ao homem. Não se tratava de valorizar o conhecimento em si, mas a sua contribuição para a melhoria da qualidade de vida humana. A indução proposta por Bacon demanda a repetição do fenômeno estudado em larga escala e análise de suas variações. Nota-se que ela difere fundamentalmente da concepção aristotélica que se limitava a registrar as condições do fenômeno sem interferências (ANDERY et al., 2014).

Bacon equiparava o conhecimento ao poder. Sua utilização prática era a medida exata de seu valor. Com Bacon, a Ciência assumiu um novo papel – utilitário, utópico, o equivalente material e humano ao plano espiritual de salvação de Deus. O Homem foi criado por Deus para interpretar e dominar a natureza. Portanto, a pesquisa das ciências naturais era a sua obrigação religiosa. [...] Por meio da Ciência, o Homem da Era Moderna poderia afirmar sua superioridade sobre os antigos (TARNAS, 2008, p. 296).

Para René Descartes, a experiência estava subordinada à razão e exercia uma função apenas comprobatória, pois era por meio da razão que se chegaria à essência das coisas. A existência do ser humano como um ser provido de pensamento era para ele uma primeira verdade. Desta primeira verdade derivaria uma segunda que seria a existência de Deus como ideia de perfeição. Essa ênfase ao racionalismo não está relacionada a um conhecimento contemplativo, mas sim a uma forma de buscar verdades que possibilitassem um controle da natureza pelo homem. A Matemática foi colocada por ele como parte fundamental no

percurso de construção do conhecimento, associada às operações de intuição e dedução (ANDERY et al., 2014).

A metafísica cartesiana se baseia em uma investigação científica na qual a experimentação não é fundamental, mas também não é excluída, pois a dedução<sup>36</sup> realizada a partir de intuições corretas pode levar a verdades conclusivas. Ela considera o universo constituído por *res extensa*, que é associada ao mundo material, e *res cogitans*, referente ao mundo do pensamento, ambos criados por uma *res infinita*, que é Deus. Sendo assim, a produção do conhecimento se dá pela concordância entre o mundo real e o pensamento – uma adequação entre o observado e o racionalmente concebido (VARGAS, 1994).

Para Nascimento Júnior (1998, p. 38), “o Deus de Descartes é muito diferente do Deus medieval pois, em lugar de estar constantemente ao lado dos homens vigiando-os e punindo-os, ele apenas constitui o primeiro mecanismo e origina o primeiro movimento”. Segundo Fataliev (1966), na obra de Descartes pode ser identificado um materialismo mecanicista, visto que ele admitia que o mundo possuía natureza material, porém regido apenas por princípios mecânicos criados divinamente.

O pensamento de Galileu Galilei (1564-1642) provocou rupturas com modelos explicativos até então prevalentes.<sup>37</sup> Galileu foi um matemático italiano que desenvolveu suas pesquisas no final do século XVI e início do XVII, sendo considerado o fundador da Física clássica. Em uma época de grande embate entre as concepções de mundo geocêntrica e heliocêntrica, posicionar-se pela segunda era motivo de grande conflito com a Igreja católica, mas ele defendeu essa hipótese e afirmou a independência da ciência frente à religião. Esse posicionamento é reiterado por sua defesa da construção do conhecimento e da ciência por meio da razão. Os requisitos metodológicos, como a observação e a experiência, também foram destacados, sendo sua análise baseada em critérios matemáticos (ANDERY et al., 2014).

Embora tenha ficado em desacordo com a Igreja Católica, Galileu acreditava que a natureza havia sido criada por um ser espiritual e regida por leis matemáticas, suscetíveis de conhecimento pelos homens por meio da razão e de métodos de estudo previamente estabelecidos. As concepções mentais sobre um fenômeno são o ponto de partida para a sua

---

<sup>36</sup> Na contemporaneidade, Engels (1976, p. 160) destacou que “indução e dedução encontram-se mutuamente ligadas entre si, tão necessariamente como a síntese e análise”, explicando que entre elas há uma correspondência recíproca e que colaboram de formas diferentes na produção de conhecimento.

<sup>37</sup> Embora diferentes autores tragam diferentes marcos para o início do pensamento científico moderno, como este citado e Ferreira Junior (2008) ao indicar Descartes (ressaltando a sua contemporaneidade), pondera-se que aqui o marco em si não é o fator preponderante, mas sim a concepção da época sobre a produção do conhecimento.

investigação, sendo que a experiência vivenciada é organizada de acordo com o seu caráter mental, podendo ser real ou conjecturada. A natureza, para Galileu, é a matéria inanimada regida pelos princípios da mecânica, como uma máquina. Essa ideia se contrapõe às visões de analogia a um animal, como a da *physis* de Aristóteles, e de magia, do período renascentista (VARGAS, 1994).

Para Koyré (2011), Galileu refutou os argumentos aristotélicos ao provar que o movimento de queda dos corpos estaria sujeito às leis matemáticas. Esta atitude conduz à superação do período medieval e renascentista, visto que ele rompe com a crença na magia. Para isso, ele suprime a percepção dos sentidos como fonte de conhecimento e declara que o conhecimento intelectual é o meio de apreender a essência do real. Fica evidente sua afiliação a ideias platônicas, nas quais há preponderância do conhecimento matemático, como um pano de fundo metafísico da ciência moderna.

Os estudos de Galileu influenciaram as pesquisas do inglês Isaac Newton (1642-1727) sobre os fenômenos físicos e a mecânica celeste, importantes constructos para a Física, pois possibilitou a compreensão de ambos os fenômenos em termos matemáticos e explicitou a lei da gravitação universal. Newton acreditava que a quantidade de movimento é variável graças a inércia e a gravitação universal, visto que antes o movimento era considerado constante. Ele admitia que a Física não era capaz de explicar alguns fenômenos, como a origem do sistema solar e seu movimento, então recorreu à metafísica e à crença em Deus como criador de todas as coisas, uma crença herdada do período medieval (ANDERY et al., 2014).

Galileu, Bacon e Descartes são porta-vozes, como irá expressar Marx (2011c), da burguesia emergente que dependia do desenvolvimento de determinadas técnicas para se consolidar enquanto classe. Cada um e todo pensador destacado pelo pensamento ocidental assim se qualificou em virtude de esforços, capacidade cognitiva e percurso individual influenciado por seu contexto. No entanto, a compreensão do efeito social e histórico do seu pensamento implica em identificar que interesses e demandas cada um destes pensadores estava vocalizando – a qual interesse econômico e social este pensador está dando voz.

Para Hobsbawm (2015a), a ciência Física clássica teve a sua verdadeira revolução ainda no século XVII, período em que foram elaboradas premissas com as quais pesquisadores posteriores a ele avançaram em sínteses teóricas. Já a Química teve seu maior desenvolvimento no período seguinte, a contemporaneidade, dada a sua larga utilização na prática industrial e a descoberta da análise da vida em termos inorgânicos.

De acordo com Fataliev (1966), as diferentes áreas das Ciências da Natureza estavam no começo de sua evolução durante a era moderna. Elas ainda estavam alinhadas à concepção

metafísica de imutabilidade dos fenômenos, com ênfase em sua explicação mecanicista. Essa ideia prevaleceu até meados do século XIX, com a proposta de teorias evolucionistas. O autor afirma ainda que essa visão era utilizada pela burguesia como forma de justificar a manutenção da ordem social vigente.

O desenvolvimento da Mecânica terrestre e celeste, bem como das Matemáticas a ela relacionadas, foi determinado pelas tarefas práticas determinadas pelo desenvolvimento das forças produtivas na época da desagregação do feudalismo e do nascimento do regime capitalista (desenvolvimento da indústria de guerra, da hidrotécnica, da navegação marítima, das vias de comunicação, isto é, dos ramos que tinham justamente necessidade de aplicação dos processos da Mecânica, das Matemáticas, da Astronomia). Essa preponderância foi igualmente determinada pelas próprias particularidades do processo do conhecimento, remontando do simples ao complexo. A fim de compreender a natureza dos fenômenos físicos, químicos e biológicos mais complexos, era preciso primeiro explicar o mecanismo dos fenômenos mecânicos elementares (FATALIEV, 1966, p. 39).

Segundo Engels (1976, p. 148), “o primeiro período da ciência moderna termina – no domínio do inorgânico – com Newton”, com a ressalva de que neste período pouco se avançou nas descobertas sobre o mundo orgânico, por dois fatores principais: não se considerava a natureza com um desenvolvimento histórico e faltava o conhecimento básico da Química e da célula como estrutura básica organizacional. A obra de Copérnico, regida por uma lei de movimento, também é destacada para o período moderno como emancipadora das ciências naturais em relação à teologia. A obra de Copérnico que, segundo Engels, tem importância correspondente a obra de Lutero para a Reforma Protestante, colaborou para a emancipação em essência da ciência da religião.

Em suma, ao remontar as características do período moderno, Camponogara et al. (2007, p. 493) aponta o

cientificismo; matematização da realidade do mundo; mecanicismo; materialismo com o desencantamento do mundo; ateísmo. Com isso, perde-se o espectro orgânico e vivo da natureza, que não encontra espaço na intervenção sistemática delimitante do pesquisador, reforçando-se um olhar analítico e pontualizado, impedindo que se considerem as interligações, os contextos e a forma holístico-dinâmica dos processos do ambiente, ou mesmo o elemento da imprevisibilidade. A subjetividade foi cooptada pelo anseio do saber como idêntico ao do poder, sendo vista como uma identidade equipada com mente racional e corpo, e não como um organismo amplo, interdependente, simbólico e integrado. Isto tudo foi ressaltado pelo mercantilismo/industrialismo da Revolução Industrial, que irrompeu com uma ideia de futurismo sufocante da história e das culturas, base para o progresso infinito, e com a noção de que o futuro tecnológico seria melhor que o presente tradicional.

Na modernidade “a concepção metafísica tornou-se impossível, na ciência da natureza, devido ao próprio desenvolvimento desta” (ENGELS, 1976, p. 201). A ciência

moderna caminha no sentido de não mais admitir que concepções metafísicas sejam fundamentais para as suas conclusões. No entanto, este dado não significa que a ciência afirme ou negue as ideias metafísicas, porém são indiferentes. “O defeito do materialismo abstrato da ciência natural, que exclui o processo histórico, pode ser percebido já pelas concepções abstratas e ideológicas de seus porta-vozes, onde quer que eles se aventurem além dos limites de sua especialidade” (MARX, 2011c, p. 446).

Essa situação caracteriza a ciência moderna como uma imposição de verdades, em que sob hipótese alguma ela pode ser negada, visto que isso significa negar o próprio mundo moderno. O mundo científico moderno é uma construção coletiva, em que o cientista é responsável somente pelo seu compromisso com a ciência, não havendo divergência entre os pesquisadores e nem oposição entre teorias válidas para uma determinada situação (VARGAS, 1994).

Segundo Gramsci (1978, p. 71), a partir do século XVIII a ciência adquire o status de superestrutura, uma forma de ideologia, “é a união do fato objetivo com a hipótese, ou um sistema de hipóteses, que superam o mero fato objetivo”. Tomando como objetivo conhecer a realidade que independe do homem, ela é por ele criada a partir de suas necessidades e por ele direcionada. A sua objetividade no estudo dos fenômenos dá elementos para a satisfação das necessidades e por isso é valorizada.

Segundo Paludo (2018), ciência e ideologia podem ser compreendidas como um par dialético que expressa uma contradição. Mészáros (2016) explica que na modernidade essa contradição se dá pelo fato de que a ciência, embora tivesse seu propósito colocado como a compreensão da realidade objetiva e uma posição neutra do pesquisador, foi subjugada aos interesses burgueses em desenvolver os métodos produtivos. A ideia de que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia poderia contribuir para a eliminação das desigualdades sociais, argumento utilizado para fundamentar seu avanço, é evidenciada como uma grande falácia na sociedade capitalista contemporânea. A realidade indica que esse desenvolvimento, na verdade, atende à ideologia de exploração do trabalho imposta pela classe dominante à classe trabalhadora.

Sobre a constituição do pensamento moderno, Tarnas (2008) destaca a relevância do fim da hegemonia cultural católica para a formação do sujeito racional e cético, que se constituiu a partir de diferentes processos, como o Renascimento, a Reforma Protestante e a Revolução Científica. Os princípios científicos como critério de verdade contribuem para a constituição de novas bases da sociedade, pois “no momento em que a Razão moderna trazia

à Natureza uma revolução científica, ela também trazia à sociedade uma revolução política” (TARNAS, 2008, p. 307), que culminaram no movimento iluminista.

Essa visão de mundo na modernidade é coerente com uma concepção de técnica como um meio para se atingir determinados fins. Heidegger (2007) explica que essa determinação instrumental e antropológica da técnica é associada a uma ideia de neutralidade da mesma, em que o homem tenta dominá-la e fica preso a uma relação de causa e efeito, possibilitada pelo apoio em uma ciência exata da natureza. No entanto, é pertinente observar que as necessidades criadas pelo homem o levam ao ato de produzir. A técnica associada a esta produção não é meramente um meio, mas uma forma de desabrigar, de conhecer a essência que está além do sensível. A essência da técnica não é efêmera e é por meio de sua busca e conhecimento que o homem se liberta da vontade de dominá-la, desejo este que o prende ainda mais a ela, como uma possibilidade questionadora e libertadora da condição instrumental.

No entanto, o homem moderno, ao se ater a uma técnica estruturada matematicamente e de forma instrumental, a ela se submete, uma vez que seus resultados são enaltecidos e colocados como aparente neutralidade. Com a visão de que a técnica foi criada pelo homem, ele se engana quanto ao seu domínio (RÜDIGER, 2011b), não se percebendo em uma relação recíproca de influência entre criador e criatura, além de negligenciar o fato de que faz parte da natureza por ele transformada. Diferente do pensamento grego depois de Platão, no qual as coisas são reveladas a partir da natureza, na modernidade a racionalidade é base do empoderamento do homem sobre as coisas.

A tecnologia associada à ciência moderna aparece em torno de 1600, como ação para “transformação do mundo, resolução de problemas práticos, construção de obras e fabricação de instrumentos, baseada em conhecimentos científicos e por processos cientificamente controlados” (VARGAS, 1994, p. 20). Do pensamento moderno emerge a compreensão da relação de recíproca influência entre técnica e ciência, em que o desenvolvimento da técnica é fundamental para o desenvolvimento da ciência. Em contrapartida, a técnica também é aprimorada a partir do conhecimento historicamente produzido pela ciência (VARGAS, 1994; HEIDEGGER, 2007). Conforme Rüdiger,

[...] o sentido da técnica, em especial a técnica moderna, que se define como tal na medida em que é interpelada por uma força de caráter inelutável e irresistível, que espalha sua dominação por todo o planeta. Essa força comanda o progresso do saber científico e os avanços tecnológicos. Através dela, os espaços existenciais diferenciados, que se desenvolveram em âmbitos restritos, tendem a desaparecer,

porque com base ela é que se elabora nossa civilização maquinística e planetária (2011b, p. 447).

A necessidade de adaptar os sistemas produtivos às demandas de acúmulo de capital marca a mudança na relação do homem com a máquina no século XVIII. Graças ao capital acumulado na expansão comercial, países como a Inglaterra investiram no aprimoramento da linha de produção, minimizando o trabalho manual e priorizando as máquinas, o que é parte do processo chamado Revolução Industrial. Ainda que esse país não se destacasse em termos de produção de conhecimento científico à época, isso não impediu o progresso tecnológico. No início, a indústria se baseou em processos simples já conhecidos, porém com sua eficiência ampliada para atender o aumento das demandas econômicas (HOBSBAWM, 2015a).

O aumento da produtividade na era moderna, apoiado em avanços técnicos e de conhecimento científico, caracteriza a submissão da ciência aos interesses capitalistas, o que implica diretamente na exploração do trabalhador.

É pertinente destacar o modo de produção capitalista enquanto construção humana, a partir de condições materiais anteriores, cuja atividade culminou nas relações produtivas de intensa exploração do trabalho e produção de mercadorias. Nesse sentido, o capitalismo não é um fim inevitável da sociedade, advindo da mera reprodução de práticas antigas, mas um sistema que foi constituído historicamente com base na subordinação do trabalhador a uma elite burguesa acumuladora de capital. Considerar o capitalismo como uma lei natural e imutável é recair em uma perspectiva determinista da história (WOOD, 2001).

#### **2.4 O mundo contemporâneo e as demandas do capital: submissão da ciência à tecnologia como objetivação da sujeição da teoria à prática**

No século XVIII, a maior parte da Europa encontrava-se em uma situação predominantemente agrícola, baseada nas relações servis entre proprietários latifundiários e agricultores. No entanto, o processo de urbanização e expansão populacional iniciado na modernidade continuou em ascensão, com o comércio aquecido e farto de produtos provenientes das colônias conquistadas durante a expansão marítimo-comercial. Isso acarretou maior demanda por mercadorias e produtos agrícolas, intensificação da exploração das colônias e ampliação das vias comerciais marítimas, sendo a Grã-Bretanha o Estado mais bem-sucedido na acumulação de capital e desenvolvimento industrial (HOBSBAWM, 2015a).

A expansão da manufatura se deu de forma associada à expansão comercial da Europa para a América e Índias Orientais. Havia uma maior quantidade de moedas (ouro e prata) em circulação, fato que permitiu uma maior acumulação de capital móvel, aumentando também o prestígio social da burguesia e o significado político do comércio. A burguesia, que antes teve um importante papel de mudança na organização das classes sociais, agora buscava manter o seu *status* de classe detentora dos meios de produção e capital (MARX e ENGELS, 2007).

A Inglaterra, como o país que pioneiramente se destacou nas atividades comerciais, conseguiu expandir seu mercado consumidor de tal forma que demandou um maior investimento e crescimento de produção. Isso levou ao desenvolvimento de grandes indústrias com maquinaria mais desenvolvida, mas não sem a contradição com o sistema manufatureiro. Alguns fatores foram importantes para essa nova fase de produção, como a livre concorrência interna e o desenvolvimento da mecânica teórica (MARX e ENGELS, 2007).

Como uma forma de aumentar ainda mais a produção e superar a limitação da capacidade física do trabalhador, houve a substituição deste como ferramenta, com seu trabalho manual, pelo manuseio da máquina, para a realização das atividades e aumento quantitativo significativo dos produtos, com a mesma ou até melhor qualidade e menor custo. Assim, a função do trabalhador operário limitou-se ao controle da máquina, acentuando a perda da noção de totalidade e controle do sistema produtivo. Visto que a divisão das tarefas demandava trabalhadores em diferentes estágios da produção, para exercer tanto o trabalho material como imaterial, se instituiu uma divisão social do trabalho (MARX, 2011c).

A divisão manufatureira do trabalho supõe a autoridade incondicional do capitalista sobre homens que constituem meras engrenagens de um mecanismo total que a ele pertence; a divisão social do trabalho confronta produtores autônomos de mercadorias, que não reconhecem outra autoridade senão a da concorrência, da coerção que sobre eles é exercida pela pressão de seus interesses recíprocos (MARX, 2011c, p. 534).

Na era industrial, há uma modificação significativa na relação do trabalhador com o processo produtivo, assim como com o produto de seu trabalho. A exploração do trabalhador pelo capitalista atinge uma nova escala, em que o trabalhador não tem mais consciência da totalidade do processo produtivo – ele conhece apenas a parcela das tarefas que lhe cabe executar. Além disso, a exploração da força de trabalho atinge um patamar na história da humanidade em que o trabalho está distanciado das necessidades humanas básicas de sobrevivência, cujo foco está nas demandas de produção capitalista, o que o torna um trabalho alienado (MARX e ENGELS, 2007). A maior divisão do trabalho, que agora é o seu vínculo

com as forças produtivas, aumenta a dependência entre os indivíduos. Desse modo, quanto mais o trabalhador produz, menos ele possui e mais se submete ao domínio do capital (MARX, 2011b, 2011c).

Carneiro, Mesquita e Afonso (2016) explicam que na sociedade burguesa há uma desigualdade na percepção do homem enquanto sujeito da própria história, fato relacionado a divisão social de classes. “Quer dizer, ao mesmo tempo existe a oportunidade dos homens compreenderem-se como sujeitos históricos, mas, por outro lado, criam-se mecanismos que impedem essa compreensão. Tais mecanismos são a alienação e a ideologia” (2016, p. 4). A elite cria mecanismos para impedir o acesso da classe trabalhadora ao conhecimento, de forma que ela não tenha condições de construir um processo de libertação de sua situação alienada, ocultando a ideologia de dominação.

A produtividade e o trabalhador assalariado permanente se instalam e com isso passa a ser fundamental instruir o trabalhador para a melhor obtenção de resultados. A instrução não poderia ser negada a essa classe, tal qual feito em períodos anteriores, ainda que entre as diversas concepções de educação persistisse o ensino diferenciado entre as classes sociais. Foi ampliada uma educação elementar em escolas públicas gratuitas sob a tutela do Estado, que eram pouco frequentadas, mesmo porque essa decisão coincidiu de forma proposital com a inclusão de crianças e mulheres na cadeia produtiva (PONCE, 2015).

Além dos operários, eram necessários trabalhadores que fossem capazes de gerenciar a indústria e desenvolver mais aplicações para ampliar a produção, pois a livre concorrência provocava a permanente necessidade de inovações. “Favorecer o trabalho científico, mediante escolas técnicas e laboratórios de altos estudos, foi, desde essa época, uma questão vital para o capitalismo” (PONCE, 2015, p. 177), o que levou à distinção entre uma educação primária para a massa trabalhadora e uma outra educação considerada superior. Apesar da instrução ser fornecida às massas, isso ocorria com parcialidade e até o limite de manter a alienação da classe trabalhadora no desenvolvimento de suas atividades.

Dada a necessidade de desenvolvimento constante e cada vez mais acelerado dos meios de produção, a ciência no século XVIII dedicou-se principalmente a solução dessas questões, em especial a Química e suas práticas laboratoriais no aprimoramento da indústria. Essa prática corroborou a convicção iluminista do progresso econômico associado à racionalidade e ao controle da natureza. O desenvolvimento científico se deu tanto a partir da reformulação do conhecimento já sistematizado, porém com novas formas de olhar as demandas emergentes, como pela abertura de novos campos de investigação e de seus instrumentos teóricos e práticos (HOBSBAWM, 2015a).

Após a Revolução Francesa, a ciência contou com o incentivo à educação científica e técnica. Em 1794 foi criado o Museu Nacional de História Natural; em 1795 a Escola Politécnica e a Academia Real. Como parte de uma reforma geral na educação realizada por Napoleão, em 1795 foi criada também a Escola Normal Superior. Na Grã-Bretanha, a educação científica se deu principalmente em laboratórios particulares para integrantes da classe média, que ascendeu graças à acumulação de riqueza. Nestes laboratórios, desenvolveu-se especialmente a ciência experimental como as de Michael Faraday (1791-1867) (relação entre eletricidade e magnetismo) e de John Dalton (1766-1844) (teoria atômica). Sociedades do conhecimento também foram criadas, como a Sociedade Lunar de Birmingham, Sociedade Filosófica e Literária de Manchester, Universidade de Londres e a Associação Britânica para o Progresso da Ciência (1831) (HOBSBAWM, 2015a).

A era revolucionária, portanto, fez crescer o número de cientistas e eruditos e estendeu a ciência em todos os seus aspectos. E ainda mais, viu o universo geográfico das ciências se alargar em duas direções. Em primeiro lugar, o progresso do comércio e o processo de exploração abriram novos horizontes do mundo ao estudo científico e estimularam o pensamento sobre eles. [...] Em segundo lugar, o universo das ciências se ampliou para abraçar países e povos que até então só tinham dado contribuições insignificantes (HOBSBAWM, 2015a, p. 379-380).

A ciência contemporânea, ao considerar a perspectiva de relatividade científica, ou seja, compreender que as verdades são válidas dentro de um contexto e do ponto de vista do observador, diferencia-se da concepção moderna que se impôs como um caráter absoluto de verdade e não passível de contestação (VARGAS, 1994). No entanto, para Hobsbawm (2015b), no século XIX a ciência experimental ainda prevalecia sobre outras formas de saber como a filosofia, visto que duas tendências filosóficas por si só já se subordinavam à ciência, são elas: o positivismo francês, associado a Augusto Comte (1798-1857), e o empirismo inglês, associado a John Stuart Mill (1806-1873).

Segundo Nascimento Júnior (1998, p. 40), o método positivista é baseado na construção teórica produzida pela experiência a partir da observação dos “fatos particulares, generalizando-os por indução atingindo as leis da coexistência e da sucessão deduzindo dessas leis os fenômenos não observados”, cujo fim é o conhecimento racional. Essa visão afirma existir uma hierarquia entre os saberes, entre os quais Comte deu prioridade às chamadas ciências naturais, por acreditar que o estudo de seus fenômenos e leis regiam todos os seres e explicariam inclusive a sociedade humana. Assim, o homem podia agir sobre a natureza e dominá-la pela previsão dos fatos, pois conseguiria fazer isso pelo conhecimento de suas leis.

Dizia Comte: “O caráter fundamental da filosofia positiva é considerar todos os fenômenos como sujeitos a leis naturais invariáveis, cuja descoberta precisa e cuja redução ao menor número possível constituem o objetivo de todos os nossos esforços, ao mesmo tempo em que julgamos absolutamente inacessível e sem sentido a busca daquilo que se chama de causas, tanto primeiras como finais” (ABAGNANO, 2007, p. 138).

Para Lefebvre (1991), o positivismo subestima a lógica enquanto método e simplifica a história do conhecimento, que não se constitui de forma linear. Quando Comte explica que o conhecimento passou pelas etapas teológica e metafísica para chegar à era dita positiva, como se as tivesse ultrapassado, ele ignora o fato de que essas etapas anteriores cronologicamente não são deletadas, mas sim superadas e seus elementos ainda podem ser encontrados na era científica. “A imagem fisicalista do positivismo empobreceu o mundo humano e no seu absoluto exclusivismo deformou a realidade: reduziu o mundo real a *uma única* dimensão e sob o único aspecto, à dimensão da extensão e das relações quantitativas” (KOSIK, 1976, p. 30, grifo do autor).

Mészáros (2014) também destaca a relevância da dimensão histórica do conhecimento, afirmando que ao desconsiderá-la o positivismo se apresentou como uma concepção acrítica e elevada a uma ideologia da visão dominante de mundo. Em suas variadas formas, o positivismo não tratava da dinamicidade das atividades humanas, que incluem a ciência, disfarçando os interesses das classes sociais e sua divisão estrutural. Além disso, o modo de pensar positivista, apresentado como portador do “progresso e do espírito científico”, identificava-se com o modo de produção capitalista, pois a indústria teria sempre as suas demandas atendidas com a incorporação da ciência em seus processos.

No início da contemporaneidade, o grande avanço da Biologia foi a proposição dos pesquisadores Matthias Schleiden (1804-1881) e Theodor Schwann (1810-1882), de que todos os organismos são formados por unidades de células. Uma perspectiva das Ciências Sociais que teve ampla influência em outras áreas do conhecimento, como a Biologia e a Física, foi a compreensão da “História como um processo de evolução lógica, e não simplesmente como uma sucessão cronológica de acontecimentos” (HOBBSAWM, 2015a, p. 385). Ter a evolução como um eixo norteador e superar o limite da descoberta, descrição e classificação, foi um avanço muito importante para um início de mudança do pensamento em direção à percepção de continuidade entre os fatos históricos.

Embora o progresso maciço fosse possível em todos os ramos do conhecimento, parecia evidente que alguns estavam mais adiantados, mais bem formados que

outros. Parecia que a física estava mais madura que a química, e que já havia deixado para trás o estágio de progresso efervescente e explosivo dentro do qual aquela ciência estava ainda tão visivelmente engajada. A química, por seu turno, mesmo a “química orgânica”, estava muito mais adiantada do que as ciências da vida, que pareciam apenas começar a tomar impulso naquela era de excitante progresso. De fato, *se uma única teoria científica representava o avanço das ciências naturais em nosso período, e era de fato reconhecida como crucial, essa teoria é a da evolução*, e se uma única figura dominou a imagem pública da ciência, essa foi a do indivíduo de feições marcadas e algo simiescas, Charles Darwin (1809-1882) (HOBSBAWM, 2015b, p. 332, grifo nosso).

Essa nova forma de pensamento foi crucial para a construção do pensamento evolucionista. Era uma preocupação da época explicar a formação da vida e das espécies, estudos estes que foram auxiliados pelas escavações geológicas e datação de fósseis. Entre os pesquisadores proponentes de teorias explicativas do processo evolucionista, um dos destaques foi o francês Jean-Baptiste de Lamarck (1744-1829) com a sua teoria baseada na herança de caracteres adquiridos, publicada em 1809 (HOBSBAWM, 2015a). Engels (1976) também destacou a importância da teoria de Lamarck como uma importante precursora do pensamento evolucionista darwinista no que se refere à ideia de parentesco entre as espécies.

A teoria evolucionista sintetizada por Charles Darwin (1809-1882) apresentava uma nova explicação sobre os fatores que poderiam levar à origem e evolução das espécies em termos de competição, argumento plausível e conhecido pela sociedade em geral. Além disso, esta teoria ratifica a relevância da história sobre as ciências em geral. Ela revoluciona o pensamento contemporâneo ao colocar o homem como parte do esquema da evolução biológica. Confirmando a dimensão social e histórica do pensamento, que se funda e expressa as relações materiais de vida, a confusão entre evolução, em termos de diferenciação biológica conforme proposto pela teoria, e progresso foi usada com propósitos políticos de afirmação de superioridade dos europeus em relação a outros povos (HOBSBAWM, 2015b). “A biologia era essencial para uma ideologia burguesa teoricamente igualitária, pois deslocava a culpa das evidentes desigualdades humanas da sociedade para a natureza” (HOBSBAWM, 2015c, p. 326).

A teoria da evolução revolucionou nossa maneira de ver o mundo natural. Antes de Darwin, o enfoque dominante entre os cientistas era o de que as espécies eram imutáveis, tendo sido criadas por Deus para funções específicas na natureza. Alguns aceitavam a ideia da evolução, mas de forma mística, dirigida por forças vitais que dava lugar à intervenção decisiva do Ser Supremo. Darwin rompeu com esta visão idealista. Pela primeira vez, fundamentalmente – embora não exclusivamente – através de um processo de seleção natural, havia uma explicação de como as espécies foram mudando, através de bilhões de anos, desde as formas de vida unicelulares até as formas mais complexas, incluindo nós mesmos. A contribuição revolucionária de Darwin foi a de descobrir o mecanismo que provoca essa mudança e de dar à evolução uma sólida base científica (WOODS e GRANT, 2007, p. 364).

Pensar a história evolutiva dos seres vivos como uma continuidade, com elos intermediários aproximando espécies diversas, é uma significativa ruptura com o pensamento metafísico. A teoria da evolução representa uma proposta compatível com o pensamento dialético, pois considera uma oposição contínua e conflitante entre a parte inicial presente na natureza e a forma final,<sup>38</sup> sendo esta originada a partir do conflito entre herança e adaptação. A vida, portanto, é condicionada pelo movimento das contradições presentes na natureza ao longo da história (ENGELS, 1976).

Nascimento Júnior (2000) destaca que a visão materialista dialética da natureza, proposta por Engels e retomada por outros autores como Lênin, apresenta elementos importantes para a superação da metafísica na ciência. Ainda que estes autores apresentem alguns dados errôneos em termos científicos,<sup>39</sup> visto que o conhecimento avançou desde suas respectivas épocas, o autor destaca que o modo dialético de pensar o conhecimento é o fator mais relevante deixado por eles. Com isso, esse pensamento que, embora não seja sempre afirmado como referencial teórico, tem seus elementos presentes em discussões contemporâneas da Física quântica e na Biologia evolucionista.

Esse distanciamento espontâneo de alguns cientistas acerca da ideia de determinismo da natureza e o reconhecimento da existência de princípios contraditórios nos fenômenos naturais, coloca o pensamento desses cientistas e filósofos desalinhado à ciência convencional. A necessidade de uma forma lógica para trabalhar com as contradições, de formas geométricas irregularmente regulares e ainda de considerações metodológicas onde sujeito e objeto se continuam, vem aumentar este distanciamento com as velhas ideias (NASCIMENTO JÚNIOR, 2000, p. 136).

O embate entre novas e velhas ideias não precisa ser tomado como uma oposição simples entre as formas de representação ultrapassadas e aquelas atuais. Os aspectos específicos da época e as condições particulares de existência dos pensadores não são suficientes para explicar a sua genialidade e muito menos o alcance de suas ideias. Conforme temos discutido, o pensador que elabora significativas sistematizações teóricas dá voz a um projeto de sociedade ao expressar as demandas de uma classe social. As ideias são, assim, consideradas obsoletas ou revolucionárias em razão do programa social que expressam,

---

<sup>38</sup> Ao usar os termos “forma inicial” e “forma final”, o autor faz referência a grupos que estão em diferentes estágios do processo evolutivo. Como a mudança de forma não é passível de observação em uma única geração, o pesquisador observa a forma vigente a seu tempo (forma final) e a partir de evidências de parentesco com outros grupos ele estima o ancestral (forma inicial).

<sup>39</sup> Como exemplo, a obra de Engels indica alguns elementos que se associam à teoria evolucionista proposta por Lamarck, que foi refutada pela comunidade científica após a publicação da teoria sintetizada por Darwin.

lembrando que são, ainda, marcadas pelas contradições que estão na base material da sociedade na qual se originam. Isso porque as ideias emergem da experiência concreta e não de um universo abstrato.

Em um mundo obstinado pelo desenvolvimento científico, a mudança de perspectiva em relação à natureza foi determinante em seu avanço, tendo como um dos fatores primordiais, que legitimaram a concorrência e exploração como algo natural, a

aceitação geral da teoria da evolução, relativizando o posicionamento do homem na natureza, que passa a ser um produto dela e não apenas o seu dominador. Também, são questionados os processos em que todos os eventos estão orientados por leis naturais e imutáveis – determinismo mecânico –, tendo em vista descobertas relacionadas ao acaso. Entretanto, fatores históricos e econômicos também são encarados como processos naturais, prevalecendo a prerrogativa da luta pela sobrevivência (CAMPONOGARA et al., 2007, p. 494).

A teoria de Darwin foi alvo de desconfiança porque colocava o homem como sujeito às leis naturais da mesma maneira que todos os demais seres. Apesar das evidências apresentadas pelos estudos de Geologia e Anatomia, a afirmação da semelhança entre o homem e os macacos foi intensamente combatida por argumentos conservadores e religiosos. A resistência conservadora é associada também ao avanço da burguesia liberal, que acolheu a teoria assim como militantes de esquerda como Karl Marx (1818-1883). É importante destacar que Alfred Russel Wallace (1823-1913) teve importante contribuição na síntese da teoria da seleção natural antes de Darwin (HOBSBAWM, 2015b).

Ainda que se dê ênfase ao sujeito enquanto sintetizador dessa teoria evolucionista, Darwin deve ser compreendido como um sujeito que expressa as condições estruturais e as contradições de seu tempo histórico, na relação dialética entre o sujeito e o contexto. Compreende-se que “os homens fazem a sua própria história; contudo, não a fazem de livre e espontânea vontade, pois não são eles que escolhem as circunstâncias sob as quais ela é feita, mas estas lhes foram transmitidas assim como se encontram” (MARX, 2011d, p. 25-26).

Viana (2009) faz uma importante ressalva na associação entre as ideias de Marx e Darwin. Segundo o autor, embora essa associação seja recorrente na literatura, Marx foi um grande crítico a teoria evolucionista de Darwin, dada a grande importância que ela dá ao meio enquanto fator decisivo de mudança nos indivíduos.

Desenvolvendo a tese da dependência dos organismos das condições exteriores, das condições de existência, Marx e Engels assinalaram a faculdade de adaptação dos organismos ao meio mutável e a hereditariedade dos caracteres adquiridos. Salientaram que a mudança das qualidades hereditárias sob a influência do meio era um fato inelutável (FATALIEV, 1966, p. 63).

Engels (1976) considera a teoria evolucionista de Darwin como uma visão não somente do mundo natural mas também da sociedade. No entanto, ele considera errôneo transpor as leis da natureza para a sociedade, visto que o homem tem a capacidade de produzir e transformar a natureza para a sua subsistência, enquanto o animal apenas a consome. Destaca-se aqui um ponto importante: a referida teoria evolucionista tem como um de seus princípios fundamentais o acaso, admitindo a sua grande influência no comportamento das populações. A dialética admite que a construção da sociedade se dá a partir de intencionalidade, que se relaciona às demandas econômicas e antagonismo entre as classes sociais.

Toda a teoria de Darwin baseada na luta pela vida é simplesmente a transferência, da sociedade para a natureza animada, da teoria de Hobbes do *bellum omnium contra omnes* e mais ainda: da teoria burguesa da livre competição e da teoria malthusiana sobre a superpopulação. Uma vez levada a cabo essa proeza (cuja justificação incondicional é ainda muito problemática, especialmente no que se refere a teoria malthusiana) é muito fácil transferir de volta essas teorias, passando-as de história natural para a história da sociedade; e, afinal de contas, é uma grande ingenuidade pretender, com isso, haver demonstrado essas afirmações como sendo leis eternas da sociedade (ENGELS, 1976, p. 163).

A crítica de Engels evidencia que, na sociedade capitalista, a luta de classes e os interesses econômicos são importantes fatores do meio. Esses fatores se impõem às características biológicas, situação diferente do que acontece no mundo natural sem a presença do homem.<sup>40</sup> Embora a evolução humana, em sua constituição biológica, continue em curso, não se pode considerá-la de outra forma que não no contexto sócio-histórico dos indivíduos. Segundo Viana (2009, p. 5), “Darwin expressava a consciência burguesa e assim reproduzia as relações sociais burguesas em suas teses sobre a evolução”.

A dimensão política da teoria evolucionista de Darwin,<sup>41</sup> levada a uma situação extrema, pode ser associada à utilização da eugenia em torno de 1883, um cruzamento seletivo amplamente utilizado na agricultura e pecuária, com a finalidade de selecionar

---

<sup>40</sup> Woods e Grant (2007) exemplificam o meio social no modo de produção capitalista. Os fatores econômicos que geram desigualdades sociais levam a morte de milhares de pessoas, por exemplo, as que são acometidas pela fome, pois embora haja significativa produção agrícola, os alimentos não são distribuídos para toda a população. Nesse sentido, a seleção social para os humanos prevalece em relação a biológica, na qual os que “mais lucram” sobrevivem.

<sup>41</sup> A teoria evolucionista proposta por Darwin é aqui tratada em sua relevância histórica, dada a ruptura provocada por ela no pensamento biológico e social. No entanto, o desenvolvimento da Biologia evolucionista na atualidade associa a proposta darwinista ao conhecimento de outras áreas mais recentemente aprimoradas, como a Genética e a Biologia Molecular. Entre os pesquisadores que discutem a evolução moderna estão Stephen Jay Gould, Niles Eldridge, Richard Dawkins e Theodosius Dobzhansky (WOODS e GRANT, 2007).

características biológicas em grupos burgueses. Embora seus defensores extremistas não tenham ganhado força, pois a medicina se ocupava de estudos mais relevantes em termos de saúde pública (melhorias de saneamento básico, combate a doenças microbianas de ampla disseminação como a tuberculose), após 1900 a eugenia ganhou uma perspectiva científica com o avanço dos estudos sobre hereditariedade da genética (HOBSBAWM, 2015c).

No exemplo mencionado, observa-se uma apropriação do conhecimento científico para expressar os interesses da classe social dominante. É relevante salientar que a teoria sintetizada por Darwin foi apropriada para fins diversos, em interpretações variadas além do seu propósito inicial, que era explicar as transformações biológicas das populações ao longo do tempo. O evolucionismo, que como teoria pode ser compreendido como uma objetivação do trabalho imaterial, é explorado para a manutenção das desigualdades. Esse produto do trabalho passa a ser portador de uma nova função social. “A apropriação da significação social de uma objetivação é um processo de inserção na continuidade da história das gerações” (DUARTE, 2013, p. 36).

O cientificismo do século XIX, sustentado pela visão determinista e mecanicista da natureza, teve alguns de seus dogmas e princípios questionados e derrubados, como

*o atomismo, o determinismo, o mecanicismo e a tese empirista de que toda teoria que ultrapasse os limites da experiência sensível não tem valor científico. Podemos considerar que o atomismo foi eliminado pela desintegração das partículas subatômicas, o que revelou a impossibilidade de se chegar, até o momento, ao elemento último da matéria. Cada vez mais nos convencemos de que não há separação rígida entre matéria e espírito, entre contínuo e descontínuo, entre sujeito-objeto-instrumento. O determinismo, que conferia à Ciência o poder de uma previsão absoluta dos fenômenos regidos por leis imutáveis e mecânicas, foi eliminado pela Física Teórica (Quântica). No universo subatômico, dada as mesmas causas/condições nem sempre se pode esperar os mesmos efeitos. As Leis naturais tornam-se meras convenções com valor instrumental/relativo e não podem ser aplicadas no universo subatômico no qual impera a incerteza. Contra o paradigma cartesiano-newtoniano da ordem a partir da ordem, opõe-se o paradigma da ordem a partir do caos, da ordem a partir do ruído. Contra a razão analítica cartesiana, descobre-se que o microscópico não é simples, mas complexo. Definitivamente, não há mais lugar para se pensar na possibilidade de um Sujeito/observador puro (Demônio laplaciano), que dada determinadas variáveis conseguiria prever todos os estados passados e futuros do universo. A racionalidade científica, além de abrir mão do monopólio da verdade, assume que talvez só poderá lidar com aproximações, probabilidades, que nada é certo (FERREIRA JUNIOR, 2008, p. 230, grifo do autor).*

Entre tantos eventos e sínteses científicas importantes no período em questão, Marx e Engels (2007) destacaram que alguns foram marcantes para o estudo dos processos naturais e contribuíram de forma determinante na mudança de sua compreensão, como a identificação da célula, a elucidação dos processos de transformação da energia e a proposição da teoria

evolucionista. Especialmente por causa destas descobertas, foi possível demonstrar que diferentes domínios empíricos constituem uma ciência natural, que carecem de uma visão dialética para superar a sua fragmentação e o pensamento metafísico. Compreender a história dessa ciência é compreender também a história da sociedade, de como o homem cria necessidades e as modificações que faz na natureza para atendê-las.

A manipulação dos fenômenos e seres naturais para atender às demandas produtivas, marca o desenvolvimento tecnológico industrial, o que contribuiu para o aumento da desigualdade entre as classes dominante e trabalhadora. Isso corrobora a centralidade da lógica racionalista moderna na área das Ciências da Natureza.

A centralidade no aspecto prático em detrimento da teoria, limita a percepção do pesquisador sobre os fenômenos estudados, que poderia avançar ao considerar a relação dos fatos com a totalidade. A preocupação com a prática, como forma de atender a necessidades imediatas socialmente constituídas e modificadas a cada contexto histórico, é um aspecto importante que gera demanda de produção de conhecimento. No entanto, a análise desta produção tem sido predominantemente limitada ao seu aspecto formal.

A visão de totalidade proposta pelo pensamento materialista-dialético contribui para a mudança dessa percepção, ao considerar o mundo material como fonte e objeto de conhecimento e ao admitir que o conhecimento prático é também teórico, isto é, produzido por meio do pensamento sobre a realidade objetiva. O homem, enquanto ser produtivo, reproduz materialmente o que já foi idealizado mentalmente (MARX e ENGELS, 2007; MARX, 2011c).

O pensamento moderno apresenta uma relação dicotômica entre sujeito e objeto, uma herança que não foi superada na área das Ciências da Natureza. A superação de um pensamento não deve se apresentar como uma negação do que já é conhecido, mas sim como a admissão deste como ponto de partida para novas elaborações, com a incorporação do conhecimento sistematizado a novas informações para a obtenção de novas sínteses (MARX e ENGELS, 2007; LEFEBVRE, 1991). Essa dicotomia, que segue os princípios da lógica formal, não favorece o avanço na compreensão da essência da relação entre sujeito e objeto, corroborando para a permanência de uma análise superficial da realidade. Ainda que a expressão formal do pensamento atenda às necessidades humanas, é possível uma compreensão dialética dos fenômenos (PINTO, 1979).

Observa-se um fato novo, que torna impossível o modo anterior de explicar os fatos pertencentes ao mesmo grupo. A partir desse instante, são necessários novos modos de explicação, a princípio baseados apenas em um número limitado de fatos e

observações. O material destinado a observações ulteriores, aperfeiçoa essas hipóteses, deixa de lado umas e corrige outras, até que, finalmente, se estabelece a lei, sob uma forma pura. [...] A quantidade de modificações das hipóteses, suplantando umas às outras, dão lugar facilmente (devido à falta de educação lógica e dialética dos investigadores) à ideia de que não podemos conhecer a essência das coisas (ENGELS, 1976, p. 130).

Nesse sentido, é constatado que o sujeito ainda é considerado neutro em relação ao objeto e dele apenas se extrai informações ou o manipula de forma a compreender sua estrutura e mecanismo. O importante papel das Ciências da Natureza na observação e manipulação dos fenômenos naturais é indiscutível, porém é possível avançar na compreensão do papel do sujeito neste processo. O indivíduo não deve ser admitido como neutro, mas sim um indivíduo localizado em um contexto histórico que sintetiza múltiplas determinações. Não se deve negar que as condições materiais e objetivas influenciam o modo como o sujeito lida com o objeto, assim como o fato de que essas condições também fazem parte da constituição do sujeito em si.

Além disso, a manipulação dos objetos não pode ser compreendida como uma via única em que apenas a natureza é transformada para atender as necessidades humanas, mas que o homem faz parte dela e é também por ela transformado. A transformação do homem e da natureza por meio do trabalho é uma condição fundamental de existência, assim como de sua constituição enquanto ser social. Essa condição permanece, ainda que na sociedade capitalista esse trabalho seja alienado e o indivíduo seja distanciado do que produz (MARX, 2011c).

Considerar o concreto enquanto ponto de partida do conhecimento é também compreender a impossibilidade do alcance da totalidade. No entanto, a singularidade presente no concreto contém elementos da universalidade, pois “o individual envolve o geral e o particular” (LEFEBVRE, 1991, p. 115). Para a razão dialética, apreende-se o singular na totalidade e através da totalidade. Nessa compreensão, o verdadeiro é o concreto e a abstração é a maneira de conhecê-lo, por meio da qual se busca captar o movimento da realidade.

“Portanto, o papel da ciência é apoderar-se da matéria em seus pormenores, analisar suas diferentes formas de desenvolvimento e perquirir a conexão íntima que há entre elas, para, então, escrever o movimento real” (PALUDO, 2018, p. 7). A partir da compreensão de que a realidade é constituída pelo movimento e relação entre seus elementos, sendo, portanto, dialética, conclui-se que a lógica formal é capaz de captar apenas a parte aparente dessa realidade.

Ao captar apenas uma singularidade da realidade, a lógica formal não consegue avançar no conhecimento da universalidade. Embora no singular sejam materializados elementos universais, explicá-los não significa compreender o todo, como por exemplo, o fato de que o estudo das células nervosas (neurônios) não explica o fenômeno do pensamento. Em síntese, as qualidades do todo não se deduzem e nem se resumem a uma mera soma das partes – o universal apresenta características próprias (WOODS e GRANT, 2007).

A dialética não pretende ensinar as pessoas a pensar. Esta é a pretensão da lógica formal, ao que Hegel replicou, ironicamente, “que a lógica não te ensina a pensar, da mesma forma que a fisiologia não te ensina a digerir!”. Os homens e mulheres pensavam, e, inclusive, pensavam dialeticamente, muito antes que se tivesse ouvido falar de lógica. *As categorias da lógica, bem como da dialética, deduzem-se da experiência real* (WOODS e GRANT, 2007, p. 85, grifo nosso).

O primeiro momento formal, imprescindível para a compreensão da totalidade, deve ser seguido do estudo do conteúdo das relações entre os fenômenos, pois “a dialética cerebral é apenas o reflexo das formas de movimento do mundo real” (ENGELS, 1976, p. 127). Ainda que se tenha a compreensão de que as lógicas formal e dialética são construções do pensamento para explicar a realidade, pois a natureza em si não se apresenta em classificações, visto que estas são criações humanas, não é possível apreender a totalidade do movimento real. Se não se considerar a realidade como dialética, o pensamento dialético seria uma pura abstração que não reflete a realidade, ainda que parcialmente:

[...] ressaltar que as leis dialéticas são leis reais de desenvolvimento da Natureza e, por conseguinte, válidas no que diz respeito à teoria das ciências naturais.

[...]

A dialética, a chamada dialética *objetiva*, impera em toda a Natureza; e a dialética chamada *subjetiva* (o pensamento dialético) são unicamente o reflexo do movimento através de contradições que aparecem em todas as partes da Natureza e que (num contínuo conflito entre os opostos e sua fusão final, formas superiores), condiciona a vida da Natureza ((ENGELS, 1976, p. 35 e 162, grifo do autor).

Ao problematizar o pensamento científico moderno, Woods e Grant (2007) explicam que a lógica formal não foi abandonada e continua sendo a posição hegemônica, apesar dos avanços na produção de conhecimento que indicam os limites da formalidade. Como exemplo, apresenta-se os estudos a nível atômico e da Física quântica, áreas intensamente pesquisadas no século XX, nas quais se evidenciam princípios das leis da lógica dialética, como a transformação da quantidade em qualidade e identidade dos contrários. Embora a dialética explique melhor o movimento da realidade em suas contradições, um avanço em

relação à lógica formal, suas leis são ignoradas ou desconhecidas pela maioria dos pesquisadores das Ciências da Natureza.

A mudança para a concepção moderna de ciência, que demandou mudanças significativas em sua compreensão como a separação entre a ciência e a intuição, foi um longo processo entre o final do século XIX e início do XX. Essa condição era necessária, pois o ideal burguês condizia com um mundo em transformação e evolução (em termos sociais confundido com progresso, como já apontado), no qual a religião era excluída e a análise a partir da emoção só tinha credibilidade se fosse considerada um produto da natureza. Não se podia crer na existência do éter, visto que não havia provas, mas não se abandonou as premissas da ciência moderna (como da física), embora ela considerasse algo do sobrenatural em seus fundamentos. Assim, uma ciência de base fortemente empirista e fenomenalista com uma rigorosa formalização e a emergência de um neopositivismo no fim do século XIX propiciaram uma revolução científica, sem considerar concepções anteriores de universo e leis naturais (HOBSBAWM, 2015c).

A ciência nesse período foi prioritariamente desenvolvida de forma a atender aos interesses sociais e progresso industrial, com suas exigências práticas e técnicas. Havia conflitos entre o conhecimento de áreas como a Matemática, em que as academias técnicas afirmavam que esse conhecimento não servia a propósitos de formação de engenheiros ou colaborasse para o desenvolvimento tecnológico. Enquanto isso áreas como a Medicina e a Química atendiam aos propósitos sociais e econômicos, sendo o desenvolvimento técnico da economia industrial a base de seu progresso (HOBSBAWM, 2015c).

As demandas econômicas têm papel determinante no direcionamento da produção de conhecimento e em seu ensino. As mudanças ocorridas nesse processo provocam mudanças nos sistemas de educação escolar, que são redirecionados para atendê-las, mas sempre com a mesma lógica – atender aos interesses da classe dominante. Uma revolução no campo educacional somente seria possível caso uma classe revolucionária conseguisse subverter a ordem social hegemônica existente e impor o seu próprio modelo (PONCE, 2015).

Bernal (1939), ao tratar da educação europeia nos séculos XVIII e XIX, afirma que não havia ensino específico de Ciências durante o ensino básico. Em alguns casos, esta área era ensinada a uma pequena parcela elitizada que teria acesso à universidade. Mesmo na universidade, a ciência não era aproximada de outros aspectos da cultura, sendo subordinada ao treinamento técnico. Lorenz (1986), ao buscar referências do material didático para o ensino de Ciências no Brasil no século XIX, explicita que há pouco referencial sobre o

período, mas encontrou evidências de que a elite fazia uso de livros didáticos, principalmente de origem francesa.

Andery e colaboradores (2014) e Hobsbawm (2015a) destacam que nos períodos anteriores a Revolução Industrial, a ciência não estava diretamente relacionada aos sistemas produtivos, portanto não foi um pressuposto para que ela ocorresse. A indústria utilizava princípios da Física anunciados no século anterior, como por exemplo, o desenvolvimento de máquinas a vapor, basicamente construídas com o aprimoramento de técnicas já utilizadas por artesãos, com pouco acréscimo de atividade intelectual. No entanto, o desenvolvimento do capitalismo foi impulsionado fortemente com a inter-relação entre ciência e técnica no decorrer da Revolução Industrial.

De modo recíproco, a indústria também impulsionou o desenvolvimento da produção científica, pois o modo de produção capitalista passou a desafiar a ciência a resolver problemas e a criar novas estratégias de exploração da natureza a serviço do capital (ROSENBERG, 2006). Sendo assim, a ciência passa a estar prioritariamente submissa aos interesses da classe detentora dos meios de produção, que se interessava com uma perspectiva utilitária da mesma a serviço do desenvolvimento tecnológico.

Até o advento da Revolução Industrial no século XVIII, a técnica manteve o caráter de saber-fazer para fins práticos e como tal era transmitida de geração a geração. Mas a partir do século XVIII, Marx mostra que a ciência foi incorporada à técnica e esta se transformou em tecnologia (MORAES, 2012, p. 252).

Ao analisar a visão de Marx sobre a relação entre ciência, tecnologia e desenvolvimento econômico, Rosenberg (1974) explica que de fato o capitalismo emergente se associou ao conhecimento científico para o crescimento da indústria, mas não dependeu dele para surgir. Ainda que a ciência não possa ser compreendida como uma atividade autônoma e sim guiada pelas necessidades humanas na esfera da produção, na sociedade do capital ela responde às forças econômicas.

A relação entre a indústria e a ciência ocorreu somente no capitalismo moderno e não na emergência desse modo de produção. Isso se deve principalmente a compreensão de que “a ciência, em resumo, só pode incorporar suas descobertas na maquinaria impessoal. Não pode ser incorporada em seres humanos com as suas vontades individuais, idiosincrasias, e temperamento insubmisso” (ROSENBERG, 1974, p. 720, tradução nossa). Ou seja, a objetividade da ciência era incompatível com os sistemas anteriores (artesanato e manufatura), nos quais as ferramentas estavam submetidas a manipulação humana. Segundo

Fataliev (1966, p. 35), “o desenvolvimento da produção cria as condições materiais e as técnicas das descobertas científicas”, determinando o sentido do desenvolvimento da ciência.

Bernal (1954) também afirma que a técnica impulsionou o desenvolvimento econômico independentemente da ciência. A ciência aprimorou a indústria principalmente nas áreas da química e eletricidade a partir do fim do século XIX, tornando então a sua participação decisiva no progresso. Afirma ainda que o século XVIII foi marcado pelo desenvolvimento dos meios de produção, enquanto no século XIX procurou-se melhorar os meios de comunicação (telégrafo) e transporte dos produtos (linhas de trem, navios). Neste período, na Química destacam-se os estudos da teoria atômica e produção de drogas e materiais sintéticos; na Física, o estudo sobre conservação de energia, termodinâmica e eletromagnetismo; e na Biologia, a teoria evolucionista e a Microbiologia com finalidades médicas.

Na era industrial, o trabalhador, uma vez inconsciente do seu papel na cadeia produtiva, é desapropriado do saber-fazer, agora de propriedade do capitalista empregador, e tem o seu trabalho subordinado à maquinaria. Essa subordinação é decorrente do crescimento da importância dada a tecnologia, que nessa concepção de mundo deve prevalecer sobre o sujeito agora alienado. Embora a tecnologia possa ser compreendida como “fruto do trabalho humano, nela está contida a síntese do trabalho objetivado, transposto para as máquinas” (MORAES, 2012, p. 253).

Desde a modernidade, a ciência e a tecnologia são consideradas na perspectiva de uma racionalidade instrumental. Tal racionalidade fundamenta-se no tratamento da ciência e da tecnologia como aspectos autônomos em relação às bases materiais da sociedade. Por conseguinte, estas são tomadas como elementos neutros, como materialização de um progresso ao qual se deveria aderir para acompanhar uma evolução social “natural”. Na verdade, trata-se de uma visão de ciência e tecnologia a serviço de princípios como a eficácia e a divisão social do trabalho, submetendo-as aos interesses do capital. Oculta-se que ciência e tecnologia são frutos de construções sociohistóricas, expressando, assim, o campo de forças presentes nas bases econômicas (ROSENBERG, 2006; MARX e ENGELS, 2007).

Em que pese a ênfase dada ao desenvolvimento tecnológico, não se pode desconsiderar o trabalho presente em seu processo de constituição. O tratamento de mercadoria imposto aos produtos do trabalho é um fundamento do capitalismo que se mantém, ainda que as formas de extração do trabalho se modifiquem ao longo da história. No exemplo da tecnologia, os seus diferentes produtos servem ao mesmo propósito de acumulação de capital, que tem se intensificado em tempos de globalização. Além disso,

devido ao trabalho intelectual (científico) objetivado nesses produtos, eles contribuem para o aumento de produtividade, o que é uma ampliação dos mecanismos de geração de valor (ANTUNES, 2005).

Essa formulação, ao converter a ciência em principal força produtiva, de modo algum desconsidera ou minimiza as interações existentes entre o trabalho vivo e o avanço tecnocientífico sob as condições do desenvolvimento e expansão capitalista. Não se trata, portanto, de dizer que a teoria do valor-trabalho não reconhece *o papel crescente da ciência, mas que esta se encontra tolhida em seu desenvolvimento pela base material das relações sociais do capital, a qual não pode superar*. E é por essa restrição estrutural que a ciência não pode se converter na principal força produtiva dotada de autonomia. Prisioneira dessa base material, [...] há, conforme sugere Mészáros, um processo de tecnologização da ciência (ANTUNES, 2005, p. 34-35, grifo nosso).

Na sociedade capitalista, ainda que sob aparência de liberdade, os sujeitos são impelidos a vender sua força de trabalho e seus produtos, sob a coerção do poder econômico – muitos deles não têm consciência do exercício do trabalho alienado. Em modelos societários anteriores, como o escravista e o feudal, as relações sociais eram mais transparentes, visto que o escravo era uma propriedade declarada do senhor e o servo, embora não fosse em si uma propriedade, tinha o seu trabalho admitido como tal. Isso demonstra a cisão entre a aparência e a essência das relações produtivas (SAVIANI, 2008a).

Nesse cenário, é importante enfatizar que a força-motriz do desenvolvimento no capitalismo é de origem socioeconômica, pois subjuga o desenvolvimento tecnológico e científico à sua demanda. A ciência e a tecnologia são absorvidas no processo de articulação material. São objetivadas no sistema produtivo, no qual impera a expansão da produção de mercadorias e aumento do valor de troca. Esse controle das finalidades produtivas, as quais estão submetidas a ciência e a tecnologia, é resultado do processo histórico da divisão do trabalho e da alienação, fato que mostra o viés ideológico da dominação e ausência de neutralidade desses elementos (MÉSZÁROS, 2014). Decorre daí que o comércio e a indústria são fundamentais à constituição, configuração e desenvolvimento da ciência, como afirmam Marx e Engels: “Mesmo essa ciência natural ‘pura’ obtém tanto sua finalidade como seu material apenas por meio do comércio e da indústria, por meio da atividade sensível dos homens” (2007, p. 31).

A relevância do aprimoramento da tecnologia então está posta: ela é a base do desenvolvimento do modo de produção capitalista. O pensamento racionalista sobre a ciência, ao colocar a observação e a experiência como fonte de conhecimento, serve como um embasamento que atende a esse interesse, como se fosse possível o seu desenvolvimento de

forma autônoma em relação às condições sociais nas quais se insere. Essa perspectiva culmina na expansão das forças produtivas do capital, fruto da estreita associação entre a tecnologia e a ciência na contemporaneidade.

\*\*\*

No percurso lógico e histórico de constituição da ciência, evidencia-se que esse processo é parte intrínseca da constituição do homem enquanto ser social. O homem criou incessantemente necessidades que demandaram novas produções e, assim, o conhecimento foi acumulado e transmitido historicamente. Enquanto o homem transforma a natureza para atender às suas necessidades é por ela também transformado (MARX e ENGELS, 2007).

Em diferentes momentos, o homem considerou fontes diferentes de saber. Para os gregos antigos a natureza era a sua fonte, enquanto para os europeus medievais, o conhecimento era proveniente de uma divindade criadora da natureza. Já o homem moderno, que se considera dotado de racionalidade e autonomia, investigou os fenômenos e seres de forma a extrair deles o entendimento sobre as leis naturais, admitindo que esta era a única forma confiável de conhecimento. A contemporaneidade segue orientação semelhante ao pensamento moderno, mas avança no que diz respeito à compreensão da mutabilidade dos fenômenos e seres.

É pertinente ressaltar que, em todos os períodos mencionados, a produção de conhecimento se alinha a demandas econômicas e políticas, resguardadas a cada período as suas devidas peculiaridades. Em um olhar panorâmico sobre a relação dessas demandas com o conhecimento, nos diferentes modos de produção evidencia-se que o acesso ao conhecimento sempre foi desigual entre as classes sociais. Com acesso limitado ao conhecimento e sem a compreensão da relação de exploração imposta, as classes correspondentes aos trabalhadores sempre foram exploradas em diferentes períodos históricos de diferentes formas. Segundo Engels (2016), a escravidão da antiguidade, a servidão do período medieval e o trabalho assalariado moderno são as formas de exploração do trabalhador ao longo da história das civilizações.

No modo de produção capitalista, a associação do conhecimento científico aos interesses econômicos é tratada como uma condição importante para o desenvolvimento tecnológico, em especial na era industrial. No entanto, nesta relação, a ciência é submetida à tecnologia, de forma que o conhecimento seja produzido para atender finalidades econômicas.

Há um acesso desigual ao conhecimento historicamente acumulado, situação semelhante ao acesso à tecnologia, que é utilizada como instrumento de dominação pela classe dominante.

Dentre as diversas áreas de conhecimento, constituídas social e historicamente, as Ciências da Natureza permitem a compreensão da realidade objetiva, levando a constantes mudanças na descrição dos seres e dos fenômenos (LEFEBVRE, 1991). Em seu desenvolvimento, é possível compreender a história do homem e da natureza, assim como a relação que estabelecem entre si. Até à modernidade, as ciências naturais eram tidas primordialmente como acabadas, enquanto na contemporaneidade pode-se evidenciar a relação entre o homem e a natureza de forma processual, contínua e em transformação (MARX e ENGELS, 2007).

Dada a forma exposta de recorrente utilização na indústria, a área das Ciências da Natureza é expressão da submissão do conhecimento científico à tecnologia. Embora a neutralidade seja argumento fartamente adotado para caracterizar esta área do conhecimento, observa-se que a produção da área é orientada pelas demandas produtivas. Além da produção de conhecimento em si, também há a preocupação com o seu acesso, ainda que de forma desigual, para que os indivíduos sejam integrados à sociedade.

A educação escolar é um instrumento pelo qual a ideologia dominante é imposta a classe trabalhadora para formar mão-de-obra qualificada para atender às demandas do capital (MÉSZÁROS, 2016). Os dados da produção acadêmica sobre o uso de tecnologias no ensino de Ciências, conforme apresentados nesta tese, demonstram que o foco está na prática, isto é, em uma perspectiva tecnocêntrica, fato que corrobora a manutenção do sistema capitalista de exploração do trabalhador.

Desse modo, é necessário compreender qual é o papel desempenhado pelo ensino de Ciências na relação de submissão da ciência à tecnologia na contemporaneidade. Esta análise é apresentada no próximo capítulo desta pesquisa.

## **CAPÍTULO III**

### **A SUBMISSÃO DA CIÊNCIA À TECNOLOGIA NA CONTEMPORANEIDADE E A SUA OBJETIVAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA**

A ciência e a tecnologia se fazem destaque na sociedade contemporânea. No entanto, a dinâmica própria ao modo de produção capitalista as ocultam enquanto objetivações do trabalho humano. Há um distanciamento da concepção do trabalho no sentido de atividade humana essencial, assim como da ciência e da tecnologia como resultados desse trabalho. Desse modo, instala-se um sistema de exploração do trabalho e de submissão do trabalhador às forças produtivas.

A partir do percurso lógico e histórico da ciência e da tecnologia, foi possível indicar que ambas se originaram de demandas oriundas da prática social, no sentido de atender a necessidades socialmente constituídas. A ciência, embora seja de forma recorrente associada à teoria, constitui-se em uma organização lógica do conhecimento elaborado a partir da realidade prática, como forma de compreensão da natureza. A tecnologia, cujo desenvolvimento não esteve sempre embasado na ciência, emerge e se consolida de forma associada a uma transformação da natureza, que se dá com a utilização de seus recursos para a produção com fins de consumo.

Rosenberg (2006) explica que ambas, ciência e tecnologia, sofreram modificações ao longo da história por uma influência recíproca, em que a tecnologia fornece conhecimento empírico para o estudo da ciência, enquanto o conhecimento desta auxilia em melhorias nos processos tecnológicos. Visto que essa relação foi intensificada na era industrial, ambas são moldadas e direcionadas por estímulos econômicos.

Isso se reflete nos interesses das classes sociais: a elite burguesa, que detém o conhecimento e o coloca a serviço do desenvolvimento produtivo, e a classe trabalhadora, que tem uma relação objetiva com os objetos tecnológicos, mas não os compreende como resultado do seu trabalho e história. A permanência desse quadro é uma necessidade endógena ao modo de produção capitalista, cuja perpetuação se dá com os trabalhadores imersos na desigualdade social e na alienação.

O homem se constitui enquanto ser social pelo trabalho (MARX, 2011c). Ao tratarmos a ciência e a tecnologia enquanto produtos dessa atividade, afirmamos a ideia que o homem se constitui ao desenvolvê-las, em um processo em que ele transforma a natureza e é por ela

transformado. Pinto (2005) e Rosenberg (2006) explicam que a história da tecnologia é também a história humana, pois o homem a desenvolve em seu processo de humanização, sendo que cada fase histórica apresenta as suas peculiaridades. Essa compreensão também pode ser estendida à ciência, considerando que ambas estão sujeitas às condições materiais de cada período, assim como aos condicionantes sociais, e se constroem a partir das contradições neles presentes.

Compreender a relação entre ciência e tecnologia na contemporaneidade é um exercício que exige a fundamentação desta relação no contexto da sociedade capitalista. Conforme já exposto, tal relação está submetida a esse modo de produção. Um olhar para a essência dessa relação afirma a submissão da ciência à tecnologia, pois o conhecimento que inicialmente buscava explicar a realidade passa a ser direcionado, a fins de pesquisa, para aprimorar o desenvolvimento tecnológico. Assim, a tecnologia pode ser compreendida como a objetivação do trabalho e, de certa forma, também uma objetivação do conhecimento científico.

Nesse sentido, há um movimento dialético entre ciência e tecnologia, com uma recíproca fundamentação, sem ignorar o âmbito teórico e prático de cada elemento – nessas relações, um é colocado prioritariamente como prático, no caso, a tecnologia; enquanto o outro é visto como teórico, a ciência. A atividade teórica da ciência é objetivada na tecnologia com a qual o homem produz meios de transformar a natureza. Na sociedade capitalista, essa ação se dá por meio de um trabalho alienado.

A ciência não só serve à produção como uma força alheia à qual esta recorre, como está em suas próprias entranhas, de seus instrumentos, de suas máquinas, como objetivação ou materialização do teórico no processo produtivo. [...] a ciência, como forma teórica do conhecimento da realidade, entra necessariamente na própria produção como um fator ideal que nela se objetiva e materializa, converte-se através dessa objetivação e materialização em uma força produtiva direta (VÁZQUEZ, 2011, p. 251).

Na sociedade contemporânea, o foco no desenvolvimento científico e tecnológico impõe desdobramentos em diversas áreas, entre elas a educação. Assim como o trabalho, a educação é uma atividade essencialmente humana, cuja história coincide com a do próprio homem (SAVIANI, 2007b). Esse campo sempre foi submetido aos interesses da classe dominante, como uma forma de imposição de seus ideais. Desse modo, a ciência e a tecnologia são alvos importantes de apropriação burguesa, que embora permita o acesso da massa trabalhadora ao conhecimento dessas áreas, restringe esse acesso à demanda produtiva.

A área das Ciências da Natureza, dado o seu objeto de estudo dos seres e fenômenos, tem o seu conhecimento amplamente utilizado pela indústria, com fins de aprimoramento na exploração dos recursos naturais e no desenvolvimento tecnológico. Além disso, a relação com a tecnologia tem sido transposta em um viés instrumental para o ensino da área, que se apresenta focada na funcionalidade dos dispositivos e práticas pedagógicas a eles relacionadas, conforme indica o *corpus* desta pesquisa.

Ainda que as pesquisas sobre o uso de tecnologias no ensino de Ciências muito digam sobre o pensamento da área, olhar apenas o aparente não possibilita uma compreensão de sua essência. Elas pouco se ocupam em discutir as concepções de ciência e tecnologia que norteiam sua produção, o que demonstra que o ensino está pautado no tratamento formal dessas questões. A inserção da tecnologia com finalidade educacional, embora afirmada com propósito de melhorias no ensino e na aprendizagem, tem sido colocada a serviço das demandas capitalistas, sob a qual ciência e educação também se submetem. Sendo assim, as discussões no ensino devem avançar na compreensão de sua realidade e relação com o contexto social.

A problematização proposta nesta tese é feita no sentido de buscar um avanço na compreensão da relação entre tecnologia, educação e o ensino de Ciências da Natureza. Embora importantes, as pesquisas com enfoque prático e metodológico podem ser questionadas no que diz respeito a seu alcance e possibilidade de contribuição para uma formação humana emancipadora. Além disso, faz-se pertinente discutir como o ensino dessa área se posiciona acerca da ciência e da tecnologia, considerando a sua relação com as condições objetivas do modo de produção capitalista.

Nesse sentido, volta-se ao *corpus* desta pesquisa enquanto concreto, tomando as publicações sobre o uso de tecnologias no ensino de Ciências como ponto de partida, mas também retomada-as como ponto de chegada. Pela mediação da abstração, isto é, do percurso lógico e histórico da ciência e da tecnologia – objeto do capítulo anterior –, propõe-se a seguir a construção do concreto pensado: exercício explicativo da submissão da ciência à tecnologia em sua relação com o ensino da área. Este concreto pensado é uma síntese (LEFEBVRE, 1991), da qual emergem outras possibilidades a partir dos elementos já conhecidos.

### **3.1 O ensino de Ciências da Natureza no Brasil como instrumento do desenvolvimento tecnológico**

A contemporaneidade tem como um de seus elementos fundantes o trabalho intelectual objetivado na maquinaria, que substituiu o trabalho manual, predominante em formas anteriores de produção. A maquinaria exigiu, ainda que de forma mínima, um operador humano para o seu funcionamento, o que demandou uma reorganização nas relações sociais. Para capacitar os indivíduos a se tornarem trabalhadores no sistema produtivo, a escola se colocou como ambiente de qualificação geral, para a maioria, e de formações profissionais específicas, escolhidas de acordo com a demanda produtiva. Assim, a escola apresenta uma estreita relação com o mundo da produção (SAVIANI, 2007b).

A educação na sociedade capitalista, em especial aquela realizada no ambiente escolar, articula-se tanto em seu papel na formação humana, como em seu serviço à lógica produtivista. Ela é concebida como um campo de disputas devido à contradição presente nessas finalidades. Dada a divisão social de classes, a apropriação do conhecimento que constitui a formação do ser genérico não se dá de forma integral. A divisão em classes antagônicas implica na expropriação da riqueza produzida pela classe trabalhadora, inclusive do conhecimento, obstaculizando uma formação emancipadora (SAVIANI e DUARTE, 2010).

O sistema de ensino é entendido, assim, como uma concreta qualificação da força de trabalho que alcançará seu aproveitamento máximo se conseguir também o ajuste e a integração dos indivíduos no sistema, única maneira de não desperdiçar sua força de trabalho, mas sim, aproveitá-la. Dito de outra forma: reproduz o sistema dominante, tanto a nível ideológico quanto técnico e produtivo (LOMBARDI, 2011b, p. 14).

A educação no Brasil é um exemplo da objetivação desse cenário. Sendo um produto do trabalho humano, ela não foi construída “segundo ideias próprias, mas em conformidade com condições materiais e objetivas correspondentes às forças produtivas e relações de produção adequadas aos diferentes modos e organizações da produção” (LOMBARDI, 2018, p. 85). Desse modo, retoma-se nesta seção o percurso histórico educacional no que tange à sua relação com o ensino de Ciências da Natureza, de forma a compreender o desenvolvimento dessa área e sua relação com o desenvolvimento tecnológico.

As demandas de escolarização no Brasil a partir do início do século XX, foram decorrentes do avanço do capitalismo industrial, para o qual era necessário disponibilizar mão-de-obra qualificada. O modelo urbano-industrial, então adotado, impôs à escola uma

necessidade de mudança em relação ao modelo anterior, baseado na economia prioritariamente agrícola, em que uma pequena parcela elitizada da população tinha acesso a ela. A crise educacional demandou mudanças de ordem quantitativa e estrutural, para o aumento da oferta de vagas e o atendimento à expansão econômica (ROMANELLI, 1986).

A partir da demanda de massa trabalhadora qualificada, colocada pela indústria e, também pelos interesses burgueses em se qualificar cientificamente para dirigir o progresso, instaura-se no Brasil uma educação dualista (ROMANELLI, 1986; SAVIANI, 2013a). O dualismo expressa os interesses antagônicos de classe, tendo por princípio a implementação de dois subsistemas paralelos de ensino. A escola para os burgueses apresentava um caráter propedêutico, cujo ensino secundário destinava-se a formar os alunos que seguiriam para o ensino superior, enquanto ao povo era destinada uma escola primária com encaminhamento para o ensino técnico profissionalizante (ROMANELLI, 1986). Esses dois subsistemas coexistiram como uma afirmação do projeto de sociedade burguês.

A divisão social do trabalho, condição primordial do modo de produção vigente, implica na contradição entre a classe dominante e o proletariado, entre trabalho material e espiritual, entre produção e consumo, entre o interesse individual e o coletivo (MARX e ENGELS, 2007). Assim, o dualismo na educação reflete a luta de classes que move o modo de produção capitalista, sendo uma expressão material das contradições existentes entre os seus distintos interesses.

Com a Revolução de 1930, o Estado assume o compromisso de expansão da escola laica<sup>42</sup> junto à burguesia industrial, de forma a expandir a educação pública, porém afirmando a manutenção do desnível social e o reforço da desigualdade entre as classes sociais (ROMANELLI, 1986; SAVIANI, 2013a). Ao preconizar a expansão da rede escolar, com o discurso de uma educação para todos, procurava-se disfarçar a intenção de maior exploração do trabalhador e promoção do enriquecimento burguês. Assim, ao afirmar os interesses da classe dominante e negar o da trabalhadora, houve uma acentuação da desigualdade social.

Cury (2008b) problematiza o papel do Estado enquanto articulador de políticas para a expansão do ensino público que expressa um conflito social entre aqueles que têm a educação enquanto privilégio (elite) e todos os outros que a tem como direito mínimo. Embora na legislação vigente à época houvesse previsão de amplo acesso, inclusive com percentual dos

---

<sup>42</sup> Saviani (2013a) destaca a grande influência da igreja católica no ensino no período mencionado, visto que, embora a educação estivesse em processo de reforma, a igreja ainda tinha grande influência nas decisões políticas que determinavam seus encaminhamentos. Ainda que tenha perdido espaço na rede pública de ensino, os católicos continuaram a disseminar sua doutrina nas escolas privadas. É de grande relevância a questão religiosa no ensino de Ciências, assim como o debate entre a educação laica e a educação religiosa. Para aprofundamento ver Cury (2004), Cunha (2017), D'Avila-Levy e Cunha (2018).

impostos federativos a serem investidos na educação, havia limitações que explicitamente davam continuidade à situação de acesso prioritário aos privilegiados, como a reduzida oferta de vagas e exames de admissão.

Para consolidar o compromisso com a demanda industrial, uma ação importante do governo de Getúlio Vargas foi a Reforma Francisco Campos, através da qual o Estado demonstrou tratar o tema como uma questão nacional, com vários decretos publicados em 1931 e em 1932 (SAVIANI, 2013a). Entre as mudanças promovidas para o ensino secundário, estão a instituição de uma organização curricular que se ampliou de cinco para sete anos e a divisão em ciclos fundamental e complementar. O ciclo fundamental, obrigatório para todos os estudantes previa, dentre outras disciplinas, Ciências Físicas e Naturais, Física, Química e História Natural. No ciclo complementar havia distinção de disciplinas, em função do curso superior pretendido: História Natural, Química e Física para candidatos aos cursos de Engenharia, Arquitetura, Medicina, Odontologia e Farmácia, e Biologia Geral para candidatos ao Direito (ROMANELLI, 1986).

Um dualismo importante entre as ofertas pública e privada de ensino<sup>43</sup> nesse período foi reforçado pela Constituição de 1937, outorgada no regime do Estado Novo.<sup>44</sup> Esse documento, além atribuir à família um papel preponderante na educação do indivíduo, colocava como papel do Estado a oferta para aqueles que não fossem atendidos no sistema privado, ou seja, as classes economicamente menos favorecidas. Para estas, a prioridade era a oferta do ensino primário associado à educação profissional, supostamente uma educação “adequada” às suas necessidades (CURY, 2008b).

Entre os anos de 1942 e 1946 foram publicados alguns decretos que determinaram reformas no ensino primário e médio, cujo conjunto foi denominado como Leis Orgânicas do Ensino, iniciadas pelo ministro Gustavo Capanema (que deu nome à Reforma Capanema). O primeiro ciclo passou a ser denominado ginásial e o segundo dividido em clássico e científico, sendo que para todos houve a previsão da área das Ciências da Natureza (no ginásial como

---

<sup>43</sup> O dualismo materializado entre educação pública e privada é fundamental na configuração da educação brasileira, tendo-se iniciado na educação básica e sendo posteriormente estendido ao ensino superior. Para maior aprofundamento da temática, ver Lombardi, Jacomeli e Silva (2005), Cury (2006), Bittar e Bittar (2012), Saviani (2012b, 2013a).

<sup>44</sup> Desde que assumiu o poder em 1930, Vargas direcionou suas ações para a centralização do poder. A disputa pela dominação se dava, basicamente, entre as forças oligárquicas liberais – herdeiras de ideias políticas conservadoras e elitistas da chamada República Velha (1889-1930) –, políticos e militares influenciados por ideias fascistas que proliferavam na Europa. Em 1937, Vargas operou um golpe de Estado para se conservar no poder, instituindo uma ditadura denominada “Estado Novo” (1937-1945), no qual ideais autoritários se impuseram aos liberais. Francisco Campos foi um dos principais responsáveis pela redação da Constituição de 1937, com a qual o discurso de “salvação nacional” se institucionalizou no arcabouço jurídico para a legitimação do novo regime de governo (ROMANELLI, 1986; CIOTOLA, 2010).

Ciências Naturais e nos demais como Biologia, Física e Química). O ensino normal destinado à formação de professores para as escolas primárias também foi normatizado nesta reforma. Para a atuação no primeiro ciclo, propunha a disciplina Ciências Naturais e para atuação no segundo ciclo, as disciplinas Biologia Educacional, Física e Química (ROMANELLI, 1986).

Desde a modernidade, a ciência e a tecnologia são consideradas na perspectiva de uma racionalidade instrumental. Tal racionalidade, fundamenta-se no tratamento da ciência e da tecnologia como aspectos autônomos em relação às bases materiais da sociedade. Por conseguinte, estas são tomadas como elementos neutros, isto é, como materialização de um progresso ao qual se deveria aderir para acompanhar uma evolução social “natural”. Na verdade, trata-se de uma visão de ciência e tecnologia a serviço de princípios como a eficácia e a divisão social do trabalho, submetendo-as aos interesses do capital. Oculta-se que ciência e tecnologia são frutos de construções sociohistóricas, expressando, assim, o campo de forças presentes nas bases econômicas (ROSENBERG, 2006; MARX e ENGELS, 2007). A submissão do sistema de ensino aos interesses do capital foi um instrumento de conversão da ideologia da classe dominante em uma aparente ideologia de interesse universal da coletividade.

A preocupação em divulgar o conhecimento científico da área das Ciências da Natureza data principalmente de 1950, época em que o Brasil passava por uma fase de crescimento e progresso com o monopólio da produção científica e tecnológica pelo Estado. Esse monopólio perdurou até meados de 1970, quando a ciência e a tecnologia eram tratadas como autônomas, produzidas por um pesquisador neutro e norteado por uma racionalidade instrumental; tinha como objetivo buscar o conhecimento científico em si, sem a preocupação direta e explícita com o atendimento a demandas sociais. Ainda que o contexto não favorecesse mudanças, neste período emergiu também a necessidade de uma revisão das políticas, de modo a tornar mais estreitas as relações desse conhecimento com a sociedade (NASCIMENTO et al., 2010).

Algumas ações de destaque são implementadas no que diz respeito a organismos voltados para a pesquisa e a pós-graduação no Brasil, com desdobramentos importantes para a pesquisa em ciência e tecnologia no país, de forma a contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico.

A criação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Campanha Nacional de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

(CAPES),<sup>45</sup> em 1951, como instituições de incentivo à pesquisa científica e à qualificação profissional, são considerados marcos importantes para o desenvolvimento da graduação e pós-graduação no país. Os integrantes desses Conselhos trabalharam em parceria com instituições estrangeiras para a concessão de bolsas, assim como para a institucionalização do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC). Nesse período, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) exercia forte influência financeira e ideológica nos institutos e centros de educação relacionados à ciência, propagando ideais de ciência e cultura, em parceria com os referidos órgãos (NARDI, 2014).

Com o golpe militar de 1964, observou-se uma retração nos investimentos em educação e a demanda de submeter o sistema educacional brasileiro aos acordos internacionais estabelecidos para o crescimento industrial, de forma a consolidar o projeto nacional desenvolvimentista (MORAES, 1996; SAVIANI, 2013a). Isso afetou diretamente o ensino de Ciências, que passou a ser marcado por renovação nos currículos de modo a incentivar as descobertas científicas e tecnológicas, promovendo a ideia de um suposto alinhamento do Brasil aos chamados países desenvolvidos, especialmente os Estados Unidos da América (EUA) (NASCIMENTO et al., 2010). Nesse quadro, evidencia-se claramente a submissão dos interesses educacionais e da produção do conhecimento científico às demandas econômicas.

Krasilchik (2000) destaca que o conhecimento que de fato contribuiria para o desenvolvimento tecnológico do país era destinado à formação da elite, fortemente influenciado pelo modelo educacional estadunidense, enquanto a massa recebia uma formação rasa e suficiente para se constituir como trabalhadora. Após a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional em 1961 (LDB nº. 4024/61), e em virtude do objetivo desenvolvimentista, as Ciências da Natureza tiveram um maior destaque e aumento de carga horária, no intuito de que pudessem ser desenvolvidas nos alunos as habilidades intelectuais necessárias para a formação de cientistas.

O projeto burguês se configurou por meio de um discurso que tratava da valorização do conhecimento científico, da formação do cientista e do desenvolvimento de uma tecnologia nacional. A educação foi subjugada de forma a atender a demanda desta política científica e tecnológica que, segundo Moraes (1996, p. 16), “é entendida aqui como um conjunto de medidas governamentais que objetivam, simultaneamente, estimular a ciência (política para a ciência) e ordenar a aplicação de suas descobertas (política via ciência)”. Ainda que

---

<sup>45</sup> Atualmente chamada Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Disponível em: <http://www.capes.gov.br/>

apresentasse um discurso nacionalista, esta configuração tentava na verdade ocultar a dependência econômica do Brasil aos interesses econômicos globais.<sup>46</sup>

A ideologia do desenvolvimento promulgada no Brasil indica o pensamento dominante que o crescimento do país é balizado por indicadores econômicos, em nome de uma suposta prosperidade, soberania e segurança nacional. No entanto, “a crença no mito do desenvolvimento desvia a reflexão crítica. Desvia-se da produção do conhecimento das relações essenciais para a organização e transformação dessa sociedade, conhecimento esse que poderia vir a tornar-se uma contribuição relevante para as lutas pela transformação” (CARDOSO, 2013, p. 210). A autora ressalta que, embora o período desenvolvimentista tenha se esgotado na década de 1970, essa ideologia ainda persiste, dissimulada com o discurso de modernização.

No ensino de Ciências isso se desdobra na associação da área com a proposta nacional desenvolvimentista mencionada, embora não seja o caso de desenvolver de fato uma economia nacional, uma tecnologia nacional e nem formar cientistas conectados aos interesses e demandas nacionais. As leis, as reformas educacionais e a produção de material didático não defendem os interesses de mudança da lógica vigente, mas reafirmam o projeto burguês, propagando a ideia de uma ciência elitista, distante dos interesses nacionais e sociais. Este projeto alienante, de viés tecnicista, ainda continua em andamento com novas versões, como o neotecnicismo (SAVIANI, 2013a; FREITAS, 2014).

A produção de material didático corrobora o contexto anteriormente citado sobre o desenvolvimento do ensino voltado para objetivos norteados por instituições estrangeiras, nos quais deveria ser priorizado o papel prático do ensino. Percebe-se também que a inserção de tecnologia nos processos educacionais teve como prioridade a preparação do indivíduo para a vida em sociedade e a tentativa de maior aproximação aos resultados apresentados pelos países desenvolvidos. Essa inserção se alinha a uma demanda econômica para a formação de mão de obra minimamente qualificada, colocada como uma das funções principais da educação na sociedade capitalista.

Lorenz (2005) explica que o material didático utilizado a cada período explicita a intencionalidade do processo educacional vigente. No caso do ensino de Ciências, muitos dos livros didáticos usados entre o fim do século XIX e início do XX eram de origem europeia, especialmente franceses, que por meio de ilustrações enfatizam, principalmente, a

---

<sup>46</sup> Tamanha influência do Estado na vida acadêmica, de forma manipuladora e autoritária, provocou um quadro denominado “fuga dos cérebros”, no qual muitos cientistas emigraram em busca de melhores condições de trabalho em pesquisa dado o esvaziamento de sua profissão (FONTANA, 2006; RODRIGUEZ, 2014).

memorização de conteúdos. Este quadro mudou a partir da segunda metade do século XX, dada a maior influência estadunidense na educação brasileira, que passou a priorizar as aplicações práticas dos conteúdos, como por exemplo, o funcionamento de aviões e automóveis. A implementação desse papel prático foi assumida pelo IBECC, atendendo a demandas do governo federal e da UNESCO, de forma a melhorar o nível de conhecimento dos alunos que ingressariam no ensino superior.

É importante reforçar o já referido caráter dual no tratamento do ensino de Ciências: um ensino propedêutico de viés cientificista para a elite brasileira, enquanto para a classe trabalhadora se propunha um viés profissionalizante. Esse dualismo na área citada está em consonância com o dualismo presente na educação em geral, com a clara distinção entre a formação de uma elite intelectual que é preparada para o acesso ao ensino superior, enquanto aos demais devem se submeter apenas um mínimo necessário para atuarem como mão-de-obra industrial.

Essa diferença de formação colabora de forma importante para o quadro geral de manutenção da desigualdade e para acentuar as diferenças entre as classes sociais. Sem acesso ao conhecimento historicamente acumulado, a classe trabalhadora não encontra condições de superar a condição de alienação proveniente da exploração pelo capital, sendo assim mantido o sistema de exploração da massa (MARX e ENGELS, 2007; MÉSZÁROS, 2016). Nesse sentido,

a relação entre a divisão do trabalho e a educação e o ensino não é uma mera proximidade, nem tampouco uma simples consequência; é uma articulação profunda que explica com toda clareza os processos educativos e manifesta os pontos em que é necessário pressionar para conseguir sua transformação, conseguindo não só a emancipação social, mas também, e de forma muito especial, a emancipação humana (LOMBARDI, 2011b, p. 16).

A submissão das ciências naturais à produção industrial corresponde a uma satisfação de necessidades alienadas,<sup>47</sup> fruto de uma produção científica fragmentada. “Desnecessário dizer que a sujeição da ciência natural enquanto mero meio para fins alheios de modo algum é acidental, mas está necessariamente em conexão com seu caráter ‘autônomo’, fragmentado, e, é claro, com a estrutura da atividade produtiva alienada em geral” (MÉSZÁROS, 2016, p. 98).

---

<sup>47</sup> Méészáros (2016) explica que o homem direciona o trabalho produtivo de acordo com as necessidades estabelecidas socialmente. Na sociedade capitalista, em que o trabalho é alienado, ele atende a necessidades também alienadas, constituídas na lógica produtivista do capital e distanciadas da atividade humana essencial à sobrevivência. A satisfação dessas necessidades produz ainda mais alienação, tanto mais o ser humano esteja sujeito aos instrumentos que produz. A atividade científica é um exemplo de produto do trabalho que está sujeito às demandas capitalistas.

A criação da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC), em 1966, contribuiu para o fortalecimento do ensino propedêutico e, conseqüentemente, também para a valorização da ciência com este caráter. Esta fundação e outras organizações, como o IBECC, embora tivessem explícitos objetivos de desenvolver pesquisas na área do ensino, mantiveram-se voltadas para a solução de problemas na prática escolar cotidiana (TEIXEIRA e MEGID NETO, 2006).

O distanciamento entre o conhecimento científico e as questões sociais é uma forma de manutenção da alienação dos sujeitos, pois sem esse acesso eles não encontram condições de reconhecer e superar essa condição. Pesquisas que se limitem à satisfação de necessidades essencialmente práticas, sem um propósito de questionamento e de mudança da lógica vigente, também contribuem para a continuidade desse cenário. Tais pesquisas não são executadas ao acaso, mas direcionadas pela classe dominante de forma a ocultar seus interesses de dominação e a perpetuar uma atividade produtiva alienada (MÉSZÁROS, 2016). Embora a classe dominante tente mascarar a realidade, o fato é que a luta pelos diferentes interesses de classes move a história da sociedade, visto que, embora mudem os indivíduos, os antagonismos permanecem em essência (MARX, 2011c).

A afirmação de uma ciência “propedêutica” se expressa também na origem das iniciativas para agregar os pesquisadores ao ensino de Ciências no Brasil, inclusive com a publicação da *Revista de Ensino de Ciências* por esta fundação. Visto que o plano das elites militares e governamentais era levar o país a uma autonomia tecnológica, era necessário estreitar os laços com a pós-graduação e promover a disseminação do conhecimento científico das áreas correlatas a esse objetivo, a exemplo das Ciências da Natureza (TEIXEIRA e MEGID NETO, 2006). No entanto, Moraes (1996) ressalta que as ações foram excludentes e houve uma disseminação desigual do conhecimento científico entre as classes trabalhadora e dominante, o que reforça a condição de disputa entre elas.

A partir dos anos 1970, o dualismo continuará expresso na divisão entre a educação privada e a educação pública, em consonância com o dualismo entre a oferta prioritária do ensino propedêutico e profissional. Verifica-se nesse período o fortalecimento da rede privada, buscada pela elite para sua formação básica e que ainda estava sob forte influência de representantes católicos (SAVIANI, 2013a).

O reflexo desse cenário no debate pedagógico colaborou para a configuração do modelo tecnicista como uma contraposição à pedagogia tradicional. Essa pedagogia prevalece nas escolas e níveis de ensino ocupadas pela elite, e visam preparar os estudantes para acessarem o ensino superior. Já a pedagogia tecnicista prevaleceu nas escolas públicas

destinadas às classes populares, cujo foco é o aprender a fazer, priorizando a organização racional dos processos educativos em prol da eficiência (SAVIANI, 2012b, 2013a).

Assim, há uma pedagogia para ensinar a teoria e uma pedagogia para ensinar o conteúdo do trabalho ao trabalhador, como uma forma de separação da educação como um todo. Mesmo assim, elas não se dão de um único modo, revestindo-se de características diferentes em função do fim a que se destinam. Para a maioria da força de trabalho, ligada às tarefas de execução, a pedagogia do trabalho assume as características de um ensino “prático” e parcial de uma tarefa fragmentada, ministrado pelo próprio trabalho ou em instituições especializadas de formação profissional. Este aprendizado, pelo seu próprio caráter fragmentário, não possibilita ao trabalhador a elaboração científica de sua prática, reproduzindo as condições de sua dominação pela ciência a serviço do capital (KUENZER, 1989, p. 48).

A segunda LDB, instituída pela lei nº 5.692/71 (BRASIL, 1971), indica no início de seu texto que o objetivo do ensino primário e secundário é a autorrealização e a qualificação para o trabalho. Embora o texto do documento colabore para uma suposta superação do dualismo entre o ensino propedêutico e profissional no ensino médio, com a previsão de ingresso no ensino superior também pelos egressos das escolas profissionalizantes, na prática o acesso continuou restrito. A maior parcela dos estudantes recém profissionalizada era absorvida pelo mercado de trabalho, enquanto uma pequena parte conseguia dar continuidade aos estudos. Com menor grau de escolaridade, se evitava reivindicações por melhorias salariais e se dava continuidade ao projeto de exploração dos trabalhadores (ROMANELLI, 1986).

Em consonância com a segunda LDB, o MEC instituiu um Projeto Nacional para a Melhoria do Ensino de Ciências (PREMEM), visto que o ensino da área continuava previsto como obrigatório e deveria ser aprimorado para atender à demanda nacional desenvolvimentista. Esse programa, que foi implementado pelo MEC e apoiado parcialmente pela *United Agency for International Development* (USAID), organização de origem estadunidense, financiou projetos como: O Projeto de Ensino de Física, do Instituto de Física da USP, em 1972, o Projeto Nacional de Ensino de Química de 2º grau, ligado ao Centro de Ciências do Nordeste (CECINE) (1972) e o Projeto de Ensino de Ciências (NARDI, 2005). Segundo o autor, nesse período o país começa a produzir o seu próprio material didático para o ensino da área, mais adequado à realidade brasileira, superando a fase anterior na qual o material utilizado nas escolas era proveniente da tradução de material estrangeiro.

No entanto, Romanelli (1986) explica que a atuação da USAID no Brasil, apoiada pelo então governo militar, colaborou para a expansão do padrão de acumulação capitalista e uma reorientação do sistema educacional. A partir dos diversos acordos estabelecidos desde a

década de 1960, esta agência se infiltrou na educação brasileira em diversos níveis de ensino, no funcionamento administrativo e na distribuição de livros didáticos.

Ainda que o ensino de Ciências fosse considerado importante para a modernização do país, o período foi marcado pela contradição entre a valorização das disciplinas científicas, em um ensino elitizado, e o seu tratamento de forma superficial para a ampla massa trabalhadora.

O ensino de ciências era considerado importante componente para a preparação de um corpo qualificado de trabalhadores, conforme foi estipulado na Lei de Diretrizes e Bases da Educação, promulgada em 1971. Esse período foi marcado por uma série de fatores contraditórios, pois, ao mesmo tempo em que o texto legal valorizava as disciplinas científicas, na prática elas eram profundamente prejudicadas pelo avançamento do currículo por disciplinas que pretendiam ligar o aluno ao mundo do trabalho (como zootecnia, agricultura, técnica de laboratório), sem que os estudantes tivessem base para aproveitá-las. A formação básica foi danificada sem que houvesse um correspondente benefício para a profissionalização (KRASILCHIK, 2008, p. 16).

Segundo Auler e Bazzo (2001), medidas relativas à ciência e tecnologia no Brasil nas décadas de 1960 e 1970 levaram a um atraso significativo em seu desenvolvimento a nível nacional. Os autores explicam que, embora no meio acadêmico estivesse em emergência o movimento CTS, apoiado pela iniciativa governamental por meio da contratação de pesquisadores e da adoção de recursos financeiros para pesquisas, o Estado e a burguesia firmaram o avanço da industrialização com financiamento e tecnologia estrangeiros, secundarizando os resultados nacionais. A proposta de soberania nacional ficou subjugada aos interesses capitalistas internacionais, quadro este que se perpetuou ao longo da história, com alta relevância da importação dos produtos tecnológicos.

Esse cenário se aproxima do sentido proposto para o ensino de Ciências. Considerando que o Estado priorizava a importação de maior parte da tecnologia usada no país, previa-se a necessidade de maior parte da mão-de-obra utilizar apenas objetos tecnológicos e não criá-los. Caso uma pequena parcela da população acessasse os conhecimentos historicamente acumulados para produzir tecnologia e compreendesse os processos vinculados àquelas adquiridas, uma formação superficial para o restante da população seria considerada o suficiente. Eis então a objetivação do projeto de exploração dos trabalhadores e expansão do capital instalada no Brasil.

Assim, a ciência desenvolvida pelo capital e a seu serviço é a expropriação do conhecimento do trabalhador. Paralelamente a um pequeno número de funcionários altamente qualificados, que dominam todo o saber sobre o trabalho, se desenvolve uma imensa massa de operários desqualificados, que não dominam mais que o

conhecimento relativo à sua tarefa parcial e esvaziada de significado pela simplificação do processo produtivo, cuja função é a eterna geração de mais-valia (KUENZER, 1989, p. 47).

Dada a exposta necessidade de melhor organização e mecanização do processo produtivo, era pertinente uma proposta educacional que corroborasse tais interesses. Retirando os sujeitos professor e aluno da centralidade do processo educacional escolar, a pedagogia tecnicista defendeu a organização racional dos meios como garantia de eficiência e qualidade, colaborando para o aumento de produtividade, com foco no aprender a fazer. No decorrer da década de 1970, o modo de funcionamento do sistema fabril foi transposto para o trabalho pedagógico, que foi ainda mais parcelado e burocratizado (SAVIANI, 2012b, 2013a).

Pode-se afirmar que o objetivo expresso de desenvolver o país tecnologicamente foi determinante na ênfase dada ao ensino da área das Ciências da Natureza, especialmente a Física, a partir do fim da década de 1960 (KRASILCHIK, 2000, 2008; TEIXEIRA e MEGID NETO, 2006; NASCIMENTO et al., 2010; NARDI, 2014). O período do nacional-desenvolvimentismo impulsionou a indústria nacional, porém, para isso submeteu as diretrizes educacionais aos padrões internacionais, estabelecendo parcerias para alcançar diretamente as escolas por meio de material didático e propostas curriculares (ROMANELLI, 1986; SAVIANI, 2013a). Este quadro tem avançado na atualidade com reformas de cunho neoliberal, dando continuidade na submissão da educação aos interesses políticos e econômicos capitalistas (SAVIANI, 2008a, 2012b, 2013a).

Conforme mencionado anteriormente, nas décadas de 1970 e 1980 ocorre a criação e expansão da pós-graduação na área de ensino de Ciências no Brasil. A partir da década de 1980 identificam-se algumas ideias de ensino de Ciências questionadoras da neutralidade científica, da sua distância das questões sociais e das formas ideológicas por ele propagadas.

Krasilchik (2000), ao abordar o ensino de Ciências, descreve um avanço em direção a uma “criticidade”, materializada na proposição de debates e discussões em complementação a aulas eminentemente práticas. Segundo Nardi, para tentar uma síntese do período de 1950 a 1980 alguns pesquisadores da área do ensino de Ciências indicam que ele

revela dois momentos distintos no movimento de renovação curricular do ensino de Ciências no Brasil: um primeiro momento, que correspondeu à tradução e adaptação de materiais didáticos produzidos nos Estados Unidos e Inglaterra na década de 50; e um segundo momento, que se caracterizou pela produção de materiais didáticos elaborados para atender às necessidades das escolas brasileiras (2014, p. 18).

É pertinente ponderar que somente no fim da década de 1980, com a Constituição de 1988, é que a educação foi colocada como um primeiro direito social. Mesmo envergando um histórico de exclusão, o ensino fundamental foi colocado como gratuito e obrigatório para todos, fato que demonstra o reconhecimento do contraste social no qual o país se encontrava (CURY, 2008b). Embora a reprodução das desigualdades seja inerente ao capitalismo, ampliar o acesso à educação escolar é um passo importante no desafio de superação dessa condição.

Ainda que o percurso histórico educacional brasileiro apresente uma afiliação às demandas econômicas, Saviani (2018) destaca que nesse contexto também emergiram propostas contra-hegemônicas em relação à concepção pedagógica produtivista. Algumas teorias educacionais buscaram maior articulação com interesses populares ao invés da reprodução da educação elitizada, principalmente a partir da década de 1980, ainda que o contexto de transição política do país tivesse sido um fator limitante em sua expansão. Entre essas teorias estão, por exemplo, aquelas que se aproximam das ideias de Paulo Freire, como educação popular, pedagogias da prática, crítico-social dos conteúdos e histórico-crítica.

Em meio ao avanço do neoliberalismo na década de 1990 e a crescente influência internacional das políticas econômicas, sociais e educacionais, a escola pública sofreu (e vem sofrendo) constantes ataques quanto a sua eficiência. Suas falhas são justificadas pela ineficiência do Estado em administrá-la com o objetivo de fomentar o discurso de que é preciso delegar essa atribuição em maior parcela à iniciativa privada. Além de desonerar o Estado de responsabilidades sociais, esse discurso é proveniente do ideário neoliberal de que a escola deve contribuir para a formação de trabalhadores flexíveis, polivalentes e competitivos para atuar de acordo com a nova demanda de mercado baseada nos interesses privados, ou seja, “a educação passa a ser entendida como um investimento em capital humano individual que habilita as pessoas para a competição pelos empregos disponíveis” (SAVIANI, 2013a, p. 430).

A década de 1990, em especial o período entre 1995 e 2001, foi marcada por ações de reforma do ensino no Brasil de forma a melhor alinhar os objetivos educacionais aos internacionais. Houve uma maior flexibilização do processo segundo o modelo toyotista de produção para se alcançar maior eficiência e produtividade, o que na educação foi traduzido em controle de qualidade por resultados previstos em uma nova versão da LDB (Lei 9.394/96), cujos dados seriam obtidos a partir de um sistema nacional de avaliação. Como já dito, apresenta-se uma nova versão da pedagogia tecnicista, denominada neotecnicismo (SAVIANI, 2013a).

A publicação dos PCN para a educação básica no final da década de 1990 reforçou o objetivo posto para a escola de ensinar o aluno a aprender, prepará-lo cientificamente e reforçar a introdução do uso de tecnologias, o que representava fundamentalmente levar o aluno a acumular informações sem a preocupação com a aprendizagem de fato (NASCIMENTO et al., 2010). Evidencia-se a influência neoliberal e neotecnicista nesta política educacional, que associa a necessidade de aprender à demanda por empregabilidade, ou seja, é uma proposta educacional que tem por objetivo manter o domínio do capital sobre a massa trabalhadora (SAVIANI, 2013a).

As políticas educacionais brasileiras do período estavam afiliadas a documentos norteadores internacionais de cunho neoliberal promulgados pelo Banco Mundial, nos quais há evidente direcionamento da educação para atender aos interesses econômicos de mercado em detrimento da formação humana (NASCIMENTO et al., 2010; DUARTE, 2013; SAVIANI, 2013a; LIBÂNEO, 2018).

Desde o final da década de 1990, a educação científica tem sido tema de destaque em amplas discussões no ensino de Ciências, partindo da premissa de que esta ação é necessária para contribuir para a formação de cidadãos mais críticos e atuantes na sociedade. Essa temática tem avançado a partir da década de 2000, associada ao discurso da responsabilidade socioambiental de forma a preparar os indivíduos para compreender os princípios científicos e tecnológicos presentes no cotidiano. No entanto, há dificuldades no rompimento com a lógica positivista de tratamento da ciência e do ensino com objetivo de mero acúmulo de informações (NASCIMENTO et al., 2010). As abordagens CTS e CTSA, destacadas no ensino de Ciências, cujo período predominante no *corpus* desta pesquisa coincide com o acima mencionado, são expressões desse discurso dito crítico e com preocupação ambiental (AULER, 2007; SANTOS, 2007; RIBEIRO e GENOVESE, 2015).

O reducionismo do ensino à transmissão de conteúdos coaduna-se com a agenda mercadológica proposta para a educação nos anos 1990. A disseminada proposta de universalização da educação básica foi acompanhada do discurso de que ela seria condição primordial para a superação das desigualdades sociais e econômicas, sendo o acesso a ela imprescindível para que o Brasil alcançasse novos patamares de desenvolvimento. “Praticamente todos os setores da educação foram atingidos: a gestão dos sistemas de ensino, os currículos, os livros didáticos, a avaliação em larga escala, a formação docente, a legislação da área” (EVANGELISTA, 2013, p. 18).

Sobre a pesquisa relacionada ao ensino de Ciências, Nardi (2014) indica um importante marco em sua consolidação com a realização do I Encontro de Pesquisa em

Educação em Ciências (ENPEC), em 1997, que reuniu profissionais de diversas áreas com pesquisas relacionadas às Ciências da Natureza. Nessa ocasião, foi indicada a criação da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), que veio a se concretizar na segunda edição do evento em 1999, voltada para a promoção e divulgação de pesquisas na área, bem como para a representatividade junto a entidades governamentais, instituições nacionais e internacionais de educação e agências de fomento.

A articulação entre a ABRAPEC e as sociedades de educação matemática e de ensino de Biologia culminou com a criação da Área de Ensino de Ciências e Matemática (46), junto à CAPES no ano 2000 (NARDI, 2014). Ramos e Silva (2014) explicam que a área 46 foi criada com a justificativa de que havia grande divergência, de ordem prática e epistemológica, entre os pesquisadores da área das Ciências e Matemática e os da Educação. Embora tenha crescido em número de programas vinculados, em 2011 a CAPES extinguiu esta área e a reestruturou como área geral Ensino, junto a outros programas além dos de ensino de Ciências e Matemática.

Apesar da reestruturação da área mencionada, Feres (2010) salienta a crescente expansão dos programas de pós-graduação relacionados ao ensino de Ciências, indicando que é pertinente considerar a sua recente consolidação em comparação a outras áreas. Em continuidade a esse crescimento no século XX, a autora afirma que no início do século XXI se coloca a necessidade de melhor compreensão das produções sobre a temática e sua articulação com as demandas sociais e acadêmicas, em especial com a área de Educação. Essa articulação pode colaborar para a construção da área Educação em Ciências.

O contexto educacional nos anos 2000 continua a refletir as finalidades mercantis, em que o sujeito é referido ao mercado, em detrimento de sua condição de direito social. Embora uma agenda de desenvolvimento do país e de implementação de programas sociais tenha sido retomada, não houve o devido enfrentamento das relações sociais dominantes. Isso se configura em um projeto educacional que não se opôs à condição hegemônica, mas que deu condições para a sua continuidade. “E, dentro dessa lógica, é dada ênfase aos processos de avaliação de resultados balizados pelo produtivismo e à sua filosofia mercantil, em nome da qual os processos pedagógicos são desenvolvidos mediante a pedagogia das competências” (FRIGOTTO, 2011, p. 245).

Nessa perspectiva, cuja centralidade é colocada nas competências individuais, há ênfase no que Duarte (2001) explica como pedagogias do “aprender a aprender”, as quais são apropriadas pela área educacional em atendimento a interesses neoliberais. Essa abordagem propõe a aquisição dos conhecimentos necessários para acompanhar o desenvolvimento da

sociedade, em especial do método científico como sendo uma conquista individual, de forma que não haveria outro caminho possível para a educação além desta finalidade. Embora faça referência à autonomia intelectual, essa abordagem é impelida à reprodução ideológica da sociedade do capital, pois é baseada numa perspectiva individualista, sendo que a construção da sociedade e do conhecimento ocorre de forma coletiva.

Esse propósito educacional se alinha à proposta de formação de cientistas e a uma suposta neutralidade que permeia a história do ensino de Ciências. É pertinente evidenciar que decisões sobre o direcionamento do ensino têm cunho político e econômico definidos. A exemplo disso, Ricardo e Zylbersztajn (2008) explicam que a previsão de competências nos PCN de Ciências da Natureza foi uma decisão política do MEC, ainda que o termo não estivesse devidamente problematizado por seus elaboradores. No entanto, o documento explicita a relação entre a formação de competências e a preparação do sujeito para o trabalho, sendo este o resultado naturalmente esperado da atividade escolar. Os autores indicam que essa proposta persiste em um documento norteador publicado alguns anos depois, as DCNEM, no qual há maior ênfase na contextualização e interdisciplinaridade como formas de aprimorar o ensino e a aprendizagem, mas a ideia de formação de competências e habilidades é mantida.

Piassi (2011) explica que a proposta dos PCN foi reproduzida em diversos documentos norteadores estaduais, sendo transmitida a ideia de formação de um sujeito mais espectador passivo da realidade do que seu agente produtor e transformador. O autor defende a ideia de uma educação científica articulada à prática social como possibilidade de transformação do cenário social, ainda que esse percurso seja marcado por contradições. A compreensão do sujeito em seu contexto, produtor de sua realidade, seria um avanço em relação ao restrito acúmulo de informações.

Sobre os documentos norteadores mencionados, os PCN e as DCNEM, Santos (2007) afirma que eles têm uma explícita afiliação à abordagem CTS, indicando como objetivo a ênfase em conteúdos de relevância social e sua aproximação da discussão sobre o desenvolvimento científico e tecnológico. No entanto, o autor explica que os princípios da referida abordagem não foram devidamente apropriados por aquelas propostas curriculares, com uma limitada articulação entre os aspectos pedagógicos e de conteúdo específico, situação esta que pode explicar a sua pouca inserção nas práticas de ensino.

Oliveira, Campos e Echalar (2016) afirmam que não há especificidades sobre o uso de tecnologias no ensino de Ciências em documentos norteadores a níveis internacional e nacional, como os promulgados pelo Banco Mundial, UNESCO e o Plano Nacional de

Educação (PNE 2014-2024). O tratamento da temática é sempre apresentado para a educação em geral, relacionando o uso de tecnologias ao atendimento de demandas sociais contemporâneas, como alfabetização tecnológica, inclusão digital e acesso à informação. Mesmo assim, isso se traduz em disponibilização de equipamentos na escola, de maneira ainda limitada, e foco na formação para o mercado de trabalho.

Segundo Moura e Lima Filho (2017), as atuais reformas educacionais no Brasil seguem o curso para uma radicalização do neoliberalismo, em que as políticas públicas tendem a minimizar ainda mais a atuação do Estado na garantia de direitos sociais e maximizar sua regulação pelo capital (nacional e estrangeiro). Como exemplo, os autores indicam a reforma do ensino médio, estabelecida pela lei 13.415/2017, que prioriza a redução da formação básica mínima em conteúdos, sem proposta de mudanças reais em pontos importantes relacionados a esse nível de ensino, como maiores investimentos em infraestrutura e formação de professores. “A “nova” organização proposta é velha na política educacional brasileira e reforça a dualidade educacional e social que caracteriza historicamente o país, potencializando a subtração de direitos da classe trabalhadora” (MOURA e LIMA FILHO, 2017, p. 120).

É fundamental considerar o contexto no qual a educação está inserida. É preciso considerar que as condições objetivas se expressam no modo de produção capitalista, o qual tem por princípios a exploração do trabalhador e sua alienação, o incentivo à propriedade privada e ao consumo, os quais têm avançado e acirrado as desigualdades entre as classes sociais (MARX e ENGELS, 2007). A perspectiva de formação humana implica na educação como instrumento de superação desta condição e promoção de uma mudança estrutural para além do capital (MÉSZÁROS, 2008; SAVIANI e DUARTE, 2010).

Como se pode perceber no processo histórico do ensino de Ciências no Brasil, o ensino propedêutico se destina a uma pequena parcela da população, enquanto às demais é ofertado o mínimo de conteúdos para a sua inserção no mercado de trabalho. Nos trabalhos analisados nesta tese a educação é considerada em uma perspectiva utilitária, com foco na inovação curricular por meio de conteúdos que seriam portadores de relevância social. Conforme foi abordado, a relação com o contexto social é compreendida como adaptação ao meio, sem colocar em questão a estrutura da sociedade. Afirma-se a relevância dos conteúdos específicos desde que não sejam abordados apenas nos limites do já estabelecido, no sentido melhor posicionar os sujeitos na estrutura vigente.

A exemplo do que aqui se problematiza, temos a indicação, no *corpus* da pesquisa, de Pinheiro, Silveira e Bazzo acerca do que entendem como papel da educação em formar

saberes necessários para a atual sociedade tecnológica: com “a auto-formação do aluno, estimulando-o a assumir a condição humana, incentivando-o a viver de forma a se tornar um cidadão, que numa democracia, será definido por sua solidariedade e responsabilidade” (2007, p. 79). Ao tratar desse papel social, há a indicação de que a educação científica e tecnológica é pertinente pois está sempre presente em nosso meio, o que reforça a ideia utilitária mencionada.

A perspectiva utilitária reforça o individualismo e a atual divisão social do trabalho, o que confirma o quadro de imposição dos interesses burgueses sobre a classe trabalhadora. Isto é dito considerando que este modelo de ensino, ao priorizar o preparo para a atuação no mercado, o faz de forma que o aluno é incentivado a se ocupar em aprender apenas aquilo que é pertinente para a sua inserção na cadeia produtiva. Na atual conjuntura de divisão do trabalho, isso se refere a uma parcela do processo de produção, não proporcionando ao trabalhador o devido conhecimento do processo como um todo, o que corrobora a sua alienação. O discurso recorrente de uso de tecnologias no ensino também se relaciona a essa ideia, em sua orientação determinista de inevitabilidade desta condição.

A ampliação da escolaridade, realizada através de um ensino cada vez mais especializado, centrado em minúsculos campos, mesmo que aparentemente politécnico, não amplia o saber do trabalhador, mas contribui ainda mais para tornar seu saber fragmentado, ampliando a subordinação do trabalho ao capital, ao mesmo tempo em que reforça a ideologização burguesa, pela qual o próprio trabalhador acaba sendo culpabilizado por sua trágica situação (LOMBARDI, 2018, p. 91).

A ênfase dada à instrumentalidade como objetivo de formação de novos trabalhadores, em especial nas competências e habilidades para lidar com a tecnologia, evidencia o alinhamento da educação brasileira às demandas impostas por organismos internacionais, com um discurso empresarial acerca de suas finalidades (SANTOS e LIMONTA, 2014). O perfil do trabalhador no século XXI, em continuidade a um projeto iniciado na década de 1970, é construído com o propósito de torná-los moldáveis ao capitalismo flexível, no qual se investe em uma formação geral e superficial em detrimento à verticalização do conhecimento (KUENZER, 2007).

Dentro desse contexto contraditório e incerto, as exigências vinculadas à formação humana e profissional são potencializadas e, ao trabalhador, passa-se a exigir investimentos em autodesenvolvimento para se adequar às novas e constantes imposições do mercado de trabalho. Diante disso, são construídos discursos vinculados à necessidade de os trabalhadores se atualizarem e adaptarem às novas diretrizes do mundo do trabalho, por meio da absorção de novas competências/habilidades e pela busca incessante de novos conhecimentos (SANTOS e LIMONTA, 2014, p. 182).

Não é ignorado o fato que a educação escolar forma indivíduos que, imersos no sistema capitalista, necessitam vender a sua força de trabalho em troca de um salário, que é fundamental para a sua sobrevivência neste modelo. Mas nem por isso se deve concordar com a supremacia da ideologia burguesa de exploração, sem considerar relevante oportunizar aos indivíduos o conhecimento que o possibilite, no futuro, suplantar essa condição. Afinal, o presente se constitui a partir da ação dos homens nas condições historicamente construídas, assim como o futuro também é construído nesses termos, podendo-se agir para a transformação dessas condições.

O conhecimento da área das Ciências da Natureza pode ter um papel fundamental nessa possível mudança. Ao proporcionar a compreensão dos seres e fenômenos naturais, o homem pode ampliar a sua relação com a natureza no sentido de usufruir seus recursos, mas sem que a sua transformação se dê no sentido de exploração para a produção de mercadorias. Nessa perspectiva, para a transformação da natureza pode ser retomado o trabalho enquanto atividade humanizadora e desalienada. Trata-se da transição de uma educação unilateral (burguesa) para uma omnilateral, com formação humana em sentido amplo (LOMBARDI, 2011a).

Visto que a mudança da estrutura da sociedade não se restringe a essa área do conhecimento, mas a um contexto amplo, um avanço pode ser proposto sobre o que se apresenta no ensino das Ciências da Natureza. No que se refere ao objeto de estudo desta tese, coloca-se uma proposta de deslocamento em relação ao tratamento do ensino sob a lógica formal e da abordagem tecnocentrada da tecnologia para uma perspectiva dialética sobre essas questões. A pedagogia histórico-crítica se coloca como uma possibilidade nesse sentido,<sup>48</sup> em busca do rompimento da lógica vigente. Enquanto o *corpus* da presente pesquisa indicou pulverização e fragilidade no tratamento de fundamentos teóricos educacionais, o levantamento realizado por Souza (2017) indica que ainda há pouca inserção deste referencial nas produções sobre o ensino de Ciências.

Uma educação distinta da formação mercadológica implica a articulação entre trabalho produtivo e formação intelectual (LOMBARDI, 2011a, 2018). Ainda que a educação hoje se realize em um cenário capitalista no qual o trabalho é alienado, o homem não deixa de

---

<sup>48</sup> A pedagogia histórico-crítica contrapõe-se à visão burguesa, que reforça a divisão social de classes e subjugação a classe trabalhadora, ao propor um modelo de articulação entre educação e trabalho, no sentido de formação humana emancipadora (SAVIANI, 2012c, 2013b).

produzir sua existência. Uma formação intelectual que extrapole os limites da produtividade colabora para o resgate do processo educativo no sentido de humanização.

A emancipação dos indivíduos, sua libertação das condições opressoras só poderia se dar quando tal emancipação alcançasse todos os níveis, e, entre eles, o da consciência. Somente a educação, a ciência e a extensão do conhecimento, o desenvolvimento da razão, pode conseguir tal objetivo (LOMBARDI, 2011b, p. 08).

Retomando-se o processo histórico de desenvolvimento da educação no Brasil, pôde-se concluir que seus objetivos foram sempre direcionados para o ensino formal (no sentido lógico), e até mesmo superficial para a massa trabalhadora, de forma que os sujeitos se mantenham limitados a uma reprodução de informações. Esse formato de ensino, que pouco colabora para a apropriação do conteúdo, serve à lógica do capital ao manter os sujeitos sem domínio total do conhecimento, dando continuidade ao quadro de alienação e fragmentação do trabalho.

Embora os aspectos formais do desenvolvimento tecnológico estejam em construção e constantes modificações, sua relação de subjugação da educação e da ciência em prol desse desenvolvimento se mantém. Embora todos possam ser compreendidos como fruto do trabalho, a objetivação da tecnologia se sobrepõe de forma que ela camufle os demais, como se eles tivessem um papel secundário em relação àquela. Nesse sentido, evidencia-se que o produto do trabalho material, prático, se mantém em evidência em detrimento do trabalho intelectual, teórico (MARX, 2011c).

A produção de conhecimento científico, cujo produto deveria ser compreendido como da coletividade e a serviço de melhorias sociais, tem sido apropriada pelos capitalistas com finalidade de aumento da eficiência produtiva e de lucros. As empresas se apropriam do conhecimento e, ao utilizá-lo em melhorias tecnológicas, têm sobre ele vantagens financeiras, tanto sobre o produto material quanto sobre o trabalho intelectual nele objetivado. Além disso, tornam o seu acesso restrito à classe burguesa. Os processos educacionais têm atendido a esse objetivo segregador das classes sociais, nos quais a classe trabalhadora pouco se apropria do conhecimento e da tecnologia.

Ainda que a prática seja apresentada de forma prioritária, é impossível dissociá-la de seu aspecto teórico, pois o homem realiza aquilo que foi anteriormente idealizado (MARX e ENGELS, 2007). A produção acadêmica do ensino de Ciências da Natureza analisada nesta pesquisa evidencia que esse quadro está nela objetivado, uma evidência de que ela representa as condições materiais na qual está inserida. Dada a relevância da relação entre teoria e

prática, em seu tratamento no ensino da área pesquisada, ela é tema de discussão na seção a seguir.

### **3.2 Recuo da teoria e suas objetivações no ensino de Ciências da Natureza**

Segundo Kopnin, “a base mais essencial e próxima do pensamento humano é a mudança da natureza pelo homem: a prática” (1978, p. 52). Compreender o papel da prática se relaciona de maneira direta com a compreensão das leis do pensamento que explicam a realidade, visto que o pensamento não se dá pela pura abstração. Nesse sentido, apreender o movimento dialético entre a prática e o pensamento é buscar apreender o movimento do mundo real.

O pensamento é então uma atividade, não puramente subjetiva, pela qual se conhece a realidade. O desconhecido torna-se conhecido, não por mudar de natureza, mas sim pela abstração com a qual se elabora a percepção sobre ele. Assim se apresenta o caminho do conhecimento, que objetiva apreender o concreto, na articulação entre o real e o racional, mediado pela abstração. A realidade dá ao pensamento os elementos a serem conhecidos, sendo papel da ciência captar suas contradições e movimento (LEFEBVRE, 1991).

A prática, enquanto atividade criadora, depende do conteúdo do pensamento, pelo qual o homem conjectura a interferência na natureza e então a realiza praticamente. Ela carrega em si a relação entre o conhecimento empírico e o teórico, o elemento da universalidade objetivado na realidade imediata. No pensamento teórico são elaboradas as construções lógicas que orientam e constituem a prática (KOPNIN, 1978).

Assim, enquanto a atividade prática pressupõe uma ação efetiva sobre o mundo, que tem como resultado uma transformação real deste, a atividade teórica apenas transforma a nossa consciência dos fatos, nossas ideias sobre as coisas, mas não as próprias coisas (VÁZQUEZ, 2011, p. 241).

Dada a impossibilidade de separação entre teoria e prática, visto que são elementos de uma unidade dialética que se constituem reciprocamente, é pertinente problematizar as razões pelas quais o seu tratamento dicotômico é predominante no ensino de Ciências da Natureza. Conforme já exposto nesta tese, o *corpus* da pesquisa apresenta uma supervalorização da prática, com um evidente recuo da teoria no que se refere às concepções de educação, ciência e tecnologia. Esse tratamento, pautado na lógica formal, não possibilita o avanço na compreensão de seu conteúdo. Assim, busca-se “encontrar, para determinações singulares concretas, as determinações abstratas correspondentes” (MARX, 2013, p. 38).

Saviani (2008b) explica que existe uma tendência histórica na educação brasileira em dicotomizar teoria e prática. Na pedagogia tradicional, a ênfase é dada à teoria e ao professor, com preocupação central com o ensino. Já as diferentes vertentes da pedagogia nova subordinam a teoria à prática, por vezes até mesmo desconsiderando os aspectos teóricos, enfatizando os processos de aprendizagem e protagonizando o aluno. É necessário admitir que embora a ênfase na teoria ou na prática possa variar de acordo com a necessidade do que se pretende analisar, ambas são relevantes e indissociáveis no processo pedagógico, não podendo ser compreendidas se dicotomizadas e limitadas ao aspecto formal.

As pesquisas do *corpus* desta tese se apresentam direcionadas à prática e posicionam o aluno como sujeito mais pesquisado. No entanto, afirmam-se com o objetivo de analisar prioritariamente os processos de ensino, dando a entender o protagonismo docente. Isso demonstra que essas pesquisas mesclam elementos acumulados historicamente e distintos teoricamente entre as pedagogias tradicional e nova. Por não definirem uma afiliação teórica, não indicam qual é a concepção norteadora do trabalho pedagógico em questão, permitindo o embaralhamento de princípios e conceitos em lugar da unidade epistemológica entre os contrários.

As práticas pedagógicas com o uso de tecnologias, tratadas de forma desarticulada da teoria, são resumidas a metodologias, como um roteiro para a reprodução de atividades que desconsideram as especificidades contextuais. A ideia de que a prática é autossuficiente configura um posicionamento acrítico sobre ela, cuja leitura superficial se reduz a seu aspecto utilitário (VÁZQUEZ, 2011). Ainda que seja assim tratado, o ensino não é somente prático, mas orientado por finalidades contraditórias que estão sendo disfarçadas em prol da continuidade do pensamento hegemônico. A teoria nele ocultada reflete a ideologia dominante.

Como já abordado, a educação na perspectiva burguesa promove o trabalho alienado, assim como é por ele constituída, como uma atividade cujo fim é a manutenção do cenário de formação desigual entre as classes sociais. Ao ser apresentada como uma necessidade de capacitação para o mercado de trabalho, cuja demanda é principalmente prática, essa necessidade alienada é dissimulada como uma carência natural (intrínseca à sobrevivência), desprezando as contradições que as constituem social e historicamente (ANTUNES, 2012).

A ênfase dada à prática no ensino de Ciências direciona o seu foco para as necessidades alienadas, buscando soluções de demandas imediatas que não consideram necessariamente a essência da relação entre o sujeito, o ensino e o seu contexto. Ainda que temas cotidianos sejam abordados, ao reduzi-los à resolução de um problema prático

imediatamente, a teoria não aparece como fundamento orientador de um novo olhar para além da realidade aparente.

Embora a presente pesquisa se refira a um recorte do conhecimento, o ensino de Ciências da Natureza, a sua compreensão demanda um olhar mais amplo para outros elementos da totalidade, sendo estes fundamentais na formação do sujeito. Reformas educacionais em andamento no Brasil, como a do Ensino Médio e de implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC),<sup>49</sup> estão na contramão dessa formação ampla, pois propõem minimizar conteúdos e áreas do conhecimento a serem obrigatoriamente ofertadas na educação básica.

A BNCC apregoa o objetivo de reduzir as desigualdades educacionais e elevar a qualidade da educação nacional por meio da garantia aos estudantes do acesso e desenvolvimento de habilidades e conhecimentos considerados essenciais para o mundo contemporâneo. Desta maneira, a BNCC apresenta uma retomada de proposta do ensino para a formação de competências e habilidades (BRASIL, 2018a), fato que se assemelha à proposta dos PCN publicados na década de 1990. Buscamos evidenciar que ambos se fundamentam nos pressupostos da pedagogia tecnicista.

Da mesma maneira, é preciso destacar que os objetivos apresentados para o ensino médio são incoerentes com aqueles determinados pela reforma dessa etapa de ensino (BRASIL, 2017). O denominado itinerário formativo que se refere às “Ciências da Natureza e suas tecnologias” não é indicado como oferta obrigatória em todos os anos do ensino médio, mas está sujeito à disponibilidade de oferta pela instituição de ensino e à escolha do aluno em cursá-lo. Além disso, a carga horária total dessa etapa destinada na BNCC não deverá ultrapassar 1.800 horas, o que é uma diminuição do ofertado atualmente (2.400 horas).

Esse fato marca um contrassenso, pois reduz o espaço e o incentivo ao desenvolvimento científico e tecnológico nas políticas educacionais. Ao mesmo tempo faz apologia desse desenvolvimento como uma demanda nacional para buscar maior proximidade com os ditos países desenvolvidos. Em especial sobre as Ciências da Natureza, historicamente associadas a esse desenvolvimento pelo pensamento hegemônico, pode-se inferir que o acesso ao seu conteúdo se tornará ainda mais restrito e elitizado.

---

<sup>49</sup> A versão final do documento que se refere à BNCC foi homologada e disponibilizada pelo MEC em dezembro de 2018, a partir da Resolução n. 04/2018 do Conselho Nacional de Educação (CNE), sendo neste ato incluída a proposta para o Ensino Médio. Essa resolução foi publicada em consonância com a Resolução n. 03/2018 do mesmo Conselho, que trata das novas Diretrizes Curriculares do Ensino Médio, já com a previsão da BNCC. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 12/04/2019.

A história das ciências nos mostra como as relações de poder e a disputa de classes determinam o sentido tomado pelas investigações nesses campos, assim como dos processos de legitimação de sua validade. São essas mesmas relações que influenciam a seleção dos conhecimentos que devem ou não ser ensinados na escola. Sabe-se que a classe dominante e dirigente detém a hegemonia desses processos (RAMOS, 2017, p. 82).

Nessa perspectiva, o conhecimento que poderia possibilitar à classe trabalhadora uma melhor compreensão dos processos produtivos e da natureza da qual faz parte, ficará ainda mais inacessível.

Frigotto (2016b) indica que a reforma do Ensino Médio retoma a dualidade entre o ensino propedêutico e o de formação profissional, fato que marca a história da educação brasileira. Ao colocar o aluno diante da escolha entre o itinerário formativo de formação técnica e profissional e os demais, essa escolha não se dá espontaneamente, mas sim para atender às necessidades constituídas pelas condições objetivas nas quais o sujeito está inserido. A dualidade estrutural é reforçada: o ensino propedêutico para uma elite com condições financeiras de dedicar-se à continuidade dos estudos, enquanto a força coercitiva do capital leva os filhos da classe trabalhadora a optarem por meios que os possibilitem inserir-se o quanto antes no mercado de trabalho.

O suposto poder de escolha do aluno sobre os itinerários formativos a serem cursados oculta o objetivo da reforma do Ensino Médio, que é minimizar o que já era considerado como conteúdo básico dessa etapa de ensino, ao promover uma formação aligeirada e empobrecida. Isso tudo vem acompanhado do discurso para a formação flexível, em contraposição ao atual embasamento num currículo rígido, de modo que os sujeitos deveriam ser preparados para serem flexíveis quanto a sua atuação no mercado de trabalho. O currículo fundamentado em demandas mercadológicas também oculta outras questões importantes e determinantes para a educação, como a necessidade de melhorias em infraestrutura, a formação docente, o plano de carreira dos trabalhadores da educação e a promoção de atividades esportivas e artístico-culturais. Ao que se mostra, a referida reforma serve ao propósito de manutenção da desigualdade social (MOURA e LIMA FILHO, 2017).

Segundo Kuenzer (2007), associar o currículo escolar a um regime de flexibilidade leva a um aprofundamento da dualidade que existe entre este e o mercado. Isso se deve ao fato de que as propostas curriculares têm sido precarizadas, o que conduz a uma certificação desqualificada. Apesar da aparente inclusão inicial dos sujeitos, eles serão excluídos ao longo do processo. Isso porque o mercado, com o discurso de flexibilidade e de demanda por trabalhadores que acompanhem as constantes mudanças científicas e tecnológicas, exclui a

força de trabalho formal para inseri-la novamente de forma precarizada. Todo esse processo desvaloriza a formação dos trabalhadores. Dessa forma, a educação contribui para o cenário da dualidade estrutural da sociedade, no qual há fragmentação entre o trabalho instrumental e intelectual.

O novo tipo de produção racionalizada demandava um novo tipo de homem, capaz de ajustar-se aos novos métodos da produção, para cuja educação eram insuficientes os mecanismos de coerção social; tratava-se de articular novas competências a novos modos de viver, pensar e sentir, adequados aos novos métodos de trabalho caracterizados pela automação, ou seja, pela ausência de mobilização de energias intelectuais e criativas no desempenho do trabalho. *A ciência e o desenvolvimento social por ela gerado, pertencendo ao capital e aumentando a sua força produtiva*, ao se colocarem em oposição objetiva ao trabalhador, justificavam a distribuição desigual dos conhecimentos científicos e práticos, contribuindo para manter a alienação, tanto da produção e do consumo, quanto da cultura e do poder (KUENZER, 2007, p. 1155, grifo nosso).

A constante menção à tecnologia nos documentos oficiais acima mencionados é a objetivação da intencionalidade em submeter a educação à demanda capitalista de expropriação do trabalhador e de acumulação de capital, mesmo que isso esteja ocultado no discurso de uma suposta inserção social. Ao analisar a presença do termo tecnologia em documentos anteriores (PCN e DCN), Silva (2009) indica elementos que ainda persistem na BNCC, com o reforço do caráter utilitário:

ao prescrever a inclusão de “suas tecnologias” em cada macroárea explicita uma concepção reducionista de tecnologia, enunciada como “técnica a ser aplicada”. *A relação entre tecnologia e conhecimento científico é tomada de forma limitada e pragmática, resultado da intenção de adequação da educação escolar a demandas do mercado de trabalho*. A tecnologia, concebida como aplicação de determinado conhecimento, não conduz à proposição de que se discuta a relação social que media a produção da tecnologia, marcada, principalmente, por razões de ordem econômica. A compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, proposta na LDB, torna-se restrita, [...] ao aprendizado do emprego da tecnologia por meio de atividades práticas (SILVA, 2009, p. 444, grifo nosso).

O posicionamento no que se refere à inserção da tecnologia se apresenta de duas formas nos documentos da educação básica em vigência: como parte do conteúdo a ser abordado, relacionado com conteúdos de áreas específicas do conhecimento; e como instrumento a ser utilizado para melhorar e inovar o ensino. Isso pode ser verificado na afirmação de que “a tecnologia é conceituada como a transformação da ciência em força produtiva ou mediação do conhecimento científico e a produção, marcada, desde sua origem, pelas relações sociais que a levaram a ser produzida” (BRASIL, 2018b, p. 3).

A indicação de que é possível transformar a ciência em força produtiva pode ser compreendida como a abreviação do conhecimento teórico a algo de utilidade prática, o que reforça a dicotomia entre teoria e prática em detrimento da unidade dialética. Essa conotação formal impõe uma limitada compreensão de ciência e tecnologia, pois ambas carregam em si elementos teóricos e práticos. Como tem sido argumento ao longo do presente texto, a necessidade de desenvolver as forças produtivas impõe aos trabalhadores a priorização das demandas práticas, para as quais é oportunizado um acesso ao conhecimento de forma fragmentada e desarticulada, enquanto uma minoria o acessa em suas formas mais elaboradas.

A ideia acima apresentada de “conversão” da ciência em tecnologia (BRASIL, 2018b) também pode ser questionada no sentido que indica a eliminação da ciência assim que esta se objetive na tecnologia, como se este fosse o único objetivo do desenvolvimento científico. Ainda que a ciência contribua para o desenvolvimento tecnológico, sendo, portanto, objetivada em seus produtos, ela é uma construção da coletividade que não se limita a atender a demandas econômicas imediatas. O ocultamento desta realidade evidencia que as políticas públicas educacionais corroboram a submissão da ciência à tecnologia.

O tratamento dado à ciência pelo capital, demonstra, assim, que este toma o conhecimento como força produtiva. Apropriado pelo capitalista, o conhecimento é instrumento para atender à necessidade alienada de acumulação. Nesse processo, o trabalho alienado expropria o conhecimento do trabalhador, ainda que ele se relacione com as suas objetivações (MARX, 2011c). O trabalhador, ao lidar com a forma objetivada da ciência na tecnologia, a relaciona a sua prática social, porém não compreende a sua lógica.

O tratamento impositivo dado ao uso das tecnologias na educação reforça o trabalho alienado. Por meio desse trabalho, a inclusão de tecnologias serve ao propósito de correção da ordem excludente, como se a falta de treinamento do trabalhador para o uso dos equipamentos tecnológicos fosse a causa da chamada exclusão digital que, por sua vez, causaria a exclusão econômica e social. Visto que mudanças superficiais no cenário educacional não conduzem à eliminação dos fundamentos causais do antagonismo social (MÉSZÁROS, 2008), a inclusão das tecnologias legitima a ordem social vigente, retirando da agenda aspectos essenciais a sua necessária problematização.

Ainda que a inclusão seja afirmada como política pública, na realidade é evidenciada uma inclusão excludente (CURY, 2008a; ECHALAR, 2015), no sentido da contradição em que esta unidade se constitui. Isso explica o fato de que a inclusão das tecnologias no ambiente educacional não soluciona o problema da exclusão, pois ela não promove alterações

nas condições estruturais, tampouco a desalienação do trabalhador. O que de fato ocorre é a culpabilização dos sujeitos, em especial o professor, na utopia de que as práticas deveriam promover a inclusão, desconsiderando os fatores contextuais que a determinam, a exemplo da formação e da infraestrutura.

Ao que se evidencia, a falta de tratamento teórico da ciência e da tecnologia alimenta a formação alienada. A naturalização da relação entre estas, ocultando a sua constituição sociohistórica, é uma forma de enfatizar o aparente e menosprezar as possibilidades explicativas proporcionadas pelo pensamento teórico. A elaboração de novas sínteses é que permitiria construir o caminho para a emancipação. É papel da educação negar a condição estrutural alienante e colaborar para a constituição de uma nova consciência em relação às condições concretas, pois assim se constroem soluções essenciais e não apenas formais (MÉSZÁROS, 2008).

Outra questão importante refere-se à formação de professores para a atuação na educação básica, pois há a indicação de que ela deverá ser pautada na BNCC (BRASIL, 2018a, 2018b). Isso leva ao entendimento de que a formação desses profissionais poderá ser reduzida aos mínimos conteúdos regulamentados por essa Base, em especial com metodologias que garantam as aprendizagens essenciais. Trata-se da transposição para a formação docente de um currículo reduzido em conteúdos e do balizamento desta formação por metodologias que possam ser aplicadas às práticas pedagógicas, o que reforça a tendência de recuo da teoria, questão que tem sido problematizada nesta pesquisa.

Esse tipo de formação orienta-se, assim, pelo controle do trabalho docente e perda de sua autonomia. Tentativas de padronização do currículo de formação de professores são realizadas desde o regime militar, no qual o controle exercido pelo governo se dava, em geral, no ensino superior (ROMANELLI, 1986; SAVIANI, 2013a). A adoção de uma padronização baseada em um currículo mínimo, como a BNCC, desdobra essa tendência para a educação básica.

É possível perceber ainda a articulação entre medidas de padronização curricular e programas de avaliação docente. A constante ascensão dos processos de avaliação do desempenho docente, baseados nos resultados de avaliações dos alunos, assim como a padronização de material didático de acordo com a BNCC, constituem elementos que se associam a um projeto de padronização do ensino. O professor é submetido a “diferentes formas de controle que, inexoravelmente, levam a padronizações do seu trabalho, ou melhor, daqueles docentes e daquelas escolas que orientam seu trabalho em função das avaliações sistêmicas” (SANTOS e DINIZ-PEREIRA, 2016, p. 294).

É pertinente destacar a ênfase dada ao desempenho do aluno como forma de avaliar o trabalho docente, ocultando as contradições e contextos inerentes aos processos de ensino e aprendizagem. Essa concepção de avaliação demonstra que não é considerada a especificidade de cada processo, tratando o aprender, na dimensão prevista das avaliações discentes, como um resultado automático do ensinar. O resultado mensurado pelo desempenho discente assume um papel coercitivo ao trabalho do professor, que renuncia a sua autonomia para direcionar sua atividade em prol de ações que possibilitem melhores resultados. Ainda assim, ele não tem controle sobre tais resultados, visto que a aprendizagem é um processo que depende de vários fatores.

O uso de tecnologias na educação também tem servido ao propósito de controle, como a imposição de sistemas de gestão de desempenho e a padronização dos processos curriculares em plataformas digitais. Isso alimenta o mercado que encontra na educação uma fonte rentável para a venda de seus produtos, com o discurso de expansão da educação dita tecnológica, competitiva e impulsionadora do desenvolvimento social. Assim, o controle é mascarado pelos anunciados benefícios proporcionados pela tecnologia (SELWYN, 2014).

Considerando-se que o sujeito é produto das condições objetivas que o constitui e que as circunstâncias são historicamente produzidas e, portanto, constantemente modificadas, o educador também precisa ser educado (MARX e ENGELS, 2007). No entanto, a proposta de formação docente está em vias de se materializar a partir de uma base curricular minimalista e de viés mercadológico. É o capital que direciona igualmente a educação do educador (EVANGELISTA, 2013).

Nesse cenário, o trabalho docente é direcionado à produção alienada – à formação de sujeitos alienados, o que serve ao projeto social burguês, inibindo a participação do trabalhador da educação na transformação da organização social. O trabalho docente é subordinado a fins alienados, como a obtenção de resultados e a ênfase no domínio prático de objetos tecnológicos, aspectos que reforçam o estranhamento do trabalhador em relação ao produto de seu trabalho (ECHALAR, PEIXOTO e CARVALHO, 2015).

Lenoir (2016) também problematiza a ênfase dada à formação de professores direcionada ao princípio de educação mercadológica, que forma consumidores focados em seu conforto econômico. Esse é o objetivo de uma concepção utilitarista que tenta esvaziar os pressupostos teóricos em detrimento da eficiência prática. Para o autor, é por meio das leis do pensamento que se conhece as contradições que compõem a complexa realidade social e, sendo assim, por meio delas é que se pode avançar para além do utilitarismo.

A constante busca pela eficiência se apresenta como um desdobramento da visão utilitarista de educação. Freitas (2016) explica que as propostas de reformas educacionais no Brasil relacionam-se a um padrão de qualidade a ser atingido, mensurado com avaliações em larga escala, por meio das quais se pretende verificar a aquisição das competências e habilidades previstas pelos documentos norteadores. Essas avaliações não consideram as especificidades relevantes aos processos educacionais, como a singularidade dos sujeitos no ensino e na aprendizagem, as condições socioeconômicas, o acesso diferenciado a recursos financeiros e infraestrutura, tratando os resultados quantitativos como absolutos e de inteira responsabilidade dos gestores escolares e professores. A suposta qualidade, correspondente a notas elevadas, é mensurada principalmente em duas disciplinas, Português e Matemática, deixando as outras áreas do conhecimento em segundo plano.

Emerge dessa prática o entendimento de que a definição do que é a “boa educação” está contemplada na “matriz de referência”, a qual deve, então, dar base para a elaboração dos itens para os testes que deverão verificar se ela está, de fato, sendo implementada nas escolas. E, com isso, *decreta-se que não é mais necessário discutirmos o que entendemos por ser uma boa educação*. Cria-se uma identidade entre a “boa educação” e as competências e habilidades da matriz (FREITAS, 2016, p. 143, grifo nosso).

A demanda por resultados interfere diretamente no trabalho docente, pois é-lhe imposto o dever de preparar o aluno para as avaliações, negligenciando a sua autonomia didático-pedagógica no planejamento e na condução das atividades. Cunha, Oliveira e Melo (2018) confirmam este cenário a partir de relatos de professores de Ciências da rede pública, que afirmam ter os conteúdos da sua disciplina limitados devido ao fato destes não serem cobrados nas avaliações externas. O currículo escolar é moldado para conciliar o planejamento anual com o treinamento para as referidas avaliações, ainda que vários professores percebam esses planejamentos como ineficientes.

Tratar o resultado das avaliações em larga escala de forma impositiva, como finalidade primária dos processos de ensino, caracteriza uma precarização da educação, na qual o acesso ao conhecimento é subjugado em relação à formação mercadológica de competências. E ainda, para a materialização do objetivo de mercantilização da educação, é importante que a formação do professor não o estimule ao questionamento das diretrizes impostas.

O trabalho e a formação docente encontram-se em um campo de disputas entre a formação humana e a produção de resultados. A relevância da formação intelectual está deslocada para a obtenção de maiores índices de qualidade, com um esvaziamento da profissão, desviando-a da formação do sujeito histórico e da possibilidade de apropriação do

conhecimento socialmente produzido. Devido ao destaque de sua atuação na educação, o professor é alvo privilegiado das políticas educacionais para a cobrança de resultados e tentativas de controle de suas ações. É esperado que a formação e o trabalho docente se adequem às necessidades de formação de competências (SHIROMA e EVANGELISTA, 2015).

Acompanhando o discurso pela busca de resultados, a mercantilização dos serviços educacionais ganha espaço com a expectativa de melhoria da qualidade do ensino, entre elas a inserção das tecnologias. Empresas privadas apresentam grandes lucros com a venda de cursos e equipamentos tecnológicos para a rede pública de ensino, com o discurso de melhorias no ensino e de inclusão digital. No entanto, em muitas escolas esses recursos se tornam obsoletos, devido à precária infraestrutura que limita o seu funcionamento e à capacitação docente restrita ao uso instrumental (ECHALAR, 2015; SHIROMA e EVANGELISTA, 2015).

A lacuna teórica presente no *corpus* desta pesquisa, assim como a que está posta nos programas de ensino e formação de professores previstos nos documentos norteadores aqui discutidos, reflete o projeto da sociedade do capital, para a qual a submissão da teoria à prática é uma estratégia para dificultar a percepção do objetivo de exploração social. Orso (2017a) explica que as reformas curriculares estão avançando no sentido de recuo teórico, na tentativa de esvaziar as possibilidades educativas, a exemplo da retirada de disciplinas como Sociologia e Filosofia da formação básica.

Parece que, para muitos, já se foi o tempo em que se discutia a relação entre educação e sociedade, assim como as finalidades sociais da educação; foi-se o tempo em que se discutia a sociedade de classes e as possibilidades de transformação social. Para eles, parece que a história chegou ao fim e o capitalismo aparece com se fosse um destino natural e inarredável, uma sina, uma fatalidade da qual não se pode escapar (ORSO, 2017a, p. 135).

A referida lacuna alimenta uma ideologia que favorece o capital, visto que, ao não proporcionar uma compreensão do contexto e sua constituição social e histórica, leva a uma naturalização e conseqüente aceitação das condições historicamente produzidas. A atual configuração do ensino de Ciências, no que se refere aos dados da presente pesquisa, ainda não apresenta um enfrentamento das bases estruturais da sociedade, pois em geral se atém à reprodução das condições vigentes e à formação dos indivíduos para nela se inserir, não questioná-la em essência, tampouco transformá-la.

A exemplo do risco em persistir em processos educacionais sem uma sólida base teórica, de compreensão contextual, tem-se a emergência de movimentos como o Escola Sem Partido<sup>50</sup> que, ao apresentar discursos sobre neutralidade na educação, na verdade buscam consolidar ideais burgueses conservadores. Ao afirmar uma preocupação com a educação, mas restringir temáticas e a sua forma de abordagem pelos professores, visa, de fato, ocultar as contradições da realidade e impedir que os alunos acessem elementos para a formação de consciência baseada na pluralidade (ORSO, 2017a).

Esse ideal conservador tem sido marcante no pensamento hegemônico sobre a educação brasileira e, visto que o ato educacional é também um ato político, não é possível haver neutralidade, pois a própria sociedade não é neutra. A educação sempre está orientada por alguma concepção de mundo, ainda que ela não seja explicitada e que os sujeitos não tenham consciência dela. Privar o acesso ao sentido político do conhecimento é uma forma de coagir a classe trabalhadora e de coibir sua organização para a luta social. O conhecimento socialmente produzido é uma objetivação do trabalho, instrumento de consciência social e, portanto, um direito social. No entanto, a história da constituição da ciência evidencia a sua afiliação aos ideais da classe dominante, que determina o sentido das investigações científicas de acordo com as demandas produtivas (RAMOS, 2017).

Compreender as demandas colocadas para a educação, a exemplo das teses do movimento acima discutido, requer a compreensão das bases sociais que as fundamentam, pois elas afetam a sociedade em geral, não apenas a escola. A história da sociedade, que é a história da luta de classes, culmina na crise capitalista que acomete a contemporaneidade,<sup>51</sup> em que o capital e o conhecimento estão em tamanha concentração na classe elitizada que a situação de exploração e desigualdade atinge níveis catastróficos. O capital reconfigura-se incessantemente de forma a imprimir seu preceito de exploração, ao qual se filia a educação (FRIGOTTO, 2017).

---

<sup>50</sup> Os organizadores deste movimento têm buscado apoio entre políticos nos níveis municipal, estadual e federal para aprovação de lei que imponha suas diretrizes às escolas brasileiras, ainda sem sucesso. O projeto de Lei nº 867/2015, que visava alterar a LDB e nela incluir essa proposta, foi arquivado em 2018. Disponível em: <https://www.programaescolasempartido.org/>. Acesso em: 19/04/19.

<sup>51</sup> A crise do modo de produção capitalista se constituiu ao longo do século XX e se estende à atualidade, em um nível global de aprofundamento das desigualdades entre as classes sociais e aumento da exploração da classe trabalhadora. Isso é orientado pela ascensão da ideologia política burguesa a nível global, que busca maximizar os lucros, a acumulação de capital e, portanto, da expropriação de mais valia do trabalhador, por meio da ciência, da tecnologia e de redes de informação a nível superestrutural. As políticas neoliberais, que orientam tais ações, promovem a exacerbação da alienação do trabalhador. A superação deste quadro de acumulação e expropriação demanda acesso ao conhecimento que possibilite ao trabalhador enxergar a crise e então construir as bases materiais para a transformação social. Para aprofundamento sobre a crise do capital ver: Antunes (2018), Frigotto (2016a), Mészáros (2011, 2014, 2016). Para compreender algumas objetivações da crise, entre elas na educação, ver: Antunes (2012), Ciavatta (2013), Kuenzer (2007), Lombardi (2009, 2010), Orso (2017b), Saviani (2017).

O esvaziamento teórico presente no atual movimento Escola sem Partido não é novidade na história da educação brasileira. Ele reflete um processo de desvalorização do conhecimento científico que vem sendo construído com a sua subjugação às demandas econômicas. As premissas para a educação por ele colocadas seguem ideias apresentadas pelos golpes que instauraram regimes de governo autoritários, como os de 1937 e 1964 (ROMANELLI, 1986). Além destes, o movimento também coaduna com a agenda conservadora que se instala desde o golpe de 2016 (FRIGOTTO, 2017; MOURA e LIMA FILHO, 2017; ORSO, 2017b; SAVIANI, 2017). Em todas essas situações, a educação é submetida à necessidade de desenvolver o país tecnologicamente, sendo que para isso se pode formar mão-de-obra com o mínimo acesso ao conhecimento, com uma evidente aproximação ao tecnicismo e distanciamento da formação humana.

No sistema capitalista em que se materializa, a educação burguesa tem papel fundamental de aprofundar continuamente a desqualificação do trabalhador. A escola burguesa não democratiza o saber, mas perpetua a exclusão social dos trabalhadores, propósito excludente que está representado nos discursos de que não é preciso escolarizar o sujeito, ou não é necessário escolarizar aquele que já está inserido no processo produtivo. Ainda que se escolarize, sua oferta é limitada. No entanto, ainda que com problemas, a escola ainda é a alternativa concreta de acesso ao saber pelo proletariado (KUENZER, 1989).

É possível, portanto, a configuração de um projeto de educação em Ciências a partir de uma outra perspectiva, isto é, a partir de um aporte teórico articulado à prática, no sentido de garantir à classe trabalhadora o acesso ao conhecimento social e historicamente produzido. Realizar essa crítica ao cenário vigente, que defende uma abordagem de “senso comum” nos processos de ensino, exige a transição para o movimento no sentido de uma atividade humana transformadora, não só no âmbito educacional, mas como uma visão de mundo – a práxis (NORONHA, 2005; LOMBARDI, 2011; VÁZQUEZ, 2011).

A necessidade da mediação da educação para potencializar a construção de conhecimentos socialmente significativos no âmbito da práxis retoma o papel da escola como o *locus* fundamental de articulação entre teoria e prática. Articulação esta que não pode ser pulverizada na sociedade em geral realizado pelas experiências fragmentadas subordinadas à lógica produtivista da atual forma histórica do capitalismo que reduz a educação à formação de competências e adaptações exigidas pelo mercado (NORONHA, 2005, p. 92-93).

Admitir a racionalidade da práxis (VÁZQUEZ, 2011) como possibilidade emancipatória, é rejeitar os antagonismos que, na verdade, se constituem como unidades dialéticas em suas contradições, como teoria e prática, forma e conteúdo, aparência e essência,

sujeito e objeto, professor e aluno, ensino e aprendizagem, ciência e tecnologia, currículo rígido e currículo flexível, inclusão e exclusão. Esses contraditórios constituem-se reciprocamente, não devendo ser analisados de forma isolada e descontextualizada. O que se propõe é um avanço em relação ao que se apresenta como senso comum, limitado tanto a uma dimensão prático-utilitária quanto a uma concepção empirista da prática. A práxis se constitui por uma atividade social transformadora, que é teórica e prática.

Empreender uma proposta de trabalho e formação docente fundamentada na epistemologia da práxis é um ato de resistência ao movimento de recuo da teoria. A articulação entre teoria e prática é o fundamento da realidade, sendo que a compreensão desta contribui para a autonomia dos sujeitos e lhes possibilita uma leitura própria do real, não apenas admitir alguma que lhes seja imposta, tal como se apresenta a lógica do capital (SILVA, 2017).

Diante do cenário de apropriação da ciência e da tecnologia pela classe dominante, que as submete ao desenvolvimento das forças produtivas de acordo com seus interesses, a educação é um dos campos em que se pode buscar subverter a lógica vigente. Ela é um campo de disputas, no qual a elite impede o amplo acesso ao conhecimento de forma a conter as possibilidades revolucionárias (LOMBARDI, 2011). A educação escolar, como um processo no qual se coloca intencionalidade, pode proporcionar ao indivíduo a condição de se apropriar das formas mais desenvolvidas do conhecimento acumulado (DUARTE, 2004).

Ainda que a organização do ensino seja o reflexo da organização social, considera-se a possibilidade de formação do homem no sentido do ser genérico. “Assim, contrapondo-nos à concepção liberal, preconizamos uma educação de nível fundamental que supere a contradição entre o homem e a sociedade garantindo uma formação básica comum” (SAVIANI, 2008a, p. 234). Para a educação de nível médio o princípio da politecnicidade<sup>52</sup> apresenta uma importante questão, na qual essa etapa “permita a superação da contradição entre o homem e o trabalho pela tomada da consciência teórica e prática do trabalho como constituinte da essência humana para todos e cada um dos homens” (2008a, p. 234).

A superação da contradição entre capital e trabalho completa-se com a mudança na estrutura social, na qual o trabalho também supera a alienação e se afirma em sua dimensão histórica e ontológica (SAVIANI, 2007b). A compreensão de que essa estrutura é constituída

---

<sup>52</sup> O autor explica que o conceito de politecnicidade, central na concepção socialista de educação, refere-se a união entre escola e trabalho, entre instrução intelectual e trabalho produtivo. Com base em Manacorda (2007), afirma também que educação tecnológica é uma expressão utilizada no mesmo sentido, porém tem sido apropriada pela concepção burguesa, enquanto a educação politécnica marca o posicionamento tradicional socialista. Para maior aprofundamento do tema, ver Saviani (2003), Manacorda (2007), Nosella (2007), Moura, Lima Filho e Silva (2015), Maciel (2018).

na processualidade histórica, em suas contradições, configura a perspectiva de uma educação dos sujeitos para a percepção do atual cenário e assim contribui para a construção das condições para sua emancipação. Sendo assim, pode-se afirmar que esse é um objetivo da educação em geral, ainda que nela seja destacada uma aproximação com a formação para o mercado (MACIEL, 2018). Conforme Maciel,

somente a educação integral, por seus objetivos formacionais, pode almejar ao desenvolvimento das capacidades humanas em suas múltiplas dimensões, quer sejam cognitivas e físicas, quer sejam sensíveis ou sociais, processo fundamental para se caminhar em direção à omnilateralidade e à emancipação (MACIEL, 2018, p. 99-100).

Nesse sentido, é fundamental compreender a realidade objetiva e seus aspectos subjetivos, relacionados à disputa entre as classes sociais, para construir uma educação na perspectiva contra-hegemônica (MÉSZÁROS, 2008). “É necessário e possível resgatar o compromisso com a educação da classe trabalhadora, promover a contrainteriorização do projeto burguês, a desalienação, investir na formação de consciência crítica nos cursos de formação docente e nas lutas sociais” (SHIROMA e EVANGELISTA, 2015, p. 107).

Ainda que em situação hegemônica, a perspectiva burguesa de educação encontra focos de resistência à sua dominação. Visto que a universalidade do processo educacional se constitui por meio de particularidades, nestas se encontram transgressões ao objetivo mercantil, como formas de resistência e superação da alienação. Isso também se evidencia entre os docentes, ainda que a sua formação e atuação se dê em uma condição alienante, pois o sujeito vive a contradição e não se submete totalmente a esse regime (ECHALAR, PEIXOTO e CARVALHO, 2015).

A compreensão da essência da relação entre educação e tecnologia, para além do imediato, é ponto imprescindível para o avanço proposto. Analisar criticamente a relação em questão implica em perceber que a prioridade dada ao saber prático reforça a abordagem instrumental da tecnologia, como se esta fosse neutra e desvinculada das relações sociais concretas (PEIXOTO, 2016). A partir da compreensão de que a luta de classes é materializada nas forças produtivas, das quais a tecnologia faz parte, é possível avançar rumo à emancipação.

A educação tem um importante papel em oportunizar o acesso a um referencial teórico que fundamente a emancipação para a superação do imediato empírico. Ela deve contribuir para a superação da fragmentação do conhecimento, de forma a propiciar melhores condições de sua apropriação pelos sujeitos, da compreensão de sua lógica e contradições além da

instrumentalidade (DUARTE, 2008). Nesse sentido, o conhecimento relacionado à ciência e à tecnologia, se apropriado pelos sujeitos possibilita-lhes compreender sua lógica e implicações, que são instrumentos fundamentais para a transformação da realidade.

Em síntese, a lacuna teórica presente na produção acadêmica do ensino de Ciências da Natureza reflete os múltiplos determinantes das condições estruturais nas quais ela se constitui. Ela também colabora para a manutenção de uma formação alienada. A abordagem epistemológica da ciência e da tecnologia, enquanto exemplos desses fatores determinantes, é uma contribuição para uma outra possibilidade de desenvolvimento da área, fundamentada no princípio de formação emancipadora por meio da compreensão dialética da realidade. Nesse sentido, os processos educacionais devem ser orientados por uma teoria que se alinhe a essa visão de mundo, como a pedagogia histórico-crítica. O movimento de construção dessa possibilidade é apresentado na próxima seção.

### **3.3 A relação entre ciência e tecnologia no ensino de Ciências: possibilidades para a emancipação**

Na era do capital, a ciência e a tecnologia vinculam-se singularmente ao sistema produtivo. A exploração da natureza em busca de novos materiais e novas propriedades se dá para a satisfação das necessidades socialmente produzidas. A ciência não apresenta um valor em si, mas no que ela pode oferecer ao capital. Compreender a relação entre esses elementos é uma forma de entender o desenvolvimento das forças produtivas constituídas a partir da divisão social de classes característica de cada momento histórico (MARX e ENGELS, 2007). Segundo Marx e Engels, a grande indústria

[s]ubsumiu a ciência natural ao capital e tomou da divisão do trabalho a sua última aparência de naturalidade. Destruiu, em geral, a naturalidade, na medida em que isso é possível no interior do trabalho, e dissolveu todas as relações naturais em relações monetárias (MARX e ENGELS, 2007, p. 60).

Nesse sentido, as forças produtivas do próprio trabalho, como a ciência e a tecnologia, “não enriquecem o trabalhador, mas o *capital*; em consequência, só ampliam o poder que domina o trabalho; só multiplicam a força produtiva do capital” (MARX, 2011a, p. 241, grifo do autor). É pertinente lembrar que essa sujeição ao capital é o próprio interesse da classe dominante em manter a situação de alienação do trabalhador, que acessa o conhecimento de forma fragmentada e desarticulada da totalidade.

Como produtos do trabalho no modo de produção capitalista, a ciência e a tecnologia são convertidas em mercadorias, manifestando uma contradição na relação do trabalhador com esses produtos. Ele não tem consciência, mas lida com a ciência em sua forma objetivada na tecnologia, ainda que lhe pareça um elemento estranho, como se o poder de produção emanasse da própria máquina.

A aplicação tecnológica das ciências naturais (e do trabalho científico em geral) deveria fazer com que o tempo de trabalho fosse reduzido, pois essa articulação aumenta a eficiência da produção. Ainda assim, o capitalista se apropria do tempo excedente do trabalhador (MARX, 2011a).

Como, portanto, considerada em si mesma, a maquinaria encurta o tempo de trabalho, ao passo que, utilizada de modo capitalista, ela aumenta a jornada de trabalho; como, por si mesma, ela facilita o trabalho, ao passo que, utilizada de modo capitalista, ela aumenta sua intensidade; como, por si mesma, ela é uma vitória do homem sobre as forças da natureza, ao passo que, utilizada de modo capitalista, ela subjuga o homem por intermédio das forças da natureza; como, por si mesma, ela aumenta a riqueza do produtor, ao passo que, utilizada de modo capitalista, ela o empobrece (MARX, 2011c, p. 513).

Ainda que ferramentas e máquinas sejam historicamente modificadas, como produtos decorrentes de contínuas objetivações do trabalho, a essência da relação entre elas e o trabalhador se mantém – ele lida com a objetivação, porém não se apropria de sua lógica. As operações antes realizadas com ferramentas mais simples, como no sistema de manufatura, contavam com a força do trabalho manual do operador. Na era industrial, a tecnologia avança no sentido de, a partir de uma determinada força motriz (humana ou artificial), possibilitar a geração do máximo de produtos, sendo que para isso se apropria das contribuições da ciência. Como a força humana é limitada, o capitalista investe em maior automatização das máquinas, para livrar-se “dos limites orgânicos” e aprimorar o sistema produtivo (MARX, 2011a, 2011c).

O percurso lógico e histórico demonstra um processo crescente de atribuição de importância da tecnologia no processo produtivo, culminando com a centralidade dada pelo capital à tecnologia como responsável pela eficiência da produção. Em que pese o fato de que a tecnologia é um campo de atividade em si e não somente uma aplicação da ciência (FEENBERG, 2015), ela é um produto do trabalho e, sendo assim, não pode ser analisada de forma dissociada em relação ao sujeito que a produz e às condições estruturais que a determinam. Essa centralidade expressa o rumo ditado pelas forças econômicas capitalistas,

que objetivam na tecnologia a sua demanda por inovações e colocam a atividade científica a serviço dessa produção (ROSENBERG, 2006).

Na modernidade, há uma valorização do sujeito que cria a máquina, personificado no cientista, como se essa fosse uma produção individual e neutra. Ainda assim, é uma valorização efêmera, pois o que importa ao capitalista é a aplicação comercial ou industrial do produto do trabalho intelectual. Da mesma maneira a ciência é apropriada pelo capitalista sem que ele necessariamente invista capital direto na esfera da produção do conhecimento científico. Em contrapartida, o trabalhador, como aquele que lida objetivamente com a máquina, tem a sua atuação pouco valorizada, sendo tratado como mais uma peça na engrenagem produtiva (MARX, 2011c).

A atividade do trabalhador, limitada a uma mera abstração da atividade, é determinada e regulada em todos os aspectos pelo movimento da maquinaria, e não o inverso. A ciência, que força os membros inanimados da maquinaria a agirem adequadamente como autômatos por sua construção, não existe na consciência do trabalhador, mas atua sobre ele por meio da máquina como poder estranho, como poder da própria máquina (MARX, 2011a, p. 581).

O trabalhador que produz e opera equipamentos sofisticados, aparentemente valorizado como especializado e refinado, é ainda mais explorado e expropriado do valor de seu trabalho, pois há uma valorização do trabalho imaterial nele contido. Este trabalho se apresenta objetivado na tecnologia.

A habilidade detalhista do operador de máquinas individual, esvaziado, desaparece como coisa diminuta e secundária perante a ciência, perante as enormes potências da natureza e do trabalho social massivo que estão incorporadas no sistema da maquinaria e constituem, com este último, o poder do “patrão” (MARX, 2011c, p. 495).

O foco em cientistas como intelectuais desinteressados no conhecimento oculta fatores determinantes da sua atividade intelectual, que é direcionada ou absorvida para a solução de demandas do mercado, fortalecendo o viés instrumental e submetendo-os ao poder do capital. Os sujeitos envolvidos na produção científica e tecnológica – podendo ser alienados das determinações e dos condicionamentos sociohistóricos de sua formação e trabalho – orientam-se, prioritariamente, pelos imperativos do capital. “A realização da muito necessária separação entre a ciência e as determinações capitalistas destrutivas só é concebível se a sociedade como um todo escapar da órbita do capital e estabelecer um novo campo – com princípios de orientação diferentes” (MÉSZÁROS, 2014, p. 267).

No entanto, dada a estreita relação que se constitui entre a atividade científica e o uso de seus produtos no desenvolvimento tecnológico, o investimento de capital nela tem se dado justamente para direcionar as pesquisas às demandas econômicas. O sujeito que produz ciência e tecnologia fica assim, submetido ao interesse econômico de seus produtos. A incorporação da ciência na tecnologia almeja principalmente reduzir os custos de produção e aumentar a eficiência das máquinas, o que demonstra a atual configuração social e a forma pela qual o homem se relaciona com a natureza (ROSENBERG, 2006).

Nesse sentido, a ciência é colocada em uma perspectiva burguesa, orientada pela ideologia que alicerça as relações capitalistas, em prol da eficiência e maior acumulação de capital. “Por isso, a ciência burguesa percebe os problemas concretos, como o da desigualdade nos diferentes âmbitos humano-sociais, que é inerente à forma social capitalista, como mera disfunção e acaba sempre atacando, de forma localizada, as consequências, e não as determinações” (FRIGOTTO, 2016a, p. 50). Não é possível consolidar uma atividade científica que favoreça a constituição do ser genérico enquanto ela servir a propósitos alienados, sendo que essa possibilidade de mudança não se limita ao meio acadêmico, mas sim a uma mudança estrutural da sociedade.

É pertinente explicitar o papel dos sujeitos envolvidos no sistema produtivo: o de criar instrumentos tecnológicos e o de operá-los. Ao que se observa, esses papéis são ocupados por diferentes grupos, que podem ser distinguidos pelo tipo de acesso que têm ao conhecimento científico requerido para tais atividades, refletindo a divisão social de classes. A ciência, em sua constituição de conhecimento acumulado, é acessada em suas formas mais elaboradas por uma classe elitizada, da qual “emergem cientistas” que expressam em sua produção os interesses dessa classe dominante – produzir meios para a continuidade da dominação do capital. Aos que são reservados o papel operacional, a classe trabalhadora, não é possibilitado o amplo acesso à ciência e tecnologia. Essa classe é induzida a naturalizar sua condição alienada e reconhecer suas competências manuais e intelectuais como inferiores àquelas dos cientistas.

Na construção deste cenário alienante, apresentam-se elementos multiformes do capitalismo que refletem a atual estrutura social, na qual há uma evidente intensificação dos processos informacionais digitais que conservam a essência da relação de exploração do trabalho. A terceirização dos serviços, a informalidade e a flexibilidade são manifestações dessa exploração, às quais a ciência e a tecnologia têm sido submetidas para ampliar as novas formas de extração de mais-valor do trabalho, tanto material quanto imaterial (ANTUNES, 2018).

Ao desdobrar essa questão para a educação, é possível compreender porque o seu mecanismo formativo é tomado como base do projeto burguês de perpetuação do capital. Ainda que sejam modificados tais mecanismos, a essência ontológica se mantém, qual seja: universalizar uma proposta de educação que, na verdade, perpetua a parcialidade de interesses da classe dominante. Esse fato se relaciona à parcialidade que o capital representa em relação à universalidade do trabalho, ou seja, vive-se no cenário de dominação em que o capital apresenta o trabalho alienado como universal. No entanto, trata-se de uma parcialidade na qual é ocultada o viés de dominação (MÉSZÁROS, 2005; ANTUNES, 2012).

A imbricação entre ciência e sistema produtivo demonstra a subsunção do trabalho imaterial ao trabalho destinado à produção de mercadorias, fato que se evidencia igualmente no trabalho docente. Essa colocação se apresenta no sentido de que o trabalho docente também apresenta um produto imaterial que tem sido tratado como mercadoria, visto que o professor vende sua força de trabalho e o produto deste rende mais-valor. Os trabalhadores da educação são impelidos a incorporar as objetivações do trabalho, como a tecnologia, sem a apropriação do trabalho imaterial nela contido.

Antunes (2018) afirma que o trabalho imaterial tem ganhado destaque na conformação do valor final dos produtos do trabalho, a exemplo do conhecimento científico objetivado nos objetos tecnológicos. A produção desse trabalho imaterial, como integrante fundamental da mercadoria, é desenvolvida por uma parcela mais qualificada da classe trabalhadora. Trata-se de uma expropriação do intelecto do trabalho, em que a subjetividade de sua produção é subjugada ao interesse do capital, distanciando o trabalhador dos produtos de sua atividade.

Ao transpor esse pensamento para os processos educacionais, evidencia-se a contradição existente entre a sua desvalorização e a crescente incorporação do conhecimento em mercadorias. Enquanto relacionada a processos que geram o conhecimento, como a ciência e seu produto imaterial, a educação é requerida para a ampliação dos sistemas produtivos, porém na parcialidade que atende ao capital. Nesse sentido, a educação é tratada como uma mercadoria, consumida pela elite para desenvolver o sistema produtivo. Mas ela também é um processo a serviço da produção de consumidores, com o mínimo conhecimento que seja suficiente para gerar a demanda de consumo. O objeto e a sua forma de consumo são produzidos objetivamente e subjetivamente, assim como os consumidores (MARX, 2011a).

Juntamente com a gradação hierárquica, surge a simples separação dos trabalhadores em qualificados e não qualificados. [...] A desvalorização relativa da força de trabalho, decorrente da eliminação ou redução dos custos de aprendizagem, implica imediatamente uma maior valorização do capital, pois tudo o que encurta o tempo de

trabalho necessário para a reprodução da força de trabalho estende, ao mesmo tempo, os domínios do mais-trabalho (MARX, 2011c, p. 424).

Na sociedade dividida em classes, o interesse no aumento da produção e acúmulo de capital é colocado pela classe dominante como uma demanda de todos e que a todos beneficia, ainda que para isso explore a classe trabalhadora. A elite converte o seu interesse parcial em universal, embora entre eles haja uma contradição insolúvel. A parcialidade não atende múltiplos interesses, no sentido de formação do ser genérico, mas à continuidade do domínio do capital (MÉSZÁROS, 2016).

A partir da história do ensino de Ciências no Brasil, pudemos observar que permanece nessa área o objetivo de formar cientistas, o que é proporcionado a uma ínfima parcela da população, enquanto a maioria acessa apenas fragmentos superficiais e, por vezes, imprecisos, do conhecimento científico. Um dos elementos constituintes desse cenário é a ênfase na reprodução de metodologias de ensino, limitadas aos aspectos práticos, em detrimento de uma formação epistemológica e articulada ao contexto. Essa abordagem oculta as potencialidades da área, cujas finalidades têm sido colocadas prioritariamente a serviço do desenvolvimento tecnológico e não para a formação do gênero humano (MARX, 2011c).

O ensino da área das Ciências da Natureza contribui para que ciência, tratada como força produtiva, seja objetivada na tecnologia, promovendo maior acúmulo de trabalho imaterial. De forma concomitante, é imposto à área a necessidade de incorporação da tecnologia às práticas pedagógicas, pois a sua produção e uso são naturalizadas como uma demanda da sociedade contemporânea, o que contribui para a continuidade das relações de produção e consumo capitalistas. Esse fundamento explica o predomínio da racionalidade instrumental no tratamento do uso de tecnologias para o ensino de Ciências – racionalidade esta que não se origina no ensino, mas nele reflete a forma como a estrutura social, orientada pelo capital, aborda a ciência e a tecnologia.

Ao tratar o ensino a partir de uma visão do aparente, voltado para atender demandas mercadológicas, o *corpus* da presente pesquisa expressa a continuidade do projeto burguês de educação, no sentido de que o que é considerado satisfatório é a inserção dos sujeitos na cadeia produtiva, não a sua apropriação do conhecimento.

Marx (2017) afirma que a ampliação de uma educação popular, que permita recrutar uma classe antes excluída, é uma demanda do capital para aumentar a concorrência, o que leva a uma desvalorização da força de trabalho e conseqüentemente diminuição dos custos de produção. Explica ainda que as ciências naturais muito contribuíram para esse quadro, pois a aplicação de seu conhecimento proporcionou significativo desenvolvimento nos setores

agrícola e industrial. O capital se apropriou do conhecimento científico, enquanto o desenvolvimento intelectual foi negado à classe trabalhadora.

Tal consideração permite compreender que as diferentes formas de apropriação do conhecimento independem dos propósitos iniciais de sua criação, pois elas estão concretamente articuladas aos objetivos da classe que o domina. A classe dominante direciona o uso desse conhecimento às finalidades produtivas ao converter a ciência em potência material na produção, objetivada na tecnologia, promovendo o aumento das taxas de acumulação às custas da exploração do trabalhador. A partir dessa ação, fundamentada na ideologia liberal, há aumento da miséria e da exclusão social (SAVIANI, 2008a).

A ciência e a tecnologia, em sua aparente neutralidade, são obstáculos à emancipação dos sujeitos. Como tem sido discutido, uma formação emancipatória nega o projeto burguês e defende uma perspectiva contra-hegemônica de educação, de ciência e tecnologia que possam contribuir para a construção de uma nova ordem social.

A ciência, ao expressar as condições concretas do contexto em que se encontra, é também um recurso utilizado para a dominação ideológica. Embora se apresente como um retrato da realidade, não se pode desconsiderar que ela é uma construção do pensamento a partir da realidade, organizada em categorias lógicas, mas que não consegue apreender a complexidade da totalidade. A construção lógica é um processo orientado ideologicamente, sendo então impossível admitir que a ciência seja neutra.

A ideologia, enquanto manifestação de consciência social, reflete a estrutura da sociedade de classes, em que os interesses conflitantes se manifestam nos processos materiais que constituem o metabolismo social. Assim, a classe dominante se encontra em uma posição privilegiada de imposição ideológica, que favorece a continuidade de sua dominação, rejeitando qualquer perspectiva de construção contra-hegemônica. A ciência, em sua pretensa neutralidade e objetividade, na verdade é submetida ao controle ideológico, de forma a legitimar a sua associação com a tecnologia para aprimorar o sistema produtivo (MÉSZÁROS, 2014).

Assim, admitir a ciência, em especial as Ciências da Natureza, como um pensamento hegemônico e neutro é uma forma de ocultar as contradições presentes na constituição do conhecimento. A adoção de metodologias para a mera reprodução do conhecimento da área, como se ela fosse evidente por si mesma, evita questionamentos sobre o seu conteúdo e os interesses de classes sociais nela imbricados. Esse quadro, pretensamente neutro, distancia os sujeitos do pensamento crítico e do questionamento sobre a realidade da estrutura social. Nesse sentido, o discurso de neutralidade é disfarce para a dominação (MÉSZÁROS, 2014).

O uso de tecnologias no ensino de Ciências também é apresentado com o discurso de neutralidade dos objetos técnicos, em uma perspectiva instrumental que se alinha ao sentido atribuído para a relação entre ciência e tecnologia com os sistemas produtivos. O *corpus* desta pesquisa indicou em geral a adoção da tecnologia como um instrumento a ser utilizado para a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem, como se as práticas pedagógicas pudessem ser reproduzidas a fim de se obter resultados positivos, independente das particularidades de cada contexto. Desse modo, se os objetos são neutros e dotados dessa suposta finalidade em uma perspectiva generalizada, a responsabilidade da obtenção de resultados recai sobre os sujeitos envolvidos.

O uso educacional de tecnologias pode ser compreendido como uma ação determinada ideologicamente, com sua orientação política ocultada pelo discurso de melhorias no ensino e de adequação da educação às demandas contemporâneas, cujos valores são negociáveis e moldáveis de acordo com os interesses do capital. O alheamento da discussão política da tecnologia, que é imposto à classe trabalhadora, dificulta a compreensão da desigualdade entre aqueles que criam e aqueles que usam a tecnologia. O enfoque da tecnologia educacional restrito ao uso e suas potencialidades, desconsiderando a influência das condições contextuais, também contribui para esta alienação (SELWYN, 2014).

Nesse sentido, a ideologia dominante, objetivada na tecnologia, ao distanciar os objetos de seus elementos teóricos, oculta neles o seu viés de dominação. No âmbito educacional, a tecnologia seria usada para inverter os mecanismos social e economicamente excludentes, dando a entender que o seu uso é a solução para os problemas de ensino e aprendizagem, mascarando as contradições inerentes a essa inserção. Essa ideologia é um dos fatores estruturais da sociedade, que na atualidade se associa ao neoliberalismo, em que o interesse parcial é naturalizado e imposto à coletividade (SELWYN, 2014).

Pinto (2005) defende o acesso da massa trabalhadora ao processo constitutivo da tecnologia e não apenas ao seu produto, o que seria possível a partir de mudanças no sistema educacional para formar os sujeitos aptos a exercer funções além das operacionais, que sejam parte também do processo de produção da tecnologia. “A tecnologia é uma ideologia, mas nada tem de contemplativa, não corresponde ao produto imaginário de um pensamento desligado da realidade, e sim enraíza a sua verdade na prática da existência de quem a concebe” (PINTO, 2005, p. 322). Nesse sentido, a classe trabalhadora poderia se ver representada no produto de seu trabalho – que no caso da tecnologia é material e imaterial em seus elementos multiformes (ANTUNES, 2018) –, como uma construção coletiva e construir o caminho para a emancipação.

Uma discussão sobre a tecnologia não pode ser realizada fora de sua dimensão política, visto que nela se constituem os fatores decisórios acerca de suas finalidades, orientadas pelas demandas sociais e econômicas, visão esta que se coloca como um avanço em relação ao determinismo. A história das transformações tecnológicas revela os interesses da classe dominante; embora admitidas como uma produção da coletividade, as tecnologias são produzidas às custas da classe trabalhadora. Olhar apenas para a sua instrumentalidade não possibilita essa visão, pois nela não se aprofunda a compreensão de seu real significado e impacto social. Assim, a materialidade dos usos reflete parcialmente a sua essência (WINNER, 1980).

Afinal, o que a tecnologia moderna torna possível ou necessário na vida política? [...] Argumentos para o efeito de que as tecnologias são de algum modo inerentemente políticas têm avançado em uma grande variedade de contextos [...]. Na minha leitura de tais noções, contudo, existem duas maneiras básicas de ver o caso. Uma versão afirma que um dado sistema técnico atualmente requer a criação e manutenção de um conjunto particular de condições sociais como ambiente operacional daquele sistema. Nessa concepção, alguns tipos de tecnologia requerem que o seu sistema social seja estruturado de uma forma particular no mesmo sentido que um automóvel requer rodas para funcionar. A coisa não poderia existir como uma entidade operacional eficaz a menos que certas condições sociais e materiais fossem atendidas. [...] A segunda versão do argumento, um pouco mais fraca, defende que um dado tipo de tecnologia é fortemente *compatível com*, mas não exige estritamente relações sociais e políticas de uma determinada faixa (WINNER, 1980, p. 130, grifo do autor, tradução nossa).

Uma ruptura da visão apolítica e descontextualizada da tecnologia é possível com a transformação da compreensão da realidade social como um todo, em que os processos educacionais não estejam desvinculados do contexto em que se inserem. A superação dessa visão alienada depende de uma transformação ontológica radical na estrutura social, de modo que se avance em direção ao desenvolvimento do gênero humano (MÉSZÁROS, 2016). Ao invés de uma proposta de ensino que continue a corroborar a lógica vigente, faz-se pertinente a construção de uma abordagem que proporcione o devido conhecimento para a compreensão do cenário social, questionando-o para produzir a sua transformação.

A pedagogia histórico-crítica é um referencial teórico que contempla dimensões relevantes para a transformação que aqui se propõe para os processos de ensino de Ciências da Natureza. Ao tratar a educação como um processo inerente à formação humana, essa pedagogia pressupõe que isso se fundamenta nas dimensões política e histórico-social, com a compreensão de que não há neutralidade na objetividade do saber. É papel da educação escolar afirmar o seu compromisso político e contribuir para a formação humana (SAVIANI, 2013b).

Como uma parte da educação, o ensino se relaciona com o conhecimento científico em suas formas mais elaboradas, o que demanda da escola a tarefa de viabilizar condições de sua transmissão e assimilação. No entanto, não basta somente que o aluno assimile o conteúdo, mas sim que ele apreenda o seu processo de produção e suas tendências de transformação, de maneira que se constituam relações entre o conhecimento e a realidade. Isso só é possível em uma perspectiva histórica, social e crítica (SAVIANI, 2013b).

Com base no método materialista histórico-dialético adotado e nos seus princípios como fundamentos da pedagogia histórico-crítica (DUARTE, 2015; LOMBARDI e SAVIANI, 2005; LOMBARDI, 2011, 2018; MARX, 2008, 2011a, 2011c; MARX e ENGELS, 2007; SAVIANI, 2008a, 2012a, 2012c, 2013b), são apresentadas aqui algumas contribuições desse referencial ao ensino de Ciências da Natureza. Essas considerações se baseiam em aspectos encontrados no *corpus* da presente pesquisa e na constituição da área, discutidos no decorrer deste trabalho.

Ao considerar a importância da compreensão da estrutura lógica do conteúdo por aqueles que o acessam, faz sentido pautar o ensino no mesmo caminho que se percorre para construir o conhecimento. Visto que isso se realiza a partir do olhar para a realidade concreta, mediado por categorias lógicas elaboradas no plano do pensamento, o ensino também deve partir da realidade e então avançar para uma compreensão mais elaborada dos fenômenos. Tomando como ponto de partida a prática social, o ensino pode cumprir o papel de socialização do conhecimento, possibilitando aos sujeitos a apropriação do conhecimento teórico, constituído por construções lógicas, que lhes possibilitam outras explicações da realidade. O acesso ao conhecimento pelo conjunto da sociedade é condição necessária para a superação da educação burguesa.

A realidade como ponto de partida para o ensino demanda sua apreensão além do aparente. Assim como a educação, o ensino não pode ser desvinculado das condições estruturais da sociedade, pois ele produz e também reflete o conflito de interesses das classes sociais, servindo como instrumento para a continuidade de exploração da classe trabalhadora. Ao avançar na apreensão da essência das relações sociais e possibilitar isso ao proletariado, constrói-se a possibilidade de emancipação e subversão da ordem vigente. Ao proporcionar a compreensão da condição estrutural, compreende-se que a ciência natural é uma parte importante desse contexto. E o ensino dessa área pode contribuir na melhor apreensão da realidade, em especial a relação entre o homem e a natureza.

O ensino de Ciências focado principalmente nos aspectos prático-metodológicos não contribui para a emancipação humana. Ao admitir a ciência e a tecnologia, elementos

fundamentais do referido ensino, como produtos do trabalho, é preciso admitir também que elas se relacionam diretamente com a formação humana. Sendo assim, indica-se que ciência, tecnologia e educação devem ser tratadas de forma a considerar a sua dimensão histórica, social e política. É na compreensão da relação entre eles, em variadas dimensões, que há possibilidade da construção das condições de superação da alienação.

Ao problematizar o alcance da pedagogia histórico-crítica e sua proposta de superação da sociedade capitalista, por meio da socialização das formas mais elaboradas do conhecimento, Duarte (2013) explica que, o fato da classe dominante tanto se ocupar em desapropriar o conhecimento da escola, mostra a medida de seu potencial transformador. Se o ambiente escolar está sendo utilizado como um espaço privilegiado para a implementação do projeto alienante burguês, ele também serve para a construção de um projeto emancipatório.

Uma importante perspectiva do ensino de Ciências é a compreensão de seu conteúdo e sua constituição pautados na historicidade, associada ao contexto, não o tratando como uma reprodução experimental, tal qual ocorre nas áreas específicas. O ensino é um produto histórico que parte da realidade concreta e a produz, como uma particularidade em meio a totalidade. É uma possibilidade de conhecimento sintético da realidade, que se constrói no movimento dialético da sociedade. Para tal ação, é imprescindível um referencial teórico e metodológico que considere tal relevância.

A abordagem do ensino na perspectiva da historicidade revela as contradições existentes na constituição do conhecimento em questão, produzido por sujeitos concretos. “Portanto, o ensino das ciências naturais tem que apreender os determinantes histórico-culturais da ciência e as perspectivas do desenvolvimento histórico-social da humanidade” (GERALDO, 2014, p. 69). Tal propósito colabora para a superação da perspectiva abstrata e a-histórica do conhecimento, herdada do positivismo e que serve ao projeto burguês.

Com efeito, entendo que o viés positivista, vinculando a objetividade à neutralidade e descartando a universalidade do saber, vincula-se ao processo de desistoricização que caracteriza essa concepção. A historicização, pois, em lugar de negar a objetividade e a universalidade do saber, é a forma de resgatá-las (SAVIANI, 2013b, p. 50-51).

Uma importante consideração refere-se à necessária articulação entre os processos de generalização, tal qual ocorre na formulação de leis sobre os fenômenos naturais, e os de particularização no ensino, pois tratam-se de processos de naturezas distintas. No primeiro, há busca por formulações que explicam a generalidade dos fenômenos, com a elaboração de um enunciado que os contemple amplamente – é preciso “ajustar” os fenômenos em uma

formalidade. No ensino de Ciências é tratada uma particularidade do conhecimento, em uma singular relação com o sujeito que o acessa não em sua processualidade, mas o resultado do processo de generalização. Assim, não se pode tratar o ensino como uma generalização, pois ele demanda a consideração de suas especificidades contextuais e de seu movimento. Conforme observa Saviani,

o cientista tem uma perspectiva diferente da do professor em relação ao conteúdo. Enquanto o cientista está interessado em fazer avançar a sua área do conhecimento, em fazer progredir a ciência, o professor está mais interessado em fazer progredir o aluno. O professor vê o conhecimento como um meio para o crescimento do aluno, ao passo que para o cientista o conhecimento é um fim; trata-se de descobrir novos conhecimentos na sua área de atuação. [...] Daí surge o problema da transformação do saber elaborado em saber escolar (SAVIANI, 2013b, p. 65).

O ensino de Ciências necessita ser considerado em sua articulação com a totalidade do conhecimento, constituído por múltiplas relações e determinações. No pensamento hegemônico, essa particularidade é tratada como se fosse a universalidade, o que reafirma o projeto burguês. Considerando que os objetivos de ensino da referida área se alinham ao da educação em geral, de socialização do conhecimento historicamente acumulado, Geraldo (2014) ressalta que esse conhecimento é base do processo produtivo, sendo fundamental a sua apropriação para o exercício da cidadania.

Em uma perspectiva crítica, o ensino da área das Ciências da Natureza contribui para o processo de inserção social a partir da apropriação do conhecimento acessado pelo sujeito. A partir dessa apropriação, é possível que o sujeito sintetize, no pensamento, novas possibilidades de compreensão da realidade. A exemplo de elementos concretos associados a referida área do conhecimento, estão as questões de equilíbrio ambiental, mudanças climáticas, preservação de recursos naturais, saúde e desenvolvimento humano, entre outros (GERALDO, 2014). Esses elementos da prática social podem ser ressignificados pela mediação do conhecimento científico acessado na escola, o que leva a novas sínteses sobre a realidade.

A mencionada ressignificação é a superação do imediato presente no cotidiano, que não é passível de compreensão nos limites do aparente caótico (SANTOS, 2012). Isso implica na apreensão de conteúdos concretos, em suas múltiplas relações e mediados pelo abstrato, e não apenas de conteúdos empíricos, manifestados na aparência imediata (SAVIANI, 2013b).

Como aspecto nuclear que fundamenta as considerações explicitadas, destaca-se a necessária compreensão da realidade enquanto movimento, na qual aparência e essência se articulam e assim constituem o concreto. A superação do ensino pautado na visão formal da

realidade é possível por meio do pensamento teórico, pelo qual é possível apreender as relações essenciais que constituem o conteúdo abordado. Na necessária articulação entre teoria e prática se constroem possibilidades para avançar na formação humana.

Nesse sentido, reafirmamos que a necessária transformação do ensino de Ciências se fundamenta na modificação da compreensão da realidade e da estrutura social. A escola contribui para essa transformação à medida que possibilita aos sujeitos a apropriação do conhecimento historicamente acumulado, em sua construção coletiva, com um importante papel político para além da reprodução de conteúdo. Essa escola – política, com formação emancipadora e acessível a classe trabalhadora – é o objetivo que se pretende construir.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As relações entre ciência e tecnologia no ensino de Ciências, objeto de estudo da presente tese, foram analisadas a partir do método materialista histórico-dialético, com o intuito de compreendê-las em suas múltiplas determinações. A construção do objeto da pesquisa teve como ponto de partida a relação de submissão da ciência à tecnologia no modo de produção capitalista (MARX, 2011c; ROSENBERG, 2006) e a recorrente associação entre a tecnologia e a área das Ciências da Natureza. Admite-se, portanto, que as aproximações com as tecnologias devem ser analisadas em dois aspectos: como área do conhecimento e como recurso pedagógico em sua constituição recíproca.

Na contemporaneidade, a ciência e a tecnologia, como objetivações do trabalho, são produções oriundas da atividade alienada e subjugadas às demandas do capital. A ciência, em sua construção lógica do conhecimento fruto do trabalho imaterial, tem a sua produção condicionada à promoção do desenvolvimento tecnológico. A tecnologia, como trabalho material acumulado em objetos, é associada à eficiência dos processos produtivos, cujos produtos são tratados como mercadorias que alimentam as relações de consumo. Ambas, ciência e tecnologia, são elementos que expressam e alimentam a divisão social de classes, visto que o acesso é desigual entre a elite e os trabalhadores e demonstra o cerceamento dos últimos às produções humanas constituídas historicamente.

O foco no desenvolvimento científico e tecnológico articula ações em diversas áreas, entre elas a educação, cujo papel na formação humana se apresenta associado à lógica produtivista. O percurso histórico da educação no Brasil, em especial do ensino de Ciências, mostra que a sua construção foi alinhada ao referido propósito de desenvolvimento, refletindo a dualidade estrutural de classes – a elite com acesso ao ensino propedêutico, com mais conteúdo científico, enquanto aos trabalhadores é destinada uma formação superficial e direcionada ao mercado de trabalho. Esse projeto burguês se perpetua na atualidade, ainda que tenha sido reconfigurado ao longo da história, mas mantido como essência o atendimento às demandas de acumulação de capital e expropriação dos produtos do trabalho.

A tese defendida na presente pesquisa, de que no ensino de Ciências encontram-se objetivações da submissão da ciência à tecnologia, evidencia que a constituição desse cenário se estende no percurso histórico da educação brasileira. Essas objetivações são diversificadas, a exemplo dos documentos norteadores das políticas educacionais brasileiras e da produção acadêmica. A suposta neutralidade na formação de cientistas que permeia esses elementos

fundamenta o quadro de submissão, pois corrobora o discurso de manutenção das condições sociais vigentes.

As reformas educacionais em curso no Brasil, a serviço de uma radicalização do neoliberalismo, reforçam o utilitarismo no ensino de Ciências ao endossar uma educação científica e tecnológica que cumpra o papel de formar sujeitos para atuar de forma flexível, fato que corresponde às demandas empresariais de organismos internacionais. Seus documentos norteadores apresentam diretrizes educacionais para uma formação aligeirada e mercadológica, com ênfase na prática desarticulada da teoria, limitada aos aspectos formais e de viés tecnicista. Além disso, submete a qualidade do processo educacional aos padrões internacionais mensurados por avaliações em larga escala, o que desconsidera as especificidades contextuais e direciona o trabalho pedagógico ao atendimento de tais padrões.

A produção acadêmica analisada, uma singularidade representativa da totalidade, indica um recuo da teoria acerca das concepções de educação, ciência e tecnologia, não explicitando o referencial norteador para o tratamento de tais questões. Isso se relaciona à ênfase dada aos aspectos práticos e metodológicos na maior parte do *corpus*, que apresenta uma recorrente indicação de melhorias nos processos de ensino e aprendizagem mediados por tecnologias. Essas pesquisas se atêm à aparência do fenômeno estudado, faltando-lhes o aporte teórico que embasa a abstração e possibilita novas formulações da realidade concreta, o que as filia em maioria à lógica formal. As evidências de afiliação à lógica formal são encontradas tanto na concepção de educação, quanto de ciência e de tecnologia.

A ênfase dada à prática, em detrimento da teoria, reduz o foco ao atendimento de necessidades alienadas e imediatas, não buscando a essência da relação entre sujeito, conhecimento, ensino e seu contexto. A formação fragmentada é ocultada na proposta de ensino que supostamente colabora para a inserção social. Na realidade, essa formação identifica-se com a reprodução de conteúdos ao invés de proporcionar condições para a sua apropriação. Assim, os sujeitos são orientados para a inserção na cadeia produtiva, mas não para a mudança de sua condição enquanto classe. Tal ocultamento é uma estratégia importante de manutenção do cenário de exploração dos trabalhadores, reforçando a ideologia dominante.

Esse cenário mostra que as finalidades educativas de viés neoliberal se impõem ao ensino de Ciências, desviando-o de sua contribuição à formação humana. Ao não abordar as contradições inerentes à constituição e relação entre educação, ciência e tecnologia, no sentido de sua unidade dialética, pouco se relaciona o ensino ao seu contexto. Esse contexto é eventualmente tratado de forma pontual, não possibilitando a compreensão da sociedade

capitalista, das suas relações produtivas e desigualdades, o que dificulta a compreensão de seus aspectos constituintes estruturais.

No que se refere à ciência, a polarização se destaca na separação entre o sujeito e o objeto do conhecimento, a ciência e o saber cotidiano, o cientista e os demais sujeitos, o conhecimento em seu aspecto teórico e a prática, a ciência e as condições estruturais. Essa abordagem possibilita o mínimo acesso ao conhecimento historicamente acumulado, do qual o sujeito não se vê como parte e não encontra condições de se apropriar, o que perpetua a visão fragmentada desse conhecimento e também da sociedade. As objetivações desse tratamento da ciência podem ser exemplificadas na tecnociência e na alfabetização científica e tecnológica, cujos pressupostos sinalizam como demanda escolar a ampliação do acesso ao conhecimento científico, porém limitam sua compreensão ao atendimento dos propósitos de inserção dos sujeitos na cadeia produtiva.

O tratamento dado à tecnologia se fundamenta na racionalidade instrumental que está em curso na sociedade capitalista, ainda que as pesquisas do *corpus* não façam essa relação e nem discutam sua constituição enquanto produção social e coletiva, uma objetivação do trabalho intelectual que está submetida à lógica do capital. O uso pedagógico das tecnologias no ensino de Ciências, em maioria, corrobora o viés instrumental, submetendo os propósitos pedagógicos ao viés economicista e reproduzindo o discurso de que esse uso é responsável por melhorias no ensino e na aprendizagem. No entanto, ainda que a produção acadêmica afirme que a forma das práticas pedagógicas se modifique com a inserção de novos objetos, a presente análise enfatiza que a tecnologia não altera a essência de tais práticas e relações.

Ao não discutir as relações antagônicas de classes que permeiam o referido acesso, assim como suas dimensões política e econômica, o recorrente discurso de democratização se apresenta contraditório com as finalidades produtivas as quais a ciência e a tecnologia estão submetidas. Isso evidencia o reforço do discurso instrumental, com ênfase na dimensão técnica e na prática, com pouca problematização da relação entre sujeito e objeto.

A constituição da referida racionalidade instrumental perpassa pela construção sócio-histórica da ciência e da tecnologia. O percurso lógico e histórico da produção de conhecimento, da ciência e da tecnologia, em sua aproximação com a área das Ciências da Natureza, mostra que a produção de conhecimento ocorreu em variadas condições estruturais, que expressam as diferentes relações estabelecidas entre o homem e a natureza, assim como dele com seus pares. A base dessa produção é o trabalho, cujo produto se relaciona aos interesses antagônicos de classe, e que foi submetido às demandas econômicas. Eis que essa compreensão é uma importante contribuição do percurso realizado. Pois é recorrente a

apresentação da história do conhecimento desarticulada do seu contexto, como se este fosse autônomo em relação às condições objetivas, tampouco se pensa as implicações econômicas de suas finalidades.

As diferentes maneiras de produzir conhecimento são associadas às relações estabelecidas entre o homem e a natureza, que foi admitida pelos gregos como fonte de saber, enquanto o homem medieval a submeteu a um criador divino. A partir da modernidade, período no qual se acentua a racionalidade e autonomia na investigação dos fenômenos, a natureza passa a ser vista como a fonte confiável de conhecimento, da qual o homem se apropria e transforma para atender demandas produtivas, ao mesmo tempo em que também se transforma. Desse modo, na contemporaneidade a exploração da natureza se destina principalmente à produção de mercadorias, processo este que atingiu grande escala com o desenvolvimento industrial.

Ainda que não exista período desprovido de técnica, é pertinente ressaltar a sua associação com a ciência, culminando na tecnologia presente na sociedade capitalista contemporânea. O conhecimento acumulado na área das Ciências da Natureza tem importante contribuição para o desenvolvimento industrial, aprimorando a produção de mercadorias. Em outras palavras, a ciência foi submetida à tecnologia para atender necessidades de acumulação e consumo. Nesse quadro, o trabalhador lida objetivamente com os produtos da ciência e da tecnologia, de forma superficialmente relacionada ao que lhe diz respeito na cadeia produtiva, mas pouco tem condições de se apropriar deles ou até mesmo consumi-los, enquanto a elite acessa esses produtos em sua forma mais elaboradas. Portanto, o acesso à ciência e à tecnologia expressa a divisão social de classes.

A apropriação dos produtos do trabalho, a exemplo da ciência e da tecnologia, é fundamental para a transformação das condições vigentes e construção do caminho para a emancipação, o que demanda um avanço de consciência das relações imediatas. A particular contribuição do ensino de Ciências para a emancipação está na possibilidade de superação da relação alienada que o homem estabelece com a natureza, não mais a compreendendo apenas como objeto a ser explorado para acúmulo de capital e para o desenvolvimento tecnológico, mas como meio do qual faz parte e a transforma para sua subsistência, assim como é por ela transformado. As objetivações do ensino, ainda que produzidas em condições alienadas, podem contribuir para a formação humana, com a construção da consciência e da individualidade para si.

Ao buscar os princípios que regem o objeto da pesquisa, o percurso mostra que a dicotomia entre teoria e prática, em sua constituição histórica, reflete-se no tratamento dado à

ciência e à tecnologia, pois estas não são abordadas na unidade entre teoria e prática. Para a ciência é enfatizado o seu aspecto teórico, enquanto na tecnologia é priorizada a sua utilidade prática, como se um aspecto fosse excludente do outro – essa separação é uma expressão da separação entre o trabalho imaterial e material. Isso dificulta a compreensão de sua essência, enquanto produtos históricos do trabalho, pois a fragmentação não possibilita a apreensão dos elementos da totalidade presentes nessas produções, o que alimenta a alienação e a continuidade de exploração do trabalho.

Em que pese a compreensão de que o cenário educacional reflete as condições estruturais da sociedade, o ensino tem o desafio de superar o empírico e colaborar para a construção de um novo modelo de sociedade. Os processos de ensino devem enfatizar o trabalho imaterial e proporcionar condições de apropriação do conhecimento científico acumulado. No entanto, estão colaborando para a reprodução das atuais relações produtivas baseadas na exploração do trabalho. A desconstrução da razão instrumental é a forma de recuperar a essência do trabalho enquanto atividade humana criativa e não alienada.

A transformação das condições estruturais, na contribuição que é pertinente à educação, requer a mudança do sentido mercadológico atribuído aos processos educacionais para a centralidade na formação humana no sentido do ser genérico. Enquanto instrumento de imposição da ideologia dominante, a educação escolar serve ao propósito de continuidade do cenário alienante – o que requer a construção de uma educação contra-hegemônica.

No ensino de Ciências da Natureza, enquanto área fundamental para a apreensão da realidade concreta, evidencia-se a ênfase na prática. Isso limita a compreensão ao imediato aparente, pouco articulando aspectos do conhecimento teórico que proporcionariam uma nova construção desse concreto. A racionalidade da práxis é admitida como uma possibilidade de resistência ao movimento de recuo da teoria que se apresenta, no sentido de construção da atividade transformadora, fundamentada na formação crítica e não limitada ao meio acadêmico, mas sim comprometida com uma mudança estrutural.

A submissão da ciência à tecnologia, em sua expressão particular no ensino de Ciências, apresenta-se no tratamento desses elementos como mercadorias, produzidas a partir da exploração do trabalhador em prol do aumento de eficiência da produtividade. Afirma-se, portanto, que é preciso negar essas finalidades alienadas atribuídas aos produtos do trabalho e construir a sua apropriação para a constituição do homem enquanto ser genérico.

O campo educacional apresenta-se como um *lócus* privilegiado para a construção da práxis, tendo em vista a possibilidade de mudanças no tratamento do conhecimento – a exemplo do que aqui se afirma para o ensino de Ciências. Sem desconsiderar que o contexto

alienante reflete-se no trabalho produzido, é pertinente destacar o homem enquanto ser histórico e, desse modo, capaz de produzir outras condições de vida.

Compartilhando a ideia de Orso: “não resta dúvida de que, para educar, é necessário se conhecer tanto a história como a sociedade para a qual educamos” (2017a, p. 136). O ensino de Ciências, se abordado em sua constituição histórica e fundamentado nas condições materiais da sociedade, contribui para a formação humana emancipadora e possibilita o avanço na superação da visão neutra e fragmentada do conhecimento. Ainda que a mudança na estrutura social não seja possível somente pela educação, tampouco ela ocorre sem alterações nos processos formativos.

À guisa de conclusão, a presente tese é apresentada como uma contribuição à necessária transformação do ensino de Ciências, visando colaborar para a construção das condições objetivas para a formação emancipadora e de uma sociedade mais igualitária. O percurso da pesquisa mostra que essa tarefa não termina aqui, mas sim se inicia, o que motiva a continuidade dos estudos sobre as relações entre ciência e tecnologia na referida área.

## REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de Filosofia**. 5. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

ABREU, Teo B.; FERNANDES, João Paulo; MARTINS, Isabel. Uma análise qualitativa e quantitativa da produção científica sobre CTS (ciência, tecnologia e sociedade) em periódicos da área de Ensino de Ciências no Brasil. **Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**. Florianópolis, 2009. Disponível em: <http://www.posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienpec/pdfs/852.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2018.

\_\_\_\_\_. Levantamento Sobre a Produção CTS no Brasil no Período de 1980-2008 no Campo de Ensino de Ciências. **Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 2, p. 3-32, 2013.

ALONSO, Katia M. Tecnologias da informação e comunicação e formação de professores: sobre rede e escolas. **Educação e Sociedade**, v. 29, n. 104, p. 747-768, 2008.

ANDERSON, Perry. **Passagens da Antiguidade ao Feudalismo**. 3. ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1991.

ANDERY, Maria Amália P. A. et al. **Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2014.

ANTUNES, Caio. **A educação em Mészáros: trabalho, alienação e emancipação**. Campinas: Autores Associados, 2012.

ANTUNES, Ricardo. **O caracol e sua concha: ensaios sobre a nova morfologia do trabalho**. São Paulo: Boitempo, 2005.

\_\_\_\_\_. **O privilégio da servidão: o novo proletariado de serviços na era digital**. São Paulo: Boitempo, 2018.

ARAÚJO, Cláudia Helena S. **Discursos pedagógicos sobre os usos do computador na educação escolar (1997-2007)**. 2008, 178f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2008.

\_\_\_\_\_. **Elementos constitutivos do trabalho pedagógico na docência online**. 2014, 168 f. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2014.

ARAÚJO, Cláudia Helena S.; PEIXOTO, Joana; ECHALAR, Adda Daniela L. F. O trabalho pedagógico na educação a distância: mediação como base analítica. **REVELLI**, v. 10, n. 3, p. 273-297, 2018.

AULER, Décio. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência e Ensino**, v. 1, 2007.

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.

AZEVEDO, Nathália Helena; SCARPA, Daniela L. Revisão Sistemática de Trabalhos sobre Concepções de Natureza da Ciência no Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 2, p. 579-619, 2017.

BARRETO, Raquel G. et al. As tecnologias da informação e da comunicação na formação de professores. **Revista Brasileira de Educação**, v. 11 n. 31, p. 31-42, 2006.

BERNAL, John Desmond. **Science In History**. Vol. 1. New York: Cameron Associates, 1954.

\_\_\_\_\_. **The Social Function of Science**. London: University of London, 1939.

BITTAR, Marisa; BITTAR, Mariluce. História da Educação no Brasil: a escola pública no processo de democratização da sociedade. **Acta Scientiarum**, v. 34, n. 2, p. 157-168, 2012.

BONILLA, Maria Helena S. Políticas públicas para inclusão digital nas escolas. **Motrivivência**, n. 34, p. 40-60, 2010.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica, 2018a. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 12 abr. 2019.

\_\_\_\_\_. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 5.692, de 11 de agosto de 1971**. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências. Brasília, DF, 1971.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. LDB: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. 7. ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017**. Altera as Leis nºs 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação [...] e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2017/lei-13415-16-fevereiro-2017-784336-publicacaooriginal-152003-pl.html>. Acesso em: 12 abr. 2019.

\_\_\_\_\_. **Orientações curriculares para o ensino médio – Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, v. 2, 2006.

\_\_\_\_\_. **Parâmetros curriculares nacionais:** introdução aos parâmetros curriculares nacionais. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.

\_\_\_\_\_. **Parâmetros curriculares nacionais:** Ciências Naturais. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC / SEF, 1998a.

\_\_\_\_\_. **Parâmetros curriculares nacionais:** terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998b.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 03, de 21 de novembro de 2018.** Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação, 2018b. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=102481-rceb003-18&category\\_slug=novembro-2018-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=102481-rceb003-18&category_slug=novembro-2018-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 12 abr. 2019.

BUENO, Denise Cristina; ECHALAR, Jhonny David. Políticas públicas para o uso das tecnologias na educação em Goiás: um resgate de memórias. In: ECHALAR, Adda Daniela L. F.; PEIXOTO, Joana; CARVALHO, Rose Mary A. (Orgs.). **Ecoss e repercussões dos processos formativos nas práticas docentes mediadas pelas tecnologias:** a visão de professores da rede pública da educação básica do estado de Goiás sobre os usos das tecnologias na educação. Goiânia: Kelps, 2015, p. 23-54.

CACHAPUZ, António et al. Do Estado da Arte da Pesquisa em Educação em Ciências: Linhas de Pesquisa e o Caso “Ciência-Tecnologia-Sociedade”. **Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 27-49, 2008.

CAMPONOGARA, Silviomar et al. Reflexões sobre o conceito de natureza: aportes teórico-filosóficos. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 18, p. 482-500, 2007.

CARDOSO, Miriam L. A ideologia persistente do desenvolvimento [Entrevista concedida a Silene de M. Freire e Mariela N. Becher]. **Em Pauta: Teoria Social e Realidade Contemporânea**, v. 11, n. 31, p. 207-214, 2013.

CARNEIRO, Maria Esperança F.; MESQUITA, Maria Cristina das G. D.; AFONSO, Lúcia Helena R. Os pressupostos da Teoria Social de Marx: um caminho possível. **Espacios**, v. 37, n. 34, p. 5, 2016.

CIAVATTA, Maria. A Crise do Capital e a Formação Integrada em Questão. In: FRIGOTTO, Gaudêncio; CIAVATTA, Maria; RAMOS, Marise (Coords.). **Seminário de Pesquisa:** crise da sociabilidade do capital e a produção do conhecimento. Rio de Janeiro: UFF, UERJ e EPJIV, 2013, p. 67-78.

CIOTOLA, Marcello. O pensamento autoritário de Francisco Campos. **Direito, Estado e Sociedade**, n. 37, p. 80-112, 2010.

COSTA, Valdelúcia A.; LEME, Erika S. Tecnologias na educação. Desafios à formação e à práxis. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 65, p. 135-148, 2014.

CUNHA, André Luiz A.; OLIVEIRA, Natalia C. de; MELO, Paulo S. Impacto das políticas educacionais nas práticas pedagógicas de professores de Ciências. In: LIBÂNEO, José Carlos; FREITAS, Raquel A. M. da M. (Orgs.) **Políticas educacionais neoliberais e escola pública: uma qualidade restrita de educação escolar**. 1. ed. Goiânia: Espaço Acadêmico, 2018, p. 203-227.

CUNHA, Luiz Antônio. **A Educação Brasileira na Primeira Onda Laica: do Império à República**. Rio de Janeiro: Edição do Autor, 2017.

CURY, Carlos Roberto J. Ensino religioso na escola pública: o retorno de uma polêmica recorrente. **Revista Brasileira de Educação**, n. 27, p. 183-191, 2004.

\_\_\_\_\_. A educação escolar no Brasil: o público e o privado. **Trabalho, Educação e Saúde**, v. 4, n. 1, p. 143-158, 2006.

\_\_\_\_\_. A educação escolar, a exclusão e seus destinatários. **Educação em Revista**, n. 48, p. 205-222, 2008a.

\_\_\_\_\_. Sistema nacional de educação: desafio para uma educação igualitária e federativa. **Educação e Sociedade**, v. 29, n. 105, p. 1187-1209, 2008b.

DENTZ, Volmir V.; TRUCCOLO, F. Mapeamento de pesquisas (teses e dissertações) sobre o Ensino de Ciências da Natureza (Física, Química e Biologia) nos níveis fundamental e médio. **Revista Técnico Científica do IFSC**, v. 2, n. 1, p. 90-99, 2010.

D'AVILA-LEVY, Cláudia M.; CUNHA, Luiz Antônio (Orgs.). **Embates em torno do Estado laico**. São Paulo: SBPC, 2018.

DELIZOICOV, Demétrio. Pesquisa em ensino de ciências como ciências humanas aplicadas. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**, v. 21, p. 145-175, 2004.

DELIZOICOV, Demétrio; SLONGO, Iône Inês P.; LORENZETTI, Lenoir. Um panorama da pesquisa em educação em ciências desenvolvida no Brasil de 1997 a 2005. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 3, p. 459-480, 2013.

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

\_\_\_\_\_. A anatomia do homem é a chave da anatomia do macaco: a dialética em Vigotski e em Marx e a questão do saber objetivo na educação escolar. **Educação & Sociedade**, v. 21, n. 71, p. 79-115, 2000.

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

\_\_\_\_\_. Formação do indivíduo, consciência e alienação: o ser humano na psicologia de A. N. Leontiev. **Cadernos Cedes**, v. 24, n. 62, p. 44-63, 2004.

\_\_\_\_\_. **Sociedade do conhecimento ou sociedade das ilusões?** Quatro ensaios crítico-dialéticos em filosofia da educação. Campinas: Autores Associados, 2008.

\_\_\_\_\_. **Vigotski e o “aprender a aprender”:** crítica às apropriações neoliberais e pós-modernas da teoria vigotskiana. 2. ed. Campinas: Autores Associados, 2001.

ECHALAR, Adda Daniela L. F. **Formação docente para a inclusão digital via ambiente escolar:** o PROUCA em questão. 2015, 147f. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2015.

ECHALAR, Adda Daniela L. F. et al. A visão dos professores sobre o uso de tecnologias na educação. In: ECHALAR, Adda Daniela L. F.; PEIXOTO, Joana; CARVALHO, Rose Mary A. (Orgs.). **Ecos e repercussões dos processos formativos nas práticas docentes mediadas pelas tecnologias:** a visão de professores da rede pública da educação básica do estado de Goiás sobre os usos das tecnologias na educação. Goiânia: Kelps, 2015, p. 103-116.

ECHALAR, Adda Daniela L. F.; PEIXOTO, Joana. Inclusão excludente e utopia digital: a formação docente no Programa Um Computador por Aluno. **Educar em Revista**, n. 61, p. 205-222, 2016.

ECHALAR, Adda Daniela L. F.; PEIXOTO, Joana; CARVALHO, Rose Mary A. Uma pesquisa com foco na racionalidade docente. In: ECHALAR, Adda Daniela L. F.; PEIXOTO, Joana; CARVALHO, Rose Mary A. (Orgs.). **Ecos e repercussões dos processos formativos nas práticas docentes mediadas pelas tecnologias:** a visão de professores da rede pública da educação básica do estado de Goiás sobre os usos das tecnologias na educação. Goiânia: Kelps, 2015, p. 117-125.

ENGELS, Friedrich. **A dialética da natureza.** 2. ed. Rio de Janeiro: Paz & Terra, 1976.

\_\_\_\_\_. **A origem da família, da propriedade privada e do Estado.** 2. ed. Rio de Janeiro: BestBolso, 2016.

\_\_\_\_\_. **Do socialismo utópico ao socialismo científico.** São Paulo: EDIPRO, 2010.

EVANGELISTA, Olinda. Qualidade da educação pública: Estado e organismos multilaterais. In: LIBÂNEO, José Carlos; SUANNO, Marilza Vanessa R.; LIMONTA, Sandra Valéria (Orgs.). **Qualidade na escola pública:** políticas educacionais, didática e formação de professores. Goiânia: Ceped/Kelps, 2013, p. 13-72.

FATALIEV, Kh. **O materialismo dialético e as Ciências da Natureza.** Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1966.

FEENBERG, Andrew. O que é a filosofia da tecnologia? In: NEDER, Ricardo T. (Org.). **A teoria crítica de Andrew Feenberg:** racionalização democrática, poder e tecnologia.

Brasília: Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina / CDS / UnB / Capes, 2010a, p. 49-66.

\_\_\_\_\_. Racionalização subversiva: tecnologia, poder e democracia. In: NEDER, Ricardo T. (Org.). **A teoria crítica de Andrew Feenberg: racionalização democrática, poder e tecnologia**. Brasília: Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina / CDS / UnB / Capes, 2010b, p. 67-96.

\_\_\_\_\_. **Tecnologia, modernidade e democracia**. Tradução de Eduardo Beira. Portugal: MIT, 2015.

FERES, Glória G. **A pós-graduação em Ensino de Ciências no Brasil: uma leitura a partir da teoria de Bourdieu**. 2010, 337f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista, 2010.

FERREIRA, Benedito de J. P.; DUARTE, Newton. O lema *aprender a aprender* na literatura de informática educativa. **Educação e Sociedade**, v. 33, n. 121, p. 1019-1035, 2012.

FERREIRA JUNIOR, Wanderley. Universidade na era da técnica – tarefas e desafios. **Revista Aprender**, n. 10, p. 223-254, 2008.

FONTANA, Remy José. O golpe militar e a ditadura 42 anos depois. **Em Debate**, n. 2, p. 22-27, 2006.

FOUREZ, Gérard. Crise no ensino de Ciências? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.

FREITAS, Lilliane M.; GHEDIN, Evandro. Pesquisas sobre Estado da Arte em CTS: Análise Comparativa com a Produção em Periódicos Nacionais. **ALEXANDRIA – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 3, p. 3-25, 2015.

FREITAS, Luiz Carlos. Os reformadores empresariais da educação e a disputa pelo controle do processo pedagógico na escola. **Educação e Sociedade**, v. 35, n. 129, p. 1085-1114, 2014.

\_\_\_\_\_. Três teses sobre as reformas empresariais da educação: perdendo a ingenuidade. **Caderno Cedes**, v. 36, n. 99, p. 137-153, 2016.

FRIGOTTO, Gaudêncio. A gênese das teses do Escola sem Partido: esfinge e ovo da serpente que ameaçam a sociedade e a educação. In: FRIGOTTO, Gaudêncio (Org.). **Escola “sem” partido: esfinge que ameaça a educação e a sociedade brasileira**. Rio de Janeiro: UERJ, LPP, 2017, p. 17-34.

\_\_\_\_\_. Os circuitos da história e o balanço da educação no Brasil na primeira década do século XXI. **Revista Brasileira de Educação**, v. 16, n. 46, p. 235-274, 2011.

\_\_\_\_\_. As novas e velhas faces da crise do capital e o labirinto dos referenciais teóricos. In: FRIGOTTO, Gaudêncio; CIAVATTA, Maria (Orgs.). **Teoria e educação no labirinto do capital**. 4. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2016a, p. 45-86.

\_\_\_\_\_. Reforma do ensino médio do (des) governo de turno: decreta-se uma escola para os ricos e outra para os pobres. **Movimento – Revista de Educação**, ano 3, v. 5, p. 329-332, 2016b.

GERALDO, Antonio Carlos H. **Didática de ciências naturais na perspectiva histórico-crítica**. 2. ed. Campinas: Autores Associados, 2014.

GRAMSCI, Antonio. **Concepção dialética da história**. 3. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978.

GRANGER, Gilles Gaston. **A ciência e as ciências**. São Paulo: Editora da Unesp, 1994.

HEIDEGGER, Martin. A questão da técnica. **Scientiæ Studia**, v. 5, n. 3, p. 375-398, 2007.

HOBBSAWM, Eric J. **A era das revoluções – 1789-1848**. 33. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2015a.

\_\_\_\_\_. **A era do capital – 1848-1875**. 21. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2015b.

\_\_\_\_\_. **A era dos impérios – 1875-1914**. São Paulo: Paz e Terra, 2015c.

HUNSCHE, Sandra et al. O enfoque CTS no contexto brasileiro: caracterização segundo periódicos da área de Educação em Ciências. **Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**, 2009. Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/408.pdf>. Acesso em: 23 out. 2018.

JAPIASSU, Hilton. **O mito da neutralidade científica**. Rio de Janeiro: Imago, 1975.

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

KOSIK, Karel. **Dialética do concreto**. 2. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1976.

KOYRÉ, Alexandre. **Estudos de história do pensamento científico**. 3. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2011.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de Ensino de Biologia**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

\_\_\_\_\_. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, 2000.

KUENZER, Acacia Zeneida. Da dualidade assumida à dualidade negada: o discurso da flexibilização justifica a inclusão excludente. **Educação e Sociedade**, v. 28, n. 100, p. 1153-1178, 2007.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da fábrica:** as relações de produção e a educação do trabalhador. 3. ed. São Paulo: Cortez – Autores Associados, 1989.

KUENZER, Acacia Zeneida; MORAES, Maria Célia M. Temas e tramas na pós-graduação em educação. **Educação e Sociedade**, v. 26, n. 93, p. 1341-1362, 2005.

KUHN, Thomas S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 5. ed. São Paulo: Perspectivas, 1997.

LATOUR, Bruno. **Ciência em ação:** como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. 2. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

LIBÂNEO, José Carlos. Pedagogia e pedagogos: inquietações e buscas. **Educar**, n. 17, p. 153-176. 2001.

\_\_\_\_\_. As teorias pedagógicas modernas revisitadas pelo debate contemporâneo na educação. In: LIBÂNEO, José Carlos; SANTOS, Akiko. (Orgs.) **Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade**. Campinas: Alínea, 2005, p. 15-58.

\_\_\_\_\_. **Didática**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

\_\_\_\_\_. Políticas educacionais neoliberais e escola: uma qualidade de educação restrita e restritiva. In: LIBÂNEO, José Carlos; FREITAS, Raquel A. M. da M. (Orgs.) **Políticas educacionais neoliberais e escola pública:** uma qualidade restrita de educação escolar. 1. ed. Goiânia: Espaço Acadêmico, 2018, p. 45-88.

LEFEBVRE, Henri. **Lógica formal/lógica dialética**. 5. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1991.

LEMGRUBER, Márcio S. **A educação em ciências físicas e biológicas a partir das teses e dissertações (1981-1995):** uma história de sua história. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1999.

LENOIR, Yves. O utilitarismo de assalto às ciências da educação. **Educar em Revista**, n. 61, p. 159-167, 2016.

LIMA, Daniela da C. B. P. Tecnologias, educação e formação: conceitos, inclusão e iniciativas. In: TOSCHI, Mirza S.; ANDERI, Eliane G. C. (Orgs.) **Inclusão digital e social:** conhecimento e cidadania. Anápolis: UEG, 2016, p. 29-47.

LOMBARDI, José Claudinei. Algumas questões sobre educação e ensino em Marx e Engels. **Revista HISTEDBR On-line**, número especial, p. 347-366, 2011a.

\_\_\_\_\_. Bicentenário de Karl Marx e a atualidade de suas contribuições para a educação. **Germinal: Marxismo e Educação em Debate**, v. 10, n. 1, p. 84-94, 2018.

\_\_\_\_\_. Modo de produção e educação: notas preliminares. **Germinal: Marxismo e Educação em Debate**, v. 1, n. 1, p. 43-53, 2009.

\_\_\_\_\_. **Reflexões sobre educação e ensino na obra de Marx e Engels.** Tese (livre docência) – Universidade Estadual de Campinas, 2010.

\_\_\_\_\_. (Coord.). Introdução. In: MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. **Textos sobre Educação e Ensino.** Campinas, SP: Navegando, 2011b.

LOMBARDI, José Claudinei; JACOMELI, Mara Regina M.; SILVA, Tânia Mara da (Orgs.). **O público e o privado na história da educação brasileira: concepções e práticas educativas.** Campinas: Autores Associados, 2005.

LOMBARDI, José Claudinei; SAVIANI, Dermeval (Orgs.). **Marxismo e Educação: debates contemporâneos.** Campinas: Autores Associados, 2005.

LORENZ, Karl M. A reforma do ensino de Ciências no ensino secundário brasileiro nas décadas de 1960 e 1970. **Revista Portuguesa de Pedagogia**, v. 39, n. 1, p. 97-112, 2005.

\_\_\_\_\_. Os Livros Didáticos e o Ensino de Ciências na Escola Secundária Brasileira no Século XIX. **Ciência e Cultura**, v. 38, n. 3, p. 426-435, 1986.

MACIEL, Antônio Carlos. Marx e a politecnia, ou: do princípio educativo ao princípio pedagógico. **Revista Exitus**, v. 8, n. 2, p. 85-110, 2018.

MALAQUIAS, Arianny Grasielly B. **Tecnologias e formação de professores de Matemática: uma temática em questão.** 2018, 163f. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2018.

MALAQUIAS, Arianny Grasielly B.; OLIVEIRA, Natalia C. de; PEIXOTO, Joana. Tecnologias na educação básica pública a partir da visão do professor. **Tecnia**, v. 4, n. 1, p. 108-123, 2019.

MANACORDA, Mario A. **Marx e a pedagogia moderna.** Campinas: Alínea, 2007.

MARCON, Mary Aurora da C. **As relações entre tecnologias e educação em produções acadêmicas sobre formação de professores no ProInfo.** 2015, 95f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2015.

MARX, Karl. **Contribuição à crítica da economia política.** 2. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2008.

\_\_\_\_\_. **Crítica da filosofia do direito de Hegel, 1843.** 3. ed. São Paulo: Boitempo, 2013.

\_\_\_\_\_. **Grundrisse.** São Paulo: Boitempo, 2011a.

\_\_\_\_\_. **Manuscritos econômico-filosóficos.** 2. ed. São Paulo: Martin Claret, 2011b.

\_\_\_\_\_. **O capital: crítica da economia política.** Livro 1. 2. ed. São Paulo: Boitempo, 2011c.

\_\_\_\_\_. **O capital:** crítica da economia política. Livro 3. São Paulo: Boitempo, 2017.

\_\_\_\_\_. **O 18 de brumário de Luís Bonaparte.** São Paulo: Boitempo, 2011d.

MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. **A ideologia alemã:** crítica mais recente da filosofia alemã em seus representantes Feuerbach, B. Bauer e Stiner, e do socialismo alemão em seus diferentes profetas (1845/1846). São Paulo: Boitempo, 2007.

\_\_\_\_\_. **Manifesto do partido comunista.** Porto Alegre: L&PM, 2017.

MATALLO JÚNIOR, Heitor. A problemática do conhecimento. In: CARVALHO, Maria Cecília M. (Org.). **Construindo o saber:** metodologia científica, fundamentos e técnicas. 15. ed. São Paulo: Papirus, 2003, p. 13-28.

MEGID NETO, Jorge. **Pesquisa em ensino de Física no 2º grau no Brasil** – concepção e tratamento de problemas em teses e dissertações. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, 1990.

\_\_\_\_\_. **O ensino de Ciências no Brasil:** catálogo analítico de teses e dissertações, 1972-1995. Campinas: UNICAMP/FE/CEDOC, 1998.

\_\_\_\_\_. O que sabemos sobre a pesquisa em ensino de ciências no nível fundamental: tendências de teses e dissertações defendidas entre 1972 e 1995. **Anais do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC).** Valinhos: ABRAPEC, 1999. Disponível em: <http://axpfep1.if.usp.br/~profis/arquivos/iienpec/Dados/trabalhos/A27.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2019.

MÉSZÁROS, István. **A crise estrutural do capital.** 2. ed. rev. São Paulo: Boitempo, 2011.

\_\_\_\_\_. **A educação para além do capital.** 2. ed. São Paulo: Boitempo, 2008.

\_\_\_\_\_. **A teoria da alienação em Marx.** São Paulo: Boitempo, 2016.

\_\_\_\_\_. **O poder da ideologia.** São Paulo: Boitempo, 2014.

MORAES, Moema G. **Pesquisas sobre educação e tecnologias:** questões emergentes e configuração de uma temática. 2016, 159f. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2016.

MORAES, Moema G.; PEIXOTO, Joana. Estado do conhecimento como perspectiva crítica para as pesquisas em educação: “educação e tecnologias” em questão. **Revista Reflexão e Ação**, v. 25, n. 3, p. 321-338, 2017.

MORAES, Raquel de A. A informática na educação brasileira na década de 1990. **Revista HISTEDBR On-line**, n. 46, p. 251-263, 2012.

\_\_\_\_\_. **A Política de Informática na Educação Brasileira: do nacionalismo ao neoliberalismo.** Tese (Doutorado em História da Educação) – Universidade Estadual de Campinas, 1996.

MOURA, Dante Henrique; LIMA FILHO, Domingos L. A reforma do ensino médio: regressão de direitos sociais. **Revista Retratos da Escola**, v. 11, n. 20, p. 109-129, 2017.

MOURA, Dante Henrique; LIMA FILHO, Domingos L; SILVA, Mônica R. Politecnicidade e formação integrada: confrontos conceituais, projetos políticos e contradições históricas da educação brasileira. **Revista Brasileira de Educação**, v. 20, n. 63, p. 1057-1080, 2015.

NARDI, Roberto. Memórias da educação em Ciências no Brasil: a pesquisa em ensino de Física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 1, p. 63-101, 2005.

\_\_\_\_\_. Memórias do Ensino de Ciências no Brasil: a constituição da área segundo pesquisadores brasileiros, origens e avanços da pós-graduação. **Revista do IMEA**, v. 2, n. 2, p. 13-46, 2014.

NASCIMENTO, Fabrício et al. O ensino de Ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR On-line**, n. 39, p. 225-249, 2010.

NASCIMENTO JÚNIOR, Antônio F. Fragmentos da construção histórica do pensamento neo-empirista. **Ciência & Educação**, v. 5, n. 1, p. 37-54, 1998.

\_\_\_\_\_. Fragmentos do pensamento dialético na história da construção das Ciências da Natureza. **Ciência & Educação**, v. 6, n. 2, p. 119-139, 2000.

NORONHA, Olinda Maria. Praxis e educação. **Revista HISTEDBR On-line**, n. 20, p. 86-93, 2005.

NOSELLA, Paolo. Trabalho e perspectivas de formação dos trabalhadores: para além da formação politécnica. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 34, p. 137-151, 2007.

OLIVEIRA, Edilson M.; ALMEIDA, José Luís V.; ARNONI, Maria Eliza B. **Mediação dialética na educação escolar: teoria e prática.** São Paulo: Edições Loyola, 2007.

OLIVEIRA, Maria Rita N. S. Do mito da tecnologia ao paradigma tecnológico; a mediação tecnológica nas práticas didático-pedagógicas. **Revista Brasileira de Educação**, n. 18, p. 101-107, 2001.

OLIVEIRA, Natalia C. de; CAMPOS, Eude de S.; ECHALAR, Adda Daniela L. F. Diretrizes para a inserção de tecnologias nas escolas: formação para o consumo e alívio da pobreza. In: LIBÂNEO, José Carlos; SUANNO, Marilza Vanessa R.; LIMONTA, Sandra Valéria (Orgs.). **Didática e Currículo: impactos dos organismos internacionais na escola e no trabalho docente.** Goiânia: CEPED Publicações/Editora Espaço Acadêmico, 2016, p. 341-360.

OLIVEIRA, Natalia C. de; ECHALAR, Adda Daniela L. F. As relações entre a educação e as tecnologias em pesquisas da área de Ciências da Natureza: um olhar sobre as teses. **Anais do**

**Encontro de Pesquisa em Educação da Região Centro Oeste – XIII Reunião Científica Regional da ANPED: Projeto Nacional de Educação: desafios éticos, políticos e culturais.** Brasília: Universidade de Brasília, ANPED, 2016.

OLIVEIRA, Natalia C. de; PEIXOTO, Joana. O uso de tecnologias no ensino de Física: o que diz a produção acadêmica? **Anais do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC).** Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019, ISSN 1809-5100.

ORSO, Paulino José. Reestruturação curricular no caminho inverso ao do ideário do Escola sem Partido. In: FRIGOTTO, Gaudêncio (Org.). **Escola “sem” partido: esfinge que ameaça a educação e a sociedade brasileira.** Rio de Janeiro: UERJ, LPP, 2017a, p. 133-144.

\_\_\_\_\_. Reformas educacionais em tempos de golpe ou como avançar andando para trás. In: LUCENA, Carlos; PREVITALI, Fabiane Santana; LUCENA, Lurdes (Orgs.). **A crise da democracia brasileira.** Vol. 1. Uberlândia: Navegando Publicações, 2017b, p. 233-260.

OTTO, Ana Luisa N.; ECHALAR, Jhonny David; ECHALAR, Adda Daniela L. F. Formação de professores na abordagem CTS: as lógicas formal e dialética como base analítica. **Anais do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC).** Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019.

PALUDO, Conceição. Contexto nacional e as exigências para a pesquisa em educação. **Revista Brasileira de Educação,** v. 23, 2018.

PEDROSA, Eliane M. P.; LEITE, Lusitonia da S. A epistemologia dialética materialista e o ensino das Ciências Naturais: algumas reflexões. **Revista ACTA Tecnológica – Revista Científica,** v. 6, n. 2, p. 37-44, 2011.

PEIXOTO, Joana. A inovação pedagógica como meta dos dispositivos de formação a distância. **Eccos Revista Científica,** v. 10, p. 39-54, 2008.

\_\_\_\_\_. Tecnologia e mediação pedagógica: perspectivas investigativas. In: KASSAR, Mônica de C. M.; SILVA, Fabiany de C. T. (Org.). **Educação e pesquisa no Centro-Oeste: políticas públicas e formação humana.** Campo Grande: Editora da UFMS, 2012, v. 1, p. 283-294.

\_\_\_\_\_. Relações entre sujeitos sociais e objetos técnicos: uma reflexão necessária para investigar os processos educativos mediados por tecnologias. **Revista Brasileira de Educação,** v. 20, n. 61, p. 317-332, 2015.

\_\_\_\_\_. Tecnologias e relações pedagógicas: a questão da mediação. **Revista de Educação Pública,** v. 25, n. 59, p. 367-379, 2016.

PEIXOTO, Joana; ARAÚJO, Cláudia Helena S. Tecnologia e educação: algumas considerações sobre o discurso pedagógico contemporâneo. **Educação e Sociedade,** v. 33, n. 118, p. 253-268, 2012.

PEIXOTO, Joana; CARVALHO, Rose Mary A. Formação para o uso de tecnologias: denúncias, demandas e esquecimentos nos depoimentos de professores da rede pública. **Educativa**, v. 17, n. 2, p. 577-603, 2014.

PIASSI, Luís Paulo. Educação científica no ensino fundamental: os limites dos conceitos de cidadania e inclusão veiculados nos PCN. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 4, p. 789-805, 2011.

PINTO, Álvaro V. **Ciência e existência: problemas filosóficos da pesquisa científica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

\_\_\_\_\_. **O conceito de tecnologia**. Vol. 1. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.

PONCE, Aníbal. **Educação e luta de classes**. 24. ed. São Paulo: Cortez, 2015.

PULIDO, Manoel Lázaro. Principios educativos de la educación occidental: la Edad Media. **Revista Brasileira de Educação**, v. 23, 2018.

RAMOS, Clériston R.; SILVA, João Alberto da. A emergência da área de ensino de Ciências e Matemática da CAPES enquanto comunidade científica: um estudo documental. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19, n. 2, p. 363-380, 2014.

RAMOS, Marise N. Escola sem Partido: a criminalização do trabalho pedagógico. In: FRIGOTTO, Gaudêncio (Org.). **Escola “sem” partido: esfinge que ameaça a educação e a sociedade brasileira**. Rio de Janeiro: UERJ, LPP, 2017, p. 75-85.

RAMOS VOSGERAU, Dilmeire S.; ROMANOWSKI, Joana P. Estudos de revisão: implicações conceituais e metodológicas. **Revista Diálogo Educacional**, v. 14, n. 41, p. 165-189, 2014.

REIS, Rafaela da S.; LEITE, Bruno S.; LEÃO, Marcelo B. C. Apropriação das Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino de ciências: uma revisão sistemática da última década (2007-2016). **Novas Tecnologias na Educação**, v. 15, n. 2, 2017.

RIBEIRO, Thiago V.; GENOVESE, Luiz G. R. O emergir da perspectiva de Ensino por Pesquisa de Núcleos Integrados no contexto da implementação de uma proposta CTSA no Ensino Médio. **Ciência e Educação**, v. 21, n. 1, p. 1-29, 2015.

RICARDO, Elio Carlos; ZYLBERSZTAJN, Arden. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para as Ciências do Ensino Médio: uma análise a partir da visão de seus elaboradores. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 257-274, 2008.

RODRIGUEZ, Adalberto D. Não verás ciência alguma: educação na ditadura militar brasileira. **Tear: Revista de Educação Ciência e Tecnologia**, v. 3, n. 2, p. 1-16, 2014.

ROMANELLI, Otaíza de O. **História da educação no Brasil (1930/1973)**. 8. ed. Petrópolis: Vozes, 1986.

ROMANOWSKI, Joana P.; ENS, Romilda T. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. **Diálogo Educacional**, v. 6, n. 19, p. 37-50, 2006.

ROSENBERG, Nathan. Karl Marx on the Economic Role of Science. **Journal of Political Economy**, v. 82, n. 4, p. 713-728, 1974.

\_\_\_\_\_. **Por dentro da caixa-preta: tecnologia e economia**. Campinas: Editora Unicamp, 2006.

RÜDIGER, Francisco Ricardo. **As teorias da cibercultura: perspectivas, questões e autores**. Porto Alegre: Sulina, 2011a.

\_\_\_\_\_. **Introdução às teorias da cibercultura: perspectivas do pensamento tecnológico contemporâneo**. Porto Alegre: Sulina, 2003.

\_\_\_\_\_. Humanismo, arte e tecnologia segundo Heidegger. **Fragmentos de Cultura**, v. 21, n. 7/9, p. 433-451, 2011b.

SALEM, Sonia. **Perfil, evolução e perspectivas da Pesquisa em Ensino de Física no Brasil**. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, 2012.

SANTOS, César S. dos. **Ensino de Ciências: Abordagem Histórico-Crítica**. 2. ed. rev. Campinas: Armazém do Ipê (Autores Associados), 2012.

SANTOS, Lucíola L. de C. P; DINIZ-PEREIRA, Júlio E. Tentativas de padronização do currículo e da formação de professores no Brasil. **Caderno Cedes**, v. 36, n. 100, p. 281-300, 2016.

SANTOS, Wildson L. P. dos. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência e Ensino**, v. 1, 2007.

SANTOS, Willian; LIMONTA, Sandra Valéria. Perspectivas do Banco Mundial para a formação de professores no Brasil: análise crítica. **Educação: Teoria e Prática**, v. 24, n. 47, p. 176-194, 2014.

SARIAN, Maristela C. Memória e tecnologia: efeitos de sentido no ensino de língua na escola. **Estudos Linguísticos**, v. 44, n. 3, p. 1145-1154, 2015.

SAVIANI, Dermeval. A crise política no Brasil, o golpe e o papel da educação na resistência e na transformação. In: LUCENA, Carlos; PREVITALI, Fabiane Santana; LUCENA, Lurdes (Orgs.). **A crise da democracia brasileira**. Vol. 1. Uberlândia: Navegando Publicações, 2017, p. 215-232.

\_\_\_\_\_. Debate sobre educação, formação humana e ontologia a partir da questão do método dialético. In: SAVIANI, Dermeval; DUARTE, Newton (Orgs.). **Pedagogia histórico-crítica e luta de classes da educação escolar**. Campinas: Autores Associados, 2012a, p. 121-148.

\_\_\_\_\_. Educação Socialista, Pedagogia Histórico-Crítica e os Desafios da Sociedade de Classes. In: LOMBARDI, José Claudinei; SAVIANI, Dermeval (Orgs.). **Marxismo e educação: debates contemporâneos**. 2. ed. Campinas: Autores Associados, 2008a, p. 223-274.

\_\_\_\_\_. **Escola e democracia**. 42. ed. Campinas: Autores Associados, 2012b.

\_\_\_\_\_. **História das ideias pedagógicas no Brasil**. 4. ed. Campinas: Autores Associados, 2013a.

\_\_\_\_\_. Marxismo, educação e pedagogia. In: SAVIANI, Dermeval; DUARTE, Newton (Orgs.). **Pedagogia histórico-crítica e luta de classes da educação escolar**. Campinas: Autores Associados, 2012c, p. 59-86.

\_\_\_\_\_. O choque teórico da politécnica. **Trabalho, Educação e Saúde**, v. 1, n. 1, p. 131-152, 2003.

\_\_\_\_\_. Os balanços na historiografia da educação brasileira: sentidos e perspectivas. In: NEPOMUCENO, Maria de A.; TIBALLI, Elianda F. (Orgs.). **Educação e seus sujeitos na história**. Belo Horizonte: Argumentum, 2007a, p. 149-161.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. 11. ed. rev. Campinas: Autores Associados, 2013b.

\_\_\_\_\_. Política educacional no Brasil após a ditadura militar. **Revista HISTEDBR On-line**, v. 18, n. 2 (76), p. 291-304, 2018.

\_\_\_\_\_. Teorias pedagógicas contra-hegemônicas no Brasil. **Revista do Centro de Educação e Letras da Unioeste**, v. 10, n. 2, p. 11-28, 2008b.

\_\_\_\_\_. Trabalho e educação: fundamentos ontológicos e históricos. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 34, 2007b.

SAVIANI, Dermeval; DUARTE, Newton. A formação humana na perspectiva histórico-ontológica. **Revista Brasileira de Educação**, v. 15, n. 45, p. 422-433, 2010.

SCHNETZLER, Roseli P. A pesquisa em ensino de Química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, v. 25, supl. 1, p. 14-24, 2002.

SELWYN, Neil. **Distrusting Educational Technology: Critical Questions for Changing Times**. New York: Routledge, 2014.

SHIROMA, Eneida O.; EVANGELISTA, Olinda. Formação humana ou produção de resultados? Trabalho docente na encruzilhada. **Revista Contemporânea de Educação**, v. 10, n. 20, p. 89-114, 2015.

SILVA, Katia C. P. C. da. Epistemologia da práxis na formação de professores: perspectiva crítico-emancipadora. **Revista de Ciências Humanas**, v. 18, n. 2 (31), p. 121-135, 2017.

SILVA, Monica R. Tecnologia, trabalho e formação na reforma curricular do ensino médio. **Cadernos de Pesquisa**, v. 39, n. 137, p. 441-460, 2009.

SLONGO, Iône Inês P. **A produção acadêmica em ensino de Biologia: um estudo a partir de teses e dissertações**. 2004, 349f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

SLONGO, Iône Inês P.; DELIZOICOV, Demétrio. Teses e dissertações em ensino de Biologia: uma análise histórico-epistemológica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 2, p. 275-296, 2010.

\_\_\_\_\_. Um panorama da produção acadêmica em ensino de Biologia desenvolvida em programas nacionais de pós-graduação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 3, p. 323-341, 2006.

SOUZA, Bruno N. de. O Ensino de Ciências para a Pedagogia Histórico-Crítica. **Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**. Florianópolis, 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R2040-1.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2019.

STRIEDER, Roseline Beatriz; KAWAMURA, Maria Regina D. Educação CTS: Parâmetros e Propósitos Brasileiros. **Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 1, p. 27-56, 2017.

TARNAS, Richard. **A epopéia do pensamento ocidental: para compreender as ideias que moldam a nossa visão de mundo**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo M.; MEGID NETO, Jorge. Investigando a pesquisa educacional. Um estudo enfocando dissertações e teses sobre o ensino de Biologia no Brasil. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 2, p. 261-282, 2006.

\_\_\_\_\_. A Produção Acadêmica em Ensino de Biologia no Brasil – 40 anos (1972–2011): Base Institucional e Tendências Temáticas e Metodológicas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 2, p. 521-549, 2017.

VARGAS, Milton. **Para uma filosofia da tecnologia**. São Paulo: Alfa-Omega, 1994.

VÁZQUEZ, Adolfo S. **Filosofia da práxis**. 2. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2011.

VIANA, Nildo. Darwin nu. **Revista Espaço Acadêmico**, n. 95, 2009.

VYGOTSKY, Lev S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

WHITE Jr, Lynn. Technology and invention in the middle ages. **Speculum Journal of Medieval Studies**, v. 15, n. 2, 1940.

WINNER, Langdon. **Autonomous Technology: Technics-out-of-Control as a Theme in Political Thought**. The Massachusetts Institute of Technology, 1977.

\_\_\_\_\_. Do Artifacts Have Politics? **Daedalus**, v. 109, n. 1, p. 121-136, 1980.

WOOD, Ellen M. **A origem do capitalismo**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2001.

WOODS, Alan; GRANT, Ted. **Razão e revolução**: filosofia marxista e ciência moderna. São Paulo: Editora Luta de Classes, 2007.

ZAUTH, Gabriela; HAYASHI, Maria Cristina P. I. A influência de Paulo Freire no ensino de Ciências e na educação CTS: uma análise bibliométrica. **Revista HISTEDBR On-line**, n. 49, p. 267-293, 2013.

## APÊNDICE A – Relação de artigos do *corpus* da pesquisa

AIKENHEAD, Glen S. A pesquisa sobre educação em ciências na perspectiva CTS. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, p. 5-18, 2009.

AMARAL, Carmem Lúcia C.; XAVIER, Eduardo da S.; MACIEL, Maria De Lourdes. Abordagem das relações ciência/tecnologia/sociedade nos conteúdos de funções orgânicas em livros didáticos de Química do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 1, p. 101-114, 2009.

ALMEIDA, Maria José P. M. de. A mediação de um filme de ficção: sonhos de Kurosawa. **Ciência e Ensino**, n. 9, 2000.

\_\_\_\_\_. Um olhar na perspectiva do ensino de inter-relações entre ciência, tecnologia e ambiente: o início do fim. **Ciência e Ensino**, v. 1, 2007.

AMORIM, Antonio Carlos R. de. Biologia, tecnologia e inovação no currículo do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 3, n. 1, p. 61-80, 1998.

\_\_\_\_\_. O que foge do olhar das reformas curriculares: nas aulas de Biologia, o professor como escritor das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 1, p.47-65, 2001.

ANDRADE, Elenise Cristina P. de; CARVALHO, Luiz Marcelo de. O pro-álcool e algumas relações CTS concebidas por alunos de 6ª série do ensino fundamental. **Ciência e Educação**, v. 8, n. 2, p. 167-185, 2001.

ANGOTTI, José André P.; AUTH, Milton Antonio. Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 1, p.15-27, 2001.

ANGOTTI, José André P.; BASTOS, Fábio da P. de; MION, Rejane Aurora. Educação em Física: discutindo ciência, tecnologia e sociedade. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 2, p.183-197, 2001.

ARAÚJO, Abelardo B.; SILVA, Maria Aparecida da. Ciência, tecnologia e sociedade; trabalho e educação: possibilidades de integração no currículo da educação profissional tecnológica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 1, p. 99-112, 2012.

ARAUJO, Ives S.; VEIT, Eliane Ângela. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 5-18, 2004.

ARAUJO, Ives S.; VEIT, Eliane Ângela; 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.

AULER, Décio. Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, n. 1, p. 1-16, 2003.

\_\_\_\_\_. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência e Ensino**, v. 1, 2007.

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 1, p.1-13, 2001.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 1-13, 2001.

BARBOSA, Leila Cristina A.; BAZZO, Walter Antonio. O uso de documentários para o debate ciência-tecnologia-sociedade (CTS) em sala de aula. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 3, p. 149-161, 2013.

BENCZE, John L.; CARTER, Lyn; KRSTOVIC, Mirjan. Educação em Ciência e Tecnologia para o bem estar pessoal, social e ambiental: desafiando as estratégias consumistas capitalistas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 2, p. 39-56, 2014.

BENITE, Anna Maria C.; BENITE, Claudio Roberto M. O computador no ensino de química: Impressões versus Realidade. Em Foco as Escolas Públicas da Baixada Fluminense. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1-20, 2008.

BERNARDO, José Roberto da R.; VIANNA, Deise M.; FONTOURA, Helena A. da. Produção e consumo da energia elétrica: a construção de uma proposta baseada no enfoque ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA). **Ciência e Ensino**, v. 1, 2007.

BETTENCOURT, Cátia; ALBERGARIA-ALMEIDA, Patrícia; VELHO, José Lopes. Implementação de estratégias ciência-tecnologia-sociedade (CTS): percepções de professores de biologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19, n. 2, p. 243-261, 2014.

BINATTO, Priscila F. et al. Análise das Reflexões de Futuros Professores de Biologia em Discussões Fundamentadas pelo Enfoque CTS. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 3, p. 931-951, 2017.

BITTENCOURT, Leylane P.; STRUCHINER, Miriam. A articulação da temática da doação de sangue e o ensino de biologia no Ensino Médio: uma pesquisa baseada em design. **Ciência e Educação**, v. 21, n. 1, p. 159-176, 2015.

BRUZZO, Cristina. Filmes e escola: isto combina? **Ciência e Ensino**, n. 6, p. 3-4, 1999.

BUFFOLO, Andréia Cristina C.; RODRIGUES, Maria Aparecida. Agrotóxicos: uma proposta socioambiental reflexiva no ensino de química sob a perspectiva CTS. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, p. 1, p. 1-14, 2015.

CARLETTO, Marcia Regina; PINHEIRO, Nilcéia Aparecida M. Subsídios para uma prática pedagógica transformadora: contribuições do enfoque CTS. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 3, p. 507-525, 2010.

CARVALHO, Hilano José R. de; ZANIN, Maria; SHIMBO, Ioshiaqui. Marx como referencial para análise de relações entre ciência, tecnologia e sociedade?: evitando equívocos e ampliando

possibilidades na aplicação de conceitos marxianos da teoria do mais-valor no campo CTS. **Ciência e Educação**, v. 23, n. 4, p. 1077-1090, 2017.

CASSIANI, Suzani et al. O grupo DiCiTE - discursos da ciência e da tecnologia na educação. **Ciência e Ensino**, v. 3, n. 1, p. 1-19, 2014.

CHÁVEZ, José Luis; ANDRÉS, Ma. Maite. El uso de videos para la eficiencia en el aprendizaje-en-acción de la física en el laboratorio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 1, p. 43-54, 2013.

CHRISPINO, Alvaro et al. A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos? **Ciência e Educação**, v. 19, n. 2, p. 455-479, 2013.

COSTA, Ana Paula M. et al. Emprego de um software baseado em mineração de texto e apresentação gráfica multirrepresentacional como apoio à aprendizagem de conceitos científicos a partir de textos no Ensino Fundamental. **Ciência e Educação**, v. 3, n. 1, p. 91-109, 2017.

DAGNINO, Renato. Os estudos sobre ciência, tecnologia e sociedade e a abordagem da análise de política: teoria e prática. **Ciência e Ensino**, v. 1, 2007.

DUARTE, Marcia; REZENDE, Flavia. Tecnologias da informação e comunicação e qualidade da educação na perspectiva de uma professora de Ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 263-281, 2011.

EUGÊNIO, Tiago José B. Utilização de uma ferramenta multimídia para identificação de artrópodes: avaliação de estudantes do ensino fundamental. **Ciência e Educação**, v. 18, n. 3, p. 543-557, 2012.

FABRI, Fabiane; SILVEIRA, Rosemari M. C. F. O ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental sob a ótica CTS: uma proposta de trabalho diante dos artefatos tecnológicos que norteiam o cotidiano dos alunos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 1, p. 77-105, 2013.

\_\_\_\_\_. Alfabetização científica e tecnológica e o ensino de ciências nos anos iniciais: uma necessidade. **Ciência e Ensino**, v. 4, n. 1, p. 52-67, 2014.

FARIA, Ana Constância M.; BIZERRIL, Marcelo X. A.; GASTAL, Maria Luiza de A. “A ciência que a gente vê no cinema”: uma intervenção escolar sobre o papel da ciência no cotidiano. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 3, p. 645-659, 2015.

FARIAS, Carmen Roselaine de O.; FREITAS, Denise de. Educação ambiental e relações CTS: uma perspectiva integradora. **Ciência e Ensino**, v. 1, 2007.

FIRME, Ruth do N.; AMARAL, Edenia Maria R. do. Concepções de professores de química sobre ciência, tecnologia, sociedade e suas inter-relações: um estudo preliminar para o desenvolvimento de abordagens CTS em sala de aula. **Ciência e Educação**, v. 14, n. 2, p. 251-269, 2008.

\_\_\_\_\_. Analisando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de química. **Ciência e Educação**, v. 17, n. 2, p. 383-399, 2011.

FLOR, Cristhiane C. Possibilidades de um caso simulado CTS na discussão da poluição ambiental. **Ciência e Ensino**, v. 1, 2007.

GABINI, Wanderlei Sebastião; DINIZ, Renato Eugênio da S. Os professores de química e o uso do computador em sala de aula: discussão de um processo de formação continuada. **Ciência e Educação**, v. 15, n. 2, p. 343-58, 2009.

GABINI, Wanderlei Sebastião; DINIZ, Renato Eugênio da S. A formação continuada, o uso do computador e as aulas de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 3, p. 333-348, 2012.

GIORDAN, Marcelo. O computador na educação em ciências: breve revisão crítica acerca de algumas formas de utilização. **Ciência e Educação**, v. 11, n. 2, p. 279-304, 2005.

GONZALES, Eliéverson G.; ROSA, Paulo Ricardo da S. Aprendizagem significativa de conceitos de circuitos elétricos utilizando um ambiente virtual de ensino por alunos da educação de jovens e adultos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19, n. 2, p. 477-504, 2014.

GOUVÊA, Guaracira; LEAL, Maria Cristina. Uma visão comparada do ensino em ciência, tecnologia e sociedade na escola e em um museu de ciência. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 1, p.67-84, 2001.

LEAL, Maria Cristina; GOUVÊA, Guaracira. Narrativa, mito, ciência e tecnologia: o ensino de ciências na escola e no museu. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 1, p. 1-29, 2002.

LIMA, Livia F. de; AMARAL, Edenia Maria R. do. Análise da discussão em fórum sobre a estratégia projetos de trabalhos com uso de TIC em um curso de licenciatura a distância. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 173-194, 2013.

LIMA JUNIOR, P. et al. Marx como referencial para análise de relações entre ciência, tecnologia e sociedade. **Ciência e Educação**, v. 20, n. 1, p. 175-194, 2014.

MACHADO, Daniel I.; SANTOS, Plácida L. V. A. da C. Avaliação da hipermídia no processo de ensino e aprendizagem da física: o caso da gravitação. **Ciência e Educação**, v. 10, n. 1, p. 75-100, 2004.

MAINGINSKI, Fábio Edenei; RESENDE, Luis Maurício M. de; PENTEADO, Adriane de L. Utilização de *webquests* na forma de blog como ferramenta de aprendizagem na disciplina ciência dos materiais. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 2, p. 109-119, 2012.

MANO, Sonia Maria F.; GOUVEIA, Fabio C.; SCHALL, Virgínia T. “Amor e sexo: mitos, verdades e fantasias”: jovens avaliam potencial de material multimídia educativo em saúde. **Ciência e Educação**, v. 15, n. 3, p. 647-658, 2009.

MARCHELLI, Paulo Sérgio; SILVA, Direu da. O que é a internet? **Ciência e Ensino**, n. 4, p. 3-9, 1998.

MARCONDES, Maria Eunice R. et al. Materiais instrucionais numa perspectiva CTSA: uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de química em formação continuada. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 281-298, 2009.

MAYER, Margareth et al. Ensino de ciências em ambientes virtuais: a percepção do professor sobre as diferenças na sua prática introduzidas pelo uso das novas tecnologias. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2001.

MEDEIROS, Zulmira; VENTURA, Paulo Cezar S. O conceito Cultura Tecnológica e um estudo no meio educacional. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, 2007.

MELO, Thiago B. de et al. Os Temas de Pesquisa que Orbitam o Enfoque CTS: Uma Análise de Rede sobre a Produção Acadêmica Brasileira em Ensino. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 3, p. 587–606, 2016.

MENEZES, Sergio F. de; DUARTE, Ana Júlia C. Reflexões sobre saberes e práticas em saúde ambiental a partir do documentário *Boca de Lixo*. **Ciência e Ensino**, v. 1, 2007.

MONTEIRO, Marco Aurélio A. O uso de tecnologias móveis no ensino de física: uma avaliação de seu impacto sobre a aprendizagem dos alunos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 1, p. 1-15, 2016.

MOROZESK, Mariana; COELHO, Geide R. Lixo Eletrônico “Uso e Descarte”: uma proposta de intervenção em uma Escola Pública de Vitória-ES. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 2, p. 317-338, 2016.

MUENCHEN, Cristiane; AULER, Décio. Configurações curriculares mediante o enfoque CTS: desafios a serem enfrentados na educação de jovens e adultos. **Ciência e Educação**, v. 13, n. 3, p. 421-434, 2007.

MUJICA, Victor M.; MEDEROS, Marcelo José A. A. Algunos metodos activos para el uso del video en la enseñanza de la física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 3, p. 233-240, 1996.

NAVAS, Ana Maria; CONTIER, Djana; MARANDINO, Martha. Controvérsia científica, comunicação pública da ciência e museus no bojo do movimento CTS. **Ciência e Ensino**, v. 1, 2007.

OLIVEIRA, Silvaney de; GUIMARÃES, Orliney M.; LORENZETTI, Leonir. O Ensino de Química e a Qualidade do Ar Interior: Análise de uma Proposta de Abordagem Temática com Enfoque CTS. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 3, p. 521–553, 2016.

PAIVA, Ana Paula S. Utilizar as TIC para ensinar física a alunos surdos – estudo de caso sobre o tema “a luz e a visão”. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2006.

PANSERA-DE-ARAÚJO, Maria Cristina et al. Enfoque CTS na pesquisa em Educação em Ciências: extensão e disseminação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 3, 2009.

PAULA, Helder F. Fundamentos Pedagógicos para o Uso de Simulações e Laboratórios Virtuais no Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 1, p. 75-103, 2017.

PÉREZ, Leonardo Fabio M.; PEÑAL, Diana Carolina; VILLAMIL, Yenny Maritza. Relaciones ciencia, tecnología, sociedad y ambiente a partir de casos simulados: una experiencia en la enseñanza de la química. **Ciência e Ensino**, v. 1, 2007.

PIASSI, Luís Paulo; PIETROCOLA, Maurício. De olho no futuro: ficção científica para debater questões sociopolíticas de ciência e tecnologia em sala de aula. **Ciência e Ensino**, v. 1, 2007.

PIERSON, Alice Helena C. Abordagem CTS na perspectiva de licenciados em Química. **Ciência e Ensino**, v. 1, 2007.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida M.; SILVEIRA, Rosemari M. C. F.; BAZZO, Walter Antonio. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência e Educação**, v. 12, n. 3, p. 71-84, 2007.

PORTO, Maria de Lourdes O.; TEIXEIRA, Paulo Marcelo M. A articulação da tríade CTS: reflexões sobre o desenvolvimento de uma proposta didática aplicada no contexto da EJA. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 1, p. 124 – 144, 2016.

RAMOS, Mariana B.; SILVA, Henrique César da. Para pensar as controvérsias científicas em aulas de ciências. **Ciência e Ensino**, v. 1, 2007.

RAMOS, Paula; STRUCHINER, Miriam. Concepções de educação em pesquisas sobre materiais informatizados para o ensino de ciências e de saúde. **Ciência e Educação**, v. 15, n. 3, p. 659-679, 2009.

REZENDE, Flavia. As novas tecnologias na prática pedagógica sob a perspectiva construtivista. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 1, p. 1-18, 2002.

REZENDE, Flavia; COLA, Cláudio dos S. D. Hipermídia na educação: flexibilidade cognitiva, interdisciplinaridade e complexidade. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1-11, 2004.

REZENDE, Flavia; GARCIA, Marco Antonio C.; COLA, Cláudio dos S. D. Desenvolvimento e avaliação de um sistema hipermídia que integra conceitos básicos de mecânica, biomecânica e anatomia humana. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 2, p. 239-259, 2006.

REZENDE FILHO, Luiz Augusto C. de; PEREIRA, Marcus Vinicius; VAIRO, Alexandre C. Recursos Audiovisuais como temática de pesquisa em periódicos brasileiros de Educação em Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 2, p. 183-204, 2011.

RIBEIRO, Thiago V.; GENOVESE, Luiz G. R. O emergir da perspectiva de Ensino por Pesquisa de Núcleos Integrados no contexto da implementação de uma proposta CTSA no Ensino Médio. **Ciência e Educação**, v. 21, n. 1, p. 1-29, 2015.

RIBEIRO, Thiago V.; SANTOS, Aliny T.; GENOVESE, Luiz G. R. A História Dominante do Movimento CTS e o seu Papel no Subcampo Brasileiro de Pesquisa em Ensino de Ciências CTS. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 1, p. 13-43, 2017.

RICARDO, Elias Carlos. Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar. **Ciência e Ensino**, v. 1, 2007.

ROEHRIG, Silmara A.; CAMARGO, Sérgio. Educação com enfoque CTS em documentos curriculares regionais: o caso das diretrizes curriculares de física do estado do Paraná. **Ciência e Educação**, v. 20, n. 4, p. 871-887, 2014.

RODRIGUES, Elvis V.; ZIMMERMANN, Erika; HARTMANN, Ângela Maria. Lei da gravitação universal e os satélites: uma abordagem histórico-temática usando multimídia. **Ciência e Educação**, v. 18, n. 3, p. 503-525, 2012.

ROSA, Marcelo P. A.; EICHLER, Marcelo Leandro; CATELLI, Francisco. “Quem me salva de tí?”: representações docentes sobre a tecnologia digital. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 1, p. 84-104, 2015.

ROSA, Rosane Teresinha N. da; LORETO, Élgion Lúcio S. Análise, através de mapas conceituais, da compreensão de alunos do ensino médio sobre a relação DNA-RNA-proteínas após o acesso ao *GenBank*. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 2, p. 385-405, 2013.

ROSO, Caetano C.; AULER, Décio. A participação na construção do currículo: práticas educativas vinculadas ao movimento CTS. **Ciência e Educação**, v. 22, n. 2, p. 371-389, 2016.

RUIZ-MORENO, Lidia; LEITE, Maria Teresa M.; AJZEN, Claudia. Formação didático-pedagógica em saúde: habilidades cognitivas desenvolvidas pelos pós-graduandos no ambiente virtual de aprendizagem. **Ciência e Educação**, v. 19, n. 1, p. 217-229, 2013.

SANTANA, Tainan A.; BASTOS, Ana Paula S.; TEIXEIRA, Paulo Marcelo M. Nossa alimentação: análise de uma sequência didática estruturada segundo referenciais do Movimento CTS. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 1, p. 105-122, 2015.

SANTA-ROSA, José Guilherme; STRUCHINER, Miriam. Design Participativo de um Ambiente Virtual de Aprendizagem de Histologia. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 2, 2010.

SANTOS, Flávia Maria T. dos; GRECA, Ileana Maria; SERRANO, Agostinho. Uso do software *Dicewin* na química geral. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 58-69, 2003.

SANTOS, Míriam S. dos; AMARAL, Carmem Lúcia C.; MACIEL, Maria Delourdes. Tema sociocientífico “cachaça” em aulas práticas de química na educação profissional: uma abordagem CTS. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 1, p. 227-239, 2012.

SANTOS, Wildson L. P. dos. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência e Ensino**, v. 1, 2007.

SANTOS, Wildson L. P. dos; MORTIMER, Eduardo, F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.

SCHEID, Neusa Maria J.; REIS, Pedro Guilherme R. dos. As tecnologias da informação e da comunicação e a promoção da discussão e ação sociopolítica em aulas de ciências naturais em contexto português. **Ciência e Educação**, v. 22, n. 1, p. 129-144, 2016.

SCHUHMACHER, Vera Rejane N.; ALVES FILHO, José de Pinho; SCHUHMACHER, Elcio. As barreiras da prática docente no uso das tecnologias de informação e comunicação. **Ciência e Educação**, v. 23, n. 3, p. 563-576, 2017.

SILVA, André C. da; ALMEIDA, Maria José P. M. de. A noção de mobilização na associação da Física a objetos tecnológicos contemporâneos. **Ciência e Educação**, v. 21, n. 2, p. 417-434, 2015.

SILVA, Erivanildo L. da; MARCONDES, Maria Eunice R. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. **Ciência e Educação**, v. 21, n. 1, p. 65-83, 2015.

SILVA, Luciano F.; CARVALHO, Luiz Marcelo de. A temática ambiental e o processo educativo: o ensino de física a partir de temas controversos. **Ciência e Ensino**, v. 1, 2007.

SILVA, Luciano F.; CARVALHO, Luiz Marcelo de. Professores de física em formação inicial: o ensino de física, a abordagem CTS e os temas controversos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 1, p. 135-148, 2009.

SILVA, Maria Eleonora F. da; GALEMBECK, Eduardo. Preferências de Estilos de Aprendizagem entre os usuários da Biblioteca Digital de Ciências (BDC-IB-Unicamp). **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 1, p. 171-189, 2014.

SILVA, Roberto Rafael D. da. Educação e tecnociência no Brasil contemporâneo: perspectivas investigativas aos estudos curriculares. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 2, p. 47-60, 2012.

SILVEIRA, Rosemari M. C. F.; BAZZO, Walter Antonio. Ciência, tecnologia e suas relações sociais: a percepção de geradores de tecnologia e suas implicações na educação tecnológica. **Ciência e Educação**, v. 15, n. 3, p. 681-694, 2009.

SIQUEIRA-BATISTA, Rodrigo. Nanociência e nanotecnologia como temáticas para discussão de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. **Ciência e Educação**, v. 16, n. 2, p. 479-490, 2010.

SOUZA, Carlos Alberto; BASTOS; Fábio da P. de. Um ambiente multimídia e a resolução de problemas de Física. **Ciência e Educação**, v. 12, n. 3, p. 315-332, 2006.

- SOUZA, Carlos Alberto; BASTOS, Fábio da P. de; ANGOTTI, José André P. Cultura Científico-Tecnológica na Educação Básica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1-13, 2007.
- STRUCHINER, Miriam; RICCIARDI, Regina Maria V.; GIANELLA, Taís R. Construção e reconstrução de um sistema hipermédia sobre anticorpos monoclonais com base na estrutura cognitiva do especialista de conteúdo. **Ciência e Educação**, v. 12, n. 3, p. 247-260, 2006.
- TEIXEIRA, Paulo Marcelo M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciências. **Ciência e Educação**, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003a.
- TEIXEIRA, Paulo Marcelo M. Educação científica e movimento C.T.S. no quadro das tendências pedagógicas no Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 88-102, 2003b.
- TENREIRO-VIEIRA, Celina; VIEIRA, Rui M. Construção de práticas didático-pedagógicas com orientação CTS: impacto de um programa de formação continuada de professores de ciências do ensino básico. **Ciência e Educação**, v. 11, n. 2, p. 191-211, 2005.
- TORO-BAQUERO, Javier. Qué visiones de CTS tienen los docentes de 5º y 9º grado de Colombia? Y ¿cuál es su relación con los estándares de ciencias del Ministerio de Educación Nacional? **Ciência e Educação**, v. 20, n. 4, p. 853-869, 2014.
- UTGES, Graciela et al. Visión de profesores en ejercicio respecto de la enseñanza de tecnología: un estudio en Argentina. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 1, p.29-45, 2001.
- VAZ, Wesley F.; SOARES, Márlon Herbert F. B. Análise de comunidades de Química da Rede Social Orkut: comunicação, conceito e linguagem no Ensino de Química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 1, p. 101-123, 2014.
- VERASZTO, Estéfano V. et al. Proposta para o uso didático da computação gráfica no ensino de conceitos da Física. **Ciência e Ensino**, v. 4, n. 1, p. 41-52, 2015.
- VERGARA, Dalva A.; BUCHWEITZ, Bernardo. O uso de um vídeo no estudo do fenômeno de refração da luz. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2001.
- VIDMAR, Muryel Pyetro; BASTOS, Fábio da P. de; ABEGG, Ilse. Flexibilidade cognitiva e hipermédia educacional na formação inicial de físicos-educadores. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 3, p. 101-118, 2014.
- VIEIRA, Kátia Regina C. F.; BAZZO, Walter Antonio. Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula. **Ciência e Ensino**, v. 1, 2007.
- VON LINSINGEN, Irlan. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência e Ensino**, v. 1, 2007a.

VON LINSINGEN, Luana. Mangás e sua utilização pedagógica no ensino de ciências sob a perspectiva CTS. **Ciência e Ensino**, v. 1, 2007b.

ZANOTTO, Ricardo Luiz; SILVEIRA, Rosemari M. C. F.; SAUER, Elenise. Ensino de conceitos químicos em um enfoque CTS a partir de saberes populares. **Ciência e Educação**, v. 22, n. 3, p. 727-740, 2016.

ZUIN, Vânia G.; FREITAS, Denise de. A utilização de temas controversos: estudo de caso na formação de licenciandos numa abordagem CTSA. **Ciência e Ensino**, v. 1, n. 2, 2007.

**APÊNDICE B – Relação das palavras-chave citadas nos artigos que compõem o *corpus* da pesquisa**

<b>Ordem</b>	<b>Palavras-chave</b>	<b>Número de ocorrências</b>	<b>Percentual (%)</b>
	ciência-tecnologia-sociedade / ciência, tecnologia e sociedade / ciência, tecnologia, sociedade / ciência-tecnologia-sociedade – CTS / ciência, tecnologia e sociedade (CTS) / CTS / CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) / CTS Brasil / enfoque CTS / movimento		
1	CTS / movimento C.T.S / abordagem CTS / abordagens CTS	36	10,23
2	ensino de ciências / ensino em ciências	13	3,69
3	ensino de física	10	2,84
4	ensino de química	10	2,84
5	ensino médio	10	2,84
	tecnologia da informação e comunicação / tecnologia de informação e comunicação / tecnologias da informação e comunicação / TIC / TICs / TIC em laboratório / novas tecnologias da informação e da comunicação		
6	da informação e da comunicação	10	2,84
	ACT / ACT (Alfabetização Científica e Tecnológica) / alfabetização científica e tecnológica / alfabetização científico-tecnológica		
7		7	1,99
8	educação em Ciências	6	1,70
9	currículo	5	1,42
10	ensino de biologia	5	1,42
	tecnologia educacional / tecnologia na educação / tecnologia da educação		
11		5	1,42
	ciência, tecnologia, sociedade e ambiente / ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) / CTSA		
12		4	1,14
	educação CTS / ensino em CTS / implementação de abordagem		
13	CTS / relações CTS	4	1,14
14	formação de professores	4	1,14
	hipermídia / hipermídia educacional / hipermídia na educação		
15		4	1,14
16	tecnologia	4	1,14
17	abordagem temática	3	0,85
	ambiente virtual de aprendizagem / ambiente virtual de ensino		
18		3	0,85
19	ciência	3	0,85
20	computador / computadores / uso do computador	3	0,85
21	contexto / contexto brasileiro / contextualização	3	0,85
22	educação / educação brasileira	3	0,85
23	educação científica / educação científica e tecnológica	3	0,85
24	formação continuada de professores	3	0,85

25	revisão bibliográfica / revisão de literatura	3	0,85
26	ação mediada / teoria da ação mediada	2	0,57
27	anos iniciais	2	0,57
28	capitalismo	2	0,57
29	cultura	2	0,57
30	educação ambiental	2	0,57
31	EJA	2	0,57
32	ensino fundamental / ensino fundamental I	2	0,57
33	física	2	0,57
34	interdisciplinaridade	2	0,57
35	marxismo	2	0,57
	materiais educacionais digitais / materiais educacionais		
36	informatizados	2	0,57
37	meios tecnológico-comunicativos	2	0,57
38	objetos tecnológicos	2	0,57
	pensamento latino-americano em ciência-tecnologia-sociedade /		
39	PIEARCTS	2	0,57
40	periódico / revista científica	2	0,57
41	química / química geral	2	0,57
42	redes sociais	2	0,57
43	simulações computacionais	2	0,57
44	tecnologia e sociedade	2	0,57
45	tecnologias computacionais / tecnologias digitais	2	0,57
46	abordagem conceitual	1	0,28
47	adolescência	1	0,28
48	agrotóxicos	1	0,28
49	ambiente multimídia	1	0,28
50	análise de rede	1	0,28
51	análise textual discursiva	1	0,28
52	anatomia	1	0,28
53	animações, simulações e laboratórios virtuais	1	0,28
54	anticorpos monoclonais	1	0,28
55	aprendizagem	1	0,28
56	aprendizagem móvel	1	0,28
57	artrópodes	1	0,28
58	atividade de estudo de física	1	0,28
59	ativismo	1	0,28
60	audiovisual	1	0,28
61	aulas de física	1	0,28
62	avaliação	1	0,28
63	bioinformática	1	0,28
64	biologia	1	0,28
65	biologia e tecnologia	1	0,28
66	biomecânica	1	0,28

67	blog	1	0,28
68	campo científico	1	0,28
69	ciência dos materiais	1	0,28
70	ciências biomédicas	1	0,28
71	cinema	1	0,28
72	citação	1	0,28
73	Colômbia	1	0,28
74	computação gráfica	1	0,28
75	computador no ensino de física	1	0,28
76	conceito científico	1	0,28
77	concepções de ciência	1	0,28
78	concepções de educação	1	0,28
79	concepções de ensino	1	0,28
80	concepções docentes	1	0,28
81	configurações curriculares	1	0,28
82	conhecimentos científico-tecnológicos	1	0,28
83	construtivismo	1	0,28
84	consumismo	1	0,28
85	cultura tecnológica	1	0,28
86	desenho instrucional	1	0,28
87	design participativo	1	0,28
88	didática	1	0,28
89	direcionamento do aluno	1	0,28
90	discussão em fórum	1	0,28
91	doação de sangue	1	0,28
92	docência	1	0,28
93	educação alimentar	1	0,28
94	educação em saúde	1	0,28
95	educação em tecnologia	1	0,28
96	educação não-formal	1	0,28
97	educação profissional	1	0,28
98	educação tecnológica	1	0,28
99	educação transformadora	1	0,28
100	ensino	1	0,28
101	ensino de biologia molecular	1	0,28
102	ensino de ciência e tecnologia	1	0,28
103	ensino de ciências e de saúde	1	0,28
104	ensino de ciências por investigação	1	0,28
105	ensino de engenharia	1	0,28
106	ensino por pesquisa	1	0,28
107	ensino-aprendizagem de Física	1	0,28
108	ergopedagogia	1	0,28
109	estilos de aprendizagem	1	0,28

110	estratégias de ensino	1	0,28
111	estudos curriculares	1	0,28
112	filmes documentários	1	0,28
113	flexibilidade cognitiva	1	0,28
114	forças intermoleculares	1	0,28
115	formação inicial	1	0,28
116	fórum de discussão	1	0,28
117	GenBank	1	0,28
118	gravitação	1	0,28
119	histologia	1	0,28
120	história e epistemologia	1	0,28
121	incubadoras de empresa de base tecnológica	1	0,28
122	informática	1	0,28
123	inovação curricular	1	0,28
124	inscrições didáticas	1	0,28
125	interação	1	0,28
126	investigação-ação	1	0,28
127	linguagens no ensino	1	0,28
128	livro didático	1	0,28
129	Ludwik Fleck	1	0,28
130	mapa conceitual	1	0,28
131	material didático	1	0,28
132	mediação pedagógica	1	0,28
133	meio ambiente	1	0,28
134	metodologia de ensino	1	0,28
135	mídias no ensino	1	0,28
136	mobilização	1	0,28
137	modelagem científica	1	0,28
138	modelagem computacional	1	0,28
139	movimentos pedagógicos progressistas	1	0,28
140	mudança conceitual	1	0,28
141	multimídia	1	0,28
142	nanociência	1	0,28
143	nanotecnologia	1	0,28
144	neoliberalismo	1	0,28
145	novas tecnologias	1	0,28
146	orbital de palavras-chave	1	0,28
147	orkut	1	0,28
148	Paulo Freire	1	0,28
149	pensamento narrativo e paradigmático	1	0,28
150	percepções	1	0,28
151	periódicos de Ensino	1	0,28
152	pesquisa baseada em design	1	0,28

153	pesquisa-ação	1	0,28
154	prática docente	1	0,28
155	práticas didático-pedagógicas	1	0,28
156	pro-álcool	1	0,28
157	processo formativo	1	0,28
158	produção de conhecimento escolar	1	0,28
159	professores	1	0,28
160	professores de ciências do ensino básico	1	0,28
161	programa de formação continuada	1	0,28
162	projetos de trabalho	1	0,28
163	qualidade	1	0,28
164	qualidade do ar interior	1	0,28
165	questões sociocientíficas	1	0,28
166	Química no Ensino Médio	1	0,28
167	recursos didáticos	1	0,28
168	reflexão docente	1	0,28
169	representação gráfica	1	0,28
170	representações docentes	1	0,28
171	representações químicas	1	0,28
172	resíduos eletrônicos	1	0,28
173	resolução de problemas	1	0,28
174	saber popular	1	0,28
175	sala de aula	1	0,28
176	sexualidade	1	0,28
177	simulação dinâmica	1	0,28
178	SOBEK	1	0,28
179	sociedade	1	0,28
180	surdos	1	0,28
181	T&E	1	0,28
182	taxonomia	1	0,28
183	tecnociência	1	0,28
184	temas controversos	1	0,28
185	temas sociocientíficos	1	0,28
186	teoria do mais-valor	1	0,28
187	teorias implícitas	1	0,28
188	trabalho de laboratório	1	0,28
189	vídeo	1	0,28
190	violência simbólica	1	0,28
191	visões dos professores	1	0,28
192	Web 2.0	1	0,28
193	webquest	1	0,28

---

Total: 352

---

**APÊNDICE C – Relação autores citados nos artigos que compõem o *corpus* da pesquisa**

<b>Ordem</b>	<b>Autores</b>	<b>Número de ocorrências</b>	<b>Percentual (%)</b>
1	Mortimer, E F	47	1,77
2	Santos, W L P	46	1,73
3	Brasil	43	1,62
4	Auler, D	38	1,43
5	Bazzo, W A	35	1,32
6	Delizoicov, D	34	1,28
7	Aikenhead, G	29	1,09
8	Freire, P	25	0,94
9	Angotti, J A P	24	0,90
10	Cerezo, J A L	22	0,83
11	Luján Lopes, J L	21	0,79
12	Cachapuz, A	20	0,75
13	Schnetzler, R P	20	0,75
14	Von Linsingen, I	19	0,71
15	Gil Perez, D	17	0,64
16	Carvalho, A M P	15	0,56
17	Fourez, G	15	0,56
18	Martins, I	15	0,56
19	Moreira, M A	15	0,56
20	Vilches, A	13	0,49
21	Pereira, L T V	12	0,45
22	Pinheiro, N A M	12	0,45
23	Silveira, R M C F	12	0,45
24	Dagnino, R	11	0,41
25	González García, M I	11	0,41
26	Reis, P R	11	0,41
27	Chassot, A	10	0,38
28	Manassero Mas, M A E	10	0,38
29	Vázquez Alonso, A	10	0,38
30	Yager, R E	10	0,38
31	Zanetic, J	10	0,38
32	Amorim, A C R	9	0,34
33	Cruz, S M S C S	9	0,34
34	Giordan, M	9	0,34
35	Solbes, J	9	0,34
36	Demo, P	8	0,30
37	Galvão, C	8	0,30
38	Moran, J M	8	0,30
39	Nardi, R	8	0,30
40	Pernambuco, M M	8	0,30

41	Teixeira, P M M	8	0,30
42	Zylbersztajn, A	8	0,30
43	Almeida, M J P M	7	0,26
44	Auth, M A	7	0,26
45	Carvalho, W L P	7	0,26
46	Freitas, D	7	0,26
47	Latour, B	7	0,26
48	Pozo, J I	7	0,26
49	Thomas, H	7	0,26
50	Vaccarezza, L S	7	0,26
51	Vieira, R M	7	0,26
52	Winner, L	7	0,26
53	Ziman, J	7	0,26
54	Dalmolin, A M T	6	0,23
55	Hodson, D	6	0,23
56	Jonassen, D H	6	0,23
57	Jorge, A	6	0,23
58	Lévy, P	6	0,23
59	Machado, A H	6	0,23
60	Medeiros, A	6	0,23
61	Nascimento, T G	6	0,23
62	Rezende, F	6	0,23
63	Scott, P H	6	0,23
64	Strieder, R B	6	0,23
65	Vygotsky, L S	6	0,23
66	Waks, L	6	0,23
67	Alves, R	5	0,19
68	Amaral, E M R	5	0,19
69	Amaral, I A	5	0,19
70	Bachelard, G	5	0,19
71	Bizzo, N	5	0,19
72	Bourdieu, P	5	0,19
73	Bybee, R W	5	0,19
74	Carvalho, L M	5	0,19
75	Kensky, V M	5	0,19
76	Krajcik, J S	5	0,19
77	Membali, P	5	0,19
78	Pacey, A	5	0,19
79	Sanmartín, J	5	0,19
80	Tenreiro-Vieira, C	5	0,19
81	Veit, E A	5	0,19
82	Villani, A	5	0,19
83	Zuin, V G	5	0,19

84	Aguiar Júnior, O	4	0,15
85	Amador, F	4	0,15
86	Araújo, I S	4	0,15
87	Arroio, A	4	0,15
88	Arruda, S M	4	0,15
89	Barros, S S	4	0,15
90	Bolacha, E	4	0,15
91	Buchweitz, B	4	0,15
92	Del Pino, J C	4	0,15
93	Dorneles, P F T	4	0,15
94	Driver, R	4	0,15
95	Eichler, M	4	0,15
96	Fiolhais, C	4	0,15
97	Gordillo, M M	4	0,15
98	Granger, G G	4	0,15
99	Japiassu, H	4	0,15
100	Koepsel, R	4	0,15
101	Kuhn, T S	4	0,15
102	Lederman, N G	4	0,15
103	Lorenzetti, L	4	0,15
104	Maldaner, O A	4	0,15
105	Marx, K	4	0,15
106	Matthews, M R	4	0,15
107	Menezes, L C	4	0,15
108	Morin, E	4	0,15
109	Muenchen, C	4	0,15
110	Osorio, C O M	4	0,15
111	Ostermann, F	4	0,15
112	Paixão, F	4	0,15
113	Pedretti, E G	4	0,15
114	Porlán, R	4	0,15
115	Rosa, P R S	4	0,15
116	Rubba, P A	4	0,15
117	Santomé, J T	4	0,15
118	Santos, F M T	4	0,15
119	Saviani, D	4	0,15
120	Silva, L F	4	0,15
121	Tamir, P	4	0,15
122	Trivelato, S L F	4	0,15
123	Valdés, P	4	0,15
124	Valdés, P	4	0,15
125	Abreu, T B	3	0,11
126	Anderson, R D	3	0,11

127	Apple, M	3	0,11
128	Araújo, R F	3	0,11
129	Arroyo, M	3	0,11
130	Bastos, F	3	0,11
131	Belloni, M L	3	0,11
132	Bernardo, J R R	3	0,11
133	Caamaño, A	3	0,11
134	Cajas, F	3	0,11
135	Crespo, M A G	3	0,11
136	Cunha, M B	3	0,11
137	Cutcliffe, S	3	0,11
138	El-Hani, C N	3	0,11
139	Farias, C R O	3	0,11
140	Fensham, P J	3	0,11
141	Ferracioli, L	3	0,11
142	Firme, R N	3	0,11
143	Flôr, C C	3	0,11
144	Foucault, M	3	0,11
145	Garrido, E	3	0,11
146	Gil, D	3	0,11
147	Gómes, R J	3	0,11
148	Gunstone, R F	3	0,11
149	Habermas, J	3	0,11
150	Hanesian, H	3	0,11
151	Hewson, P M	3	0,11
152	Hosoume, Y	3	0,11
153	Hunsche, S	3	0,11
154	Jacobson, M J	3	0,11
155	Johnstone, A H	3	0,11
156	Kawamura, M R D	3	0,11
157	Layton, D	3	0,11
158	Leach, J	3	0,11
159	Lemgruber, M S	3	0,11
160	Lopes, J B	3	0,11
161	Lutfi, M	3	0,11
162	Machado, D I	3	0,11
163	Marandino, M	3	0,11
164	Marcondes, M E R	3	0,11
165	Martínez Torregrosa, J	3	0,11
166	McLaren, P	3	0,11
167	Medina, M	3	0,11
168	Mitcham, C	3	0,11
169	Mizukami, M G N	3	0,11

170	Mól, G	3	0,11
171	Osborne, J	3	0,11
172	Piaget, J	3	0,11
173	Pierson, A H C	3	0,11
174	Pietrocola, M	3	0,11
175	Pretto, N L	3	0,11
176	Ratcliffe, M	3	0,11
177	Riquarts, K	3	0,11
178	Rodrigues, A M	3	0,11
179	Ryan, A G	3	0,11
180	Sachs, I	3	0,11
181	Santos, B S	3	0,11
182	Santos, M E V	3	0,11
183	Silva, D	3	0,11
184	Silva, H C	3	0,11
185	Silva, M A	3	0,11
186	Snyders, G	3	0,11
187	Souza, C A	3	0,11
188	Spiro, R J	3	0,11
189	Tao, P K	3	0,11
190	Trindade, J	3	0,11
191	UNESCO	3	0,11
192	Vargas, M	3	0,11
193	Wartha, E J	3	0,11
194	Wu, H	3	0,11
195	Zeidler, D L	3	0,11
196	Zoller, U	3	0,11
197	Albe, V	2	0,08
198	Amaral, A	2	0,08
199	Amaral, C L C	2	0,08
200	Andrade, E C P	2	0,08
201	Araújo, M S T	2	0,08
202	Baranauskas, M C C	2	0,08
203	Barolli, E	2	0,08
204	Barros Filho, J	2	0,08
205	Barros, D M	2	0,08
206	Benite, C R M	2	0,08
207	Bijker, W E	2	0,08
208	Bortoletto, A	2	0,08
209	Breton, P	2	0,08
210	Bunge, M	2	0,08
211	Camargo, E P	2	0,08
212	Camiletti, G G	2	0,08

213	Candau, V M F	2	0,08
214	Carson, R	2	0,08
215	Cassiani, S	2	0,08
216	Castelfranchi, J	2	0,08
217	Castells, M	2	0,08
218	Charlot, B	2	0,08
219	Chripino, A	2	0,08
220	Coll, C	2	0,08
221	Collins, H	2	0,08
222	Coutinho, C P	2	0,08
223	Damke, I R	2	0,08
224	Davyt, A	2	0,08
225	Duschl, R A	2	0,08
226	Echeverría, A R	2	0,08
227	Feenberg, A	2	0,08
228	Ferrão, L	2	0,08
229	Ferreira, V F	2	0,08
230	Fitzgerald, G	2	0,08
231	Fontes, A	2	0,08
232	Fracalanza, H	2	0,08
233	Freire, A S	2	0,08
234	Freitas, A C C	2	0,08
235	Frigotto, G	2	0,08
236	Gabel, D L	2	0,08
237	Galiazzi, M C	2	0,08
238	Garcia-Milá, M	2	0,08
239	Gardner, P	2	0,08
240	Gaskell, P J	2	0,08
241	Gehlen, S T	2	0,08
242	Gouvêa, G	2	0,08
243	Grandy, R	2	0,08
244	Grinspun, M P S	2	0,08
245	Guisasola, J	2	0,08
246	Hallingen, H	2	0,08
247	Hannafin, M J	2	0,08
248	Harkness, W L	2	0,08
249	Hazen, R M	2	0,08
250	Herrera, A	2	0,08
251	Holman, J	2	0,08
252	Holton, G	2	0,08
253	Hurd, P D	2	0,08
254	Iglesia, P M	2	0,08
255	Imbernón, F	2	0,08

256	Kosminsky, L	2	0,08
257	Leal, M C	2	0,08
258	Levinson, R	2	0,08
259	Liao, Y C	2	0,08
260	Liguori, L M	2	0,08
261	Lima, L S	2	0,08
262	Lowe, I	2	0,08
263	Macdonald, S	2	0,08
264	Maciel, M D	2	0,08
265	Mansour, N	2	0,08
266	Maroja, C	2	0,08
267	Marques, C A	2	0,08
268	Martín del Pozo, R	2	0,08
269	Martínez, A E	2	0,08
270	Martins, I P	2	0,08
271	Martins, M C	2	0,08
272	Mazzeu, F J C	2	0,08
273	McConnel, M C	2	0,08
274	Mcdermott, L C	2	0,08
275	Megid Neto, J	2	0,08
276	Merton, R K	2	0,08
277	Millar, R	2	0,08
278	Miller, J D	2	0,08
279	Monteiro, R S	2	0,08
280	Montoro, I F	2	0,08
281	Moraes, A M	2	0,08
282	Moraes, R	2	0,08
283	Nóvoa, A	2	0,08
284	Oliveira, H T	2	0,08
285	Orquiza, L M	2	0,08
286	Pacca, J L A	2	0,08
287	Paixão, M F	2	0,08
288	Palacios, F A	2	0,08
289	Palumbo, D B	2	0,08
290	Papert, S	2	0,08
291	Pedrosa, M A	2	0,08
292	Peduzzi, L O Q	2	0,08
293	Peláez, A L	2	0,08
294	Pinch, T J	2	0,08
295	Pinheiro, T F	2	0,08
296	Postman, N	2	0,08
297	Queiroz, S L	2	0,08
298	Recuero, R	2	0,08

299	Roberts, D A	2	0,08
300	Rôças, G	2	0,08
301	Romanelli, L I	2	0,08
302	Rosa, L P	2	0,08
303	Roso, C C	2	0,08
304	Rye, J A	2	0,08
305	Sábato, J A	2	0,08
306	Sadler, T D	2	0,08
307	Salinas, J	2	0,08
308	Sampaio, M M F	2	0,08
309	Sanchez, C G	2	0,08
310	Santos, M E	2	0,08
311	Santos, P L V	2	0,08
312	Sanz, M A	2	0,08
313	Selles, S E	2	0,08
314	Semrau, L	2	0,08
315	Silva, E L	2	0,08
316	Silva, E L	2	0,08
317	Silva, M P	2	0,08
318	Silva, R M G	2	0,08
319	Silva, T T	2	0,08
320	Silva, V H D	2	0,08
321	Siqueira-Batista, R	2	0,08
322	Sjoberg, S	2	0,08
323	Soloway, J	2	0,08
324	Souza, A R	2	0,08
325	Souza, M L	2	0,08
326	Souza, S C	2	0,08
327	Stiefel, B M	2	0,08
328	Stueder, D M	2	0,08
329	Sutil, N	2	0,08
330	Tavares, R	2	0,08
331	Shinn, T	2	0,08
332	Tortajada, J F T	2	0,08
333	Trefil, J	2	0,08
334	Utges, G	2	0,08
335	Vale, J M F	2	0,08
336	Verastzo, E V	2	0,08
337	Vergara, D A	2	0,08
338	Vianna, D M	2	0,08
339	Wiesenmayer, R L	2	0,08
340	Wynne, B	2	0,08
341	Lijnse, P	2	0,08

342	Thuillier, P	1	0,04
343	Abd-El-Khalick, F	1	0,04
344	Abi-El-Mona, I	1	0,04
345	Abraham, M R	1	0,04
346	Abranmovay, M	1	0,04
347	Acevedo, J M	1	0,04
348	Ackermann, P	1	0,04
349	Acot, P	1	0,04
350	Adams, W K	1	0,04
351	Afonso, J C	1	0,04
352	Aguiar, C E	1	0,04
353	Aguiar, L	1	0,04
354	Akcay, H	1	0,04
355	Akkoyunlu, B	1	0,04
356	Alarcão, I	1	0,04
357	Alava, S	1	0,04
358	Albano, N J A	1	0,04
359	Albuquerque, M G	1	0,04
360	Alegria, J	1	0,04
361	Alencastro, R B	1	0,04
362	Alexandre, M P J	1	0,04
363	Allum, N	1	0,04
364	Almeida Filho, J R	1	0,04
365	Almeida Filho, N	1	0,04
366	Almeida, A P	1	0,04
367	Almeida, J	1	0,04
368	Almeida, J C M	1	0,04
369	Almeida, N	1	0,04
370	Almeida, V O	1	0,04
371	Alonso, A S M	1	0,04
372	Alonso, S M	1	0,04
373	Alsop, S	1	0,04
374	Alvarez, A	1	0,04
375	Alves-Filho, J P	1	0,04
376	Alves, M C F	1	0,04
377	Alves, P F	1	0,04
378	Alves, V M	1	0,04
379	Amaral, S B	1	0,04
380	Amaral, S F	1	0,04
381	Anderson, D	1	0,04
382	Anderson, R B	1	0,04
383	Andersson, B	1	0,04
384	Andrade Neto, A S	1	0,04

385	Andrade, J A N	1	0,04
386	Andrade, M E	1	0,04
387	Andre, C F	1	0,04
388	Andrella Neto, R	1	0,04
389	Andrés, M Z	1	0,04
390	Antonioli, P	1	0,04
391	Aragão, R M R	1	0,04
392	Araújo, A B	1	0,04
393	Araújo, R M	1	0,04
394	Arocena, R	1	0,04
395	Asoko, H	1	0,04
396	Assmann, H	1	0,04
397	Assunção, A A	1	0,04
398	Atkin, J M	1	0,04
399	Atkin, M	1	0,04
400	Augé, M	1	0,04
401	Avanzi, M R	1	0,04
402	Azevedo, M C P S	1	0,04
403	Azocar, M A	1	0,04
404	Babbitt, B C	1	0,04
405	Bacon, R A	1	0,04
406	Bakhtin, M M	1	0,04
407	Ball, S J	1	0,04
408	Barab, S	1	0,04
409	Barbeta, V B	1	0,04
410	Barbosa, A	1	0,04
411	Barbosa, R M	1	0,04
412	Barchi, B A	1	0,04
413	Barlette, V E	1	0,04
414	Barnes, J A	1	0,04
415	Barreras, M	1	0,04
416	Barreto, R	1	0,04
417	Barreto, S M	1	0,04
418	Barros, J F	1	0,04
419	Bartholomew, H	1	0,04
420	Bartolomé, A	1	0,04
421	Bastos, H F B N	1	0,04
422	Bastos, J A S L A	1	0,04
423	Bastos, W G	1	0,04
424	Batista, N A	1	0,04
425	Bauman, Z	1	0,04
426	Bazin, M	1	0,04
427	Beckett, P	1	0,04

428	Bell, R L	1	0,04
429	Beltran, N O	1	0,04
430	Benakouche, T	1	0,04
431	Bencze, J L	1	0,04
432	Bencze, L	1	0,04
433	Benjamin, W	1	0,04
434	Bennáassar, A	1	0,04
435	Bentes, I	1	0,04
436	Berbel, N N	1	0,04
437	Berger, C	1	0,04
438	Berger, P L	1	0,04
439	Bernal, J D	1	0,04
440	Bernardelli, M S	1	0,04
441	Bernstein, B	1	0,04
442	Bettencourt, K B	1	0,04
443	Bingle, W H	1	0,04
444	Blikstein, P	1	0,04
445	Bocheco, O	1	0,04
446	Böck, B S	1	0,04
447	Boff, L	1	0,04
448	Bohm, D	1	0,04
449	Bollini, L	1	0,04
450	Bomfim, A M	1	0,04
451	Bonenberger, C J	1	0,04
452	Borges, G L A	1	0,04
453	Borges, R M R	1	0,04
454	Borrero, M	1	0,04
455	Bortoloto, T M	1	0,04
456	Bossolan, N R S	1	0,04
457	Botana, N	1	0,04
458	Bowker, R R	1	0,04
459	Boyle, T	1	0,04
460	Braga, M A	1	0,04
461	Bragaw, D H	1	0,04
462	Brake, M	1	0,04
463	Bravo, B	1	0,04
464	Bravo, T I	1	0,04
465	Brenzikofer, R	1	0,04
466	Brickhouse, N W	1	0,04
467	Bridges, D	1	0,04
468	Bridgstock, M	1	0,04
469	Brincones, I	1	0,04
470	Brito, A	1	0,04

471	Brito, L D	1	0,04
472	Bronson, G	1	0,04
473	Brossard, D	1	0,04
474	Brousseau, G	1	0,04
475	Brown, J S	1	0,04
476	Bruner, J S	1	0,04
477	Brunning, C	1	0,04
478	Brusic, S A	1	0,04
479	Brzezinski, I	1	0,04
480	Bunce, D M	1	0,04
481	Burnside, J	1	0,04
482	Bustamante, J	1	0,04
483	Buttow, N C	1	0,04
484	Byrne, M S	1	0,04
485	Bzuneck, J A	1	0,04
486	Cabral, C S	1	0,04
487	Caetano, S S	1	0,04
488	Caillot, M	1	0,04
489	Cajete, G A	1	0,04
490	Calabrese Barton, A	1	0,04
491	Calderon, S	1	0,04
492	Camargo, S	1	0,04
493	Campos, F C A	1	0,04
494	Campos, G H B	1	0,04
495	Campos, K R	1	0,04
496	Campos, L M L	1	0,04
497	Campos, M C C	1	0,04
498	Canabarro, P H	1	0,04
499	Canário, R	1	0,04
500	Cañas, A J	1	0,04
501	Canavarro, J M	1	0,04
502	Cancino, M E C	1	0,04
503	Candela, A	1	0,04
504	Canuto, E C A	1	0,04
505	Canuto, S	1	0,04
506	Capecchi, M C V M	1	0,04
507	Capitão, Z	1	0,04
508	Cardinali, S M M	1	0,04
509	Cardoso, A	1	0,04
510	Carletto, M R	1	0,04
511	Carlone, H B	1	0,04
512	Carneiro, L R C	1	0,04
513	Carneiro, M H S	1	0,04

514	Carnot, M	1	0,04
515	Carr, W	1	0,04
516	Carraher, D W	1	0,04
517	Carraro, G	1	0,04
518	Carré, A D	1	0,04
519	Carvalho, A A A	1	0,04
520	Carvalho, J C Q	1	0,04
521	Cassab, M	1	0,04
522	Cassol, M B F	1	0,04
523	Castanha, D	1	0,04
524	Castro-Goméz, S	1	0,04
525	Castro, E N F	1	0,04
526	Castro, M B	1	0,04
527	Castro, R S	1	0,04
528	Cavalcante, E C B	1	0,04
529	Cavalcanti, C J H	1	0,04
530	Cavalcanti, D	1	0,04
531	Cavalcanti, J A	1	0,04
532	Cazden, C B	1	0,04
533	Cazelli, S	1	0,04
534	Cerati, T M	1	0,04
535	Cerqueira, T C S	1	0,04
536	Chalmers, A F	1	0,04
537	Chambers, W	1	0,04
538	Chandrasekaran, B	1	0,04
539	Chevallard, Y	1	0,04
540	Chinelli, M	1	0,04
541	Chou, C	1	0,04
542	Cirino, M M	1	0,04
543	Clastres, P	1	0,04
544	Clebsch, A B	1	0,04
545	Clements, D H	1	0,04
546	Cobern, W W	1	0,04
547	Coelho, J C	1	0,04
548	Coelho, N	1	0,04
549	Coelho, R O	1	0,04
550	Colinvaux, D	1	0,04
551	Collins, B P	1	0,04
552	Colômbia	1	0,04
553	Colombo, C R	1	0,04
554	Contreras, J	1	0,04
555	Copolo, C F	1	0,04
556	Correa, A L L	1	0,04

557	Corrêa, R F	1	0,04
558	Correia, C R D	1	0,04
559	Correia, P	1	0,04
560	Cortella, M S	1	0,04
561	Costa, A	1	0,04
562	Costa, E L	1	0,04
563	Costa, J W	1	0,04
564	Costa, P R R	1	0,04
565	Costa, R	1	0,04
566	Costa, S S	1	0,04
567	Costa, V B	1	0,04
568	Coulson, R L	1	0,04
569	Coultard, R M	1	0,04
570	Coutinho, K	1	0,04
571	Coutinho, L M	1	0,04
572	Cronjé, J C	1	0,04
573	Crook, C	1	0,04
574	Cruz, H P	1	0,04
575	Cunha, A M O	1	0,04
576	Cunha, F S R	1	0,04
577	Cupani, A	1	0,04
578	Curado, M C C	1	0,04
579	Custódio, J F	1	0,04
580	D'Abreu, J V	1	0,04
581	d'Abreu, R T V	1	0,04
582	Da Ros, M A	1	0,04
583	Dalgarno, B	1	0,04
584	Date, M P S	1	0,04
585	Davidson, A	1	0,04
586	Dawes, L	1	0,04
587	Dazzani, M	1	0,04
588	De Bastos, F P	1	0,04
589	De Boer, E G	1	0,04
590	De Vries, M J	1	0,04
591	Deconto, D C S	1	0,04
592	Dee-Lucas, D	1	0,04
593	Del Río, P	1	0,04
594	Delgado, V H L	1	0,04
595	Dennis, K	1	0,04
596	Deprá, P	1	0,04
597	Deus, T C	1	0,04
598	Diakidoy, I A	1	0,04
599	Dias, A C G	1	0,04

600	Dias, A S	1	0,04
601	Dias, C C	1	0,04
602	Dias, D R	1	0,04
603	Dias, P	1	0,04
604	Díaz, E	1	0,04
605	Dib, S M F	1	0,04
606	Díez, A M P	1	0,04
607	Dimenstein, G	1	0,04
608	Diniz, J M	1	0,04
609	Diniz, R E S	1	0,04
610	Diório, A P I	1	0,04
611	Dixon, B	1	0,04
612	Do Carmo, A F	1	0,04
613	Dobke, R P D	1	0,04
614	Dodge, B	1	0,04
615	Dolmans, D H J M	1	0,04
616	Doménech, J L	1	0,04
617	Donn, S	1	0,04
618	Donzelli, V	1	0,04
619	Doolittle, P	1	0,04
620	Dori, Y J	1	0,04
621	Duarte, N	1	0,04
622	Duarte, R	1	0,04
623	Duffy, T M	1	0,04
624	Duggan, S	1	0,04
625	Durant, J	1	0,04
626	Echeverría, J	1	0,04
627	Edwards, A D	1	0,04
628	Edwards, M	1	0,04
629	Eijkelhof, H M C	1	0,04
630	Ellul, J	1	0,04
631	Elmore, R F	1	0,04
632	Enguita, M F	1	0,04
633	Erdem, E	1	0,04
634	España, E	1	0,04
635	Esperto, A P A	1	0,04
636	Espírito Santo, M M	1	0,04
637	Eurydice	1	0,04
638	Fabri, F	1	0,04
639	Fagundes, L	1	0,04
640	Fanaro, M D L A	1	0,04
641	Fanica, J F C	1	0,04
642	Farias, S B	1	0,04

643	Fávero, M L A	1	0,04
644	Föderov, A N	1	0,04
645	Felício, A C K	1	0,04
646	Felinto, E	1	0,04
647	Feltovich, P J	1	0,04
648	Fernadéz, M	1	0,04
649	Fernandes, F	1	0,04
650	Fernández González, J	1	0,04
651	Férnandez, I	1	0,04
652	Fernández, P	1	0,04
653	Ferraz, L N C	1	0,04
654	Ferreira, A C	1	0,04
655	Ferreira, J M B	1	0,04
656	Ferreira, S	1	0,04
657	Ferreira, Z M	1	0,04
658	Ferrés, J	1	0,04
659	Figueiredo, A D D	1	0,04
660	Figueiredo, D R	1	0,04
661	Figueiredo, O	1	0,04
662	Figueroa, D	1	0,04
663	Finkelstein, N D	1	0,04
664	Finnegan, R	1	0,04
665	Fischer, R B	1	0,04
666	Fitzsimmons, S J	1	0,04
667	Fleck, L	1	0,04
668	Flikinger, H G	1	0,04
669	Foley, J D	1	0,04
670	Fonseca, J A V	1	0,04
671	Fontoura, H A	1	0,04
672	Formenton, E R	1	0,04
673	Forteza, A	1	0,04
674	Fragoso, S	1	0,04
675	Francisco, C A	1	0,04
676	Franco, C	1	0,04
677	Franco, M A	1	0,04
678	Frederick, W A	1	0,04
679	Freeman, L C	1	0,04
680	Freiberg, P	1	0,04
681	Freire Jr, O	1	0,04
682	Freitag, B	1	0,04
683	Freitas, E L	1	0,04
684	Freitas, H A	1	0,04
685	Freitas, J S	1	0,04

686	Freitas, M A	1	0,04
687	Freitas, M T A	1	0,04
688	Frenedoza, R C	1	0,04
689	Fruet, F S O	1	0,04
690	Fuller, S	1	0,04
691	Fullick, P	1	0,04
692	Fusari, J C	1	0,04
693	Futuyma, D J	1	0,04
694	Gabini, W S	1	0,04
695	Gadotti, M	1	0,04
696	Gagné, R M	1	0,04
697	Galagovsky, L Y	1	0,04
698	Galembeck, E	1	0,04
699	Galimberti, U	1	0,04
700	Gallo, S	1	0,04
701	García-Carmona, A	1	0,04
702	Garcia, C A	1	0,04
703	García, J	1	0,04
704	García, J E	1	0,04
705	Garcia, M A C	1	0,04
706	Garcia, P	1	0,04
707	Garcia, P B	1	0,04
708	García, T A	1	0,04
709	Garcia, T C M	1	0,04
710	Gardner, P L	1	0,04
711	Gasparini, S M	1	0,04
712	Gastal, M L A	1	0,04
713	Gatti, S R T	1	0,04
714	Gayford, C	1	0,04
715	Gebara, M J F	1	0,04
716	Georgiadou, A	1	0,04
717	Geremias, B M	1	0,04
718	Gess-Newsome, J	1	0,04
719	Gianella, T R	1	0,04
720	Gibbons, M	1	0,04
721	Giddens, A	1	0,04
722	Gil, S	1	0,04
723	Gillespie, R G	1	0,04
724	Giraldi, P M	1	0,04
725	Giroux, H	1	0,04
726	Giroux, S	1	0,04
727	Gleiser, M	1	0,04
728	Goffard, M	1	0,04

729	Góis, J	1	0,04
730	Goldman, S L	1	0,04
731	Gomes, E S	1	0,04
732	Gomes, L F	1	0,04
733	Gómez, Y H	1	0,04
734	Gonçalves, F J F	1	0,04
735	Gonçalves, F P	1	0,04
736	Gonçalves, L P	1	0,04
737	Gonzáles Castro, V	1	0,04
738	Gonzáles Manet, E	1	0,04
739	González, A R R	1	0,04
740	González, E	1	0,04
741	Gonzalez, F G	1	0,04
742	González, F J	1	0,04
743	González, M	1	0,04
744	Goodson, I F	1	0,04
745	Gore, J M	1	0,04
746	Gosciola, V	1	0,04
747	Gotardi, O L N	1	0,04
748	Gott, R	1	0,04
749	Gouvea, G	1	0,04
750	Gouveia, A A	1	0,04
751	Gouveia, T	1	0,04
752	Graells, P M	1	0,04
753	Gras-Martí, A	1	0,04
754	Gras, H M	1	0,04
755	Gravina, M H	1	0,04
756	Gredler, M E	1	0,04
757	Grosbaum, M W	1	0,04
758	Grosfoguel, R	1	0,04
759	Guerra, M A S	1	0,04
760	Guimarães, A	1	0,04
761	Guimarães, G M A	1	0,04
762	Guimarães, M A	1	0,04
763	Hall, S A	1	0,04
764	Halloun, I	1	0,04
765	Hamilton, R J	1	0,04
766	Hand, B	1	0,04
767	Harasim, L S R	1	0,04
768	Harrison, A G	1	0,04
769	Hart, C	1	0,04
770	Hart, E P	1	0,04
771	Heath, P A	1	0,04

772	Heckler, V	1	0,04
773	Hede, A	1	0,04
774	Heidegger, M	1	0,04
775	Heidemann, L A	1	0,04
776	Heilborn, M L	1	0,04
777	Heineck, R	1	0,04
778	Helms, J	1	0,04
779	Hernández, A L	1	0,04
780	Herscovitz, O	1	0,04
781	Hestenes, D	1	0,04
782	Hewitt, J	1	0,04
783	Hewitt, N M	1	0,04
784	Hewson, M G	1	0,04
785	Hicks, D	1	0,04
786	Hilário, T	1	0,04
787	Hines, P J	1	0,04
788	Hmelo-Silver, C E	1	0,04
789	Hobsbawn, E	1	0,04
790	Hoffmann, L	1	0,04
791	Holen, A	1	0,04
792	Holtermann, K	1	0,04
793	Hood, J B	1	0,04
794	Hostins, R C L	1	0,04
795	Hounshell, P B	1	0,04
796	Hughes, T P	1	0,04
797	Infante-Malachias, M	1	0,04
798	Ingles, K G	1	0,04
799	Insausti, M J	1	0,04
800	Ioannides, C	1	0,04
801	Irvin, P S	1	0,04
802	Islas, S M	1	0,04
803	Jacinski, E	1	0,04
804	Jankowiski, D H	1	0,04
805	Jaramillo, M C	1	0,04
806	Jardón, A	1	0,04
807	Jazo, L	1	0,04
808	Jegade, O	1	0,04
809	Jehng, J C	1	0,04
810	Jenkins, E	1	0,04
811	Jesus, R M V	1	0,04
812	Jickling, B	1	0,04
813	Jivraj, A	1	0,04
814	Jones, L L	1	0,04

815	Jones, M B	1	0,04
816	Jones, T	1	0,04
817	Jordão, R S	1	0,04
818	Joyce, B	1	0,04
819	Juan, X	1	0,04
820	Juuti, K	1	0,04
821	Kannkunen, M	1	0,04
822	Kaptjein, M	1	0,04
823	Karat, M T	1	0,04
824	Katzkowik, R	1	0,04
825	Kawasaki, C S	1	0,04
826	Keller, C J	1	0,04
827	Kember, D	1	0,04
828	Kemmis, S	1	0,04
829	Kendeou, P	1	0,04
830	Keogh, M	1	0,04
831	Kerpelman, L C	1	0,04
832	Kipnis, N	1	0,04
833	Kiwera, K A	1	0,04
834	Klahr, D	1	0,04
835	Klein, P D	1	0,04
836	Kleinman, D L	1	0,04
837	Knain, E	1	0,04
838	Kneller, G	1	0,04
839	Kohl, P B	1	0,04
840	Kortland, J	1	0,04
841	Kortland, K	1	0,04
842	Koshmann, T	1	0,04
843	Kramer, S	1	0,04
844	Krapas, S	1	0,04
845	Kreimer, P	1	0,04
846	Krummenauer, W L	1	0,04
847	Kumar, D	1	0,04
848	Kumpulainen, K	1	0,04
849	Kuperberg, M	1	0,04
850	Kynigos, C	1	0,04
851	Lacerda Neto, J C N	1	0,04
852	Lacey, H	1	0,04
853	Lahera, J	1	0,04
854	Lakerveld, J	1	0,04
855	Lalueza, J L	1	0,04
856	Lang, M	1	0,04
857	Larkin, J H	1	0,04

858	Larson, J O	1	0,04
859	Lavonen, J	1	0,04
860	Laws, P	1	0,04
861	Lazarini, R A M	1	0,04
862	Leão, I	1	0,04
863	Leão, M B C	1	0,04
864	Lebeaume, J	1	0,04
865	Lee, S	1	0,04
866	Lefoe, G	1	0,04
867	Leite, C L K	1	0,04
868	Leite, L S	1	0,04
869	Leite, M T M	1	0,04
870	Lemke, J L	1	0,04
871	Lemos, A	1	0,04
872	Lenoir, T	1	0,04
873	Lenoir, Y	1	0,04
874	Leonard, W J	1	0,04
875	Lévy-Leblond, J	1	0,04
876	Lewenstein, B V	1	0,04
877	Lewis, J	1	0,04
878	Licht, P L	1	0,04
879	Lima Junior, P	1	0,04
880	Lima, D	1	0,04
881	Lima, J R	1	0,04
882	Lima, L B	1	0,04
883	Lima, L F	1	0,04
884	Lima, M C E	1	0,04
885	Lima, M F C	1	0,04
886	Lima, V A	1	0,04
887	Lima, V M R	1	0,04
888	Lin, H	1	0,04
889	Lindemann, R H	1	0,04
890	Linhares, E F	1	0,04
891	Linsingen, L V	1	0,04
892	Lisboa, E S	1	0,04
893	Lopes, A R C	1	0,04
894	Lopes, B	1	0,04
895	Lopes, C V M	1	0,04
896	Lopes, N C	1	0,04
897	López, S	1	0,04
898	Loreto, E L S	1	0,04
899	Loucks-Horsley, S	1	0,04
900	Loving, C C	1	0,04

901	Loyolla, W	1	0,04
902	Lozada, A O	1	0,04
903	Lozada, C O	1	0,04
904	Lozano, D L P	1	0,04
905	Lucena, M W F P	1	0,04
906	Luckmann, T	1	0,04
907	Luzzi, D A	1	0,04
908	Macedo, B	1	0,04
909	Macedo, C C	1	0,04
910	Machado, A	1	0,04
911	Machado, C A	1	0,04
912	Mackenzie, M	1	0,04
913	Magalhães, S I R	1	0,04
914	Maher, M	1	0,04
915	Maia, C E	1	0,04
916	Maiztegui, A	1	0,04
917	Malcom, D	1	0,04
918	Maluf, M C G	1	0,04
919	Mano, S M F	1	0,04
920	Mantoan, M T E	1	0,04
921	Manzano, M C	1	0,04
922	Marchelli, P S	1	0,04
923	Marchesi, A	1	0,04
924	Mariano, G E	1	0,04
925	Marques, A R L	1	0,04
926	Marrero, J	1	0,04
927	Martín-Barbero, J	1	0,04
928	Martin, B	1	0,04
929	Martín, J	1	0,04
930	Martinand, J L	1	0,04
931	Martinez Losada, C	1	0,04
932	Martínez Pérez, L F	1	0,04
933	Martinez-Gracia, M V	1	0,04
934	Martínez, L	1	0,04
935	Martins, A J	1	0,04
936	Martins, C A G	1	0,04
937	Martins, J	1	0,04
938	Martins, R A	1	0,04
939	Martins, T L C	1	0,04
940	Masetto, M T	1	0,04
941	Masini, E F S	1	0,04
942	Matos, E A	1	0,04
943	Matos, M L	1	0,04

944	Matsunaga, R T	1	0,04
945	Mattar, J	1	0,04
946	Mattelart, A	1	0,04
947	Mayer, R E	1	0,04
948	Mayr, E	1	0,04
949	Mazda, X	1	0,04
950	Mc Luhan, M	1	0,04
951	McCutcheon, G	1	0,04
952	McKavanagh, C	1	0,04
953	McKnight, C	1	0,04
954	McNiff, J	1	0,04
955	Mehan, H	1	0,04
956	Mellado Jiménez	1	0,04
957	Melo, T B	1	0,04
958	Membiela, I	1	0,04
959	Meneses, J V	1	0,04
960	Merazzi, D W	1	0,04
961	Merino, M	1	0,04
962	Merryfield, M M	1	0,04
963	Mesquita, N A	1	0,04
964	Meyer, D	1	0,04
965	Mezalira, S M	1	0,04
966	Milaré, T	1	0,04
967	Mion, R A	1	0,04
968	Miranda, A L	1	0,04
969	Mitchener, C P	1	0,04
970	Moita, F M G S C	1	0,04
971	Montardo, S	1	0,04
972	Monteiro, B S	1	0,04
973	Monteiro, M E P F	1	0,04
974	Monteiro, M G F M	1	0,04
975	Monteiro, P J M	1	0,04
976	Moraes, E	1	0,04
977	Moraes, I J	1	0,04
978	Moraes, M O	1	0,04
979	Morais, A M	1	0,04
980	Morais, J F R	1	0,04
981	Moreira, A F B	1	0,04
982	Moreira, I C	1	0,04
983	Moreira, M	1	0,04
984	Moreno, R A	1	0,04
985	Moresco, S F S	1	0,04
986	Mors, P M	1	0,04

987	Mortalla, T D	1	0,04
988	Mory, E H	1	0,04
989	Motoyama, S	1	0,04
990	Moura, M O	1	0,04
991	Mundim, J V	1	0,04
992	Murray, J H	1	0,04
993	Myers, G	1	0,04
994	Napolitano, M	1	0,04
995	Narasimhan, M G	1	0,04
996	Nascimento, F	1	0,04
997	Nascimento, S S	1	0,04
998	Nazir, J	1	0,04
999	Nelson, W A	1	0,04
1000	Nentwing, P	1	0,04
1001	Neves, C M C A	1	0,04
1002	Neves, I P	1	0,04
1003	Neves, J	1	0,04
1004	Neves, M C D	1	0,04
1005	Neves, M R	1	0,04
1006	Nicolaci-da-Costa, A M	1	0,04
1007	Nicolli, A	1	0,04
1008	Nigri, E	1	0,04
1009	Nigro, F	1	0,04
1010	Nigro, R G	1	0,04
1011	Noë, A	1	0,04
1012	Novaes, H	1	0,04
1013	Nunes, D R P	1	0,04
1014	Nurmi, S	1	0,04
1015	O'Donnell, A	1	0,04
1016	Oberg, A A	1	0,04
1017	Ogborn, J	1	0,04
1018	Oliveira, A L	1	0,04
1019	Oliveira, C C	1	0,04
1020	Oliveira, C M A	1	0,04
1021	Oliveira, D L	1	0,04
1022	Oliveira, E G	1	0,04
1023	Oliveira, F	1	0,04
1024	Oliveira, J D	1	0,04
1025	Oliveira, J R S O	1	0,04
1026	Oliveira, L D	1	0,04
1027	Oliveira, M R N	1	0,04
1028	Oliveira, R S	1	0,04
1029	Oliveira, S	1	0,04

1030	Orcajo, T I	1	0,04
1031	Ordóñez, J F	1	0,04
1032	Orsolini, M A	1	0,04
1033	Osada, J	1	0,04
1034	Osborne, R J	1	0,04
1035	Oskay, O O	1	0,04
1036	Osório, M	1	0,04
1037	Otero, G F	1	0,04
1038	Otero, M R	1	0,04
1039	Özmen, H	1	0,04
1040	Pacheco, S B	1	0,04
1041	Pais, L C	1	0,04
1042	Paiva, A P S	1	0,04
1043	Paiva, J	1	0,04
1044	Palacios, J	1	0,04
1045	Paleari, L M	1	0,04
1046	Pallof, M R	1	0,04
1047	Palma Filho, J C	1	0,04
1048	Palma, A M	1	0,04
1049	Palma, G	1	0,04
1050	Pansera-de-Araújo, M C	1	0,04
1051	Paolucci, R	1	0,04
1052	Parent, R	1	0,04
1053	Parente, A	1	0,04
1054	Parrinder, P	1	0,04
1055	Pastor, A A	1	0,04
1056	Paula, G S	1	0,04
1057	Paula, H F	1	0,04
1058	Pêcheux, M	1	0,04
1059	Pelgrum, W J	1	0,04
1060	Pelissoli, L	1	0,04
1061	Pellerin, B	1	0,04
1062	Penafria, M	1	0,04
1063	Penick, J E	1	0,04
1064	Pereira, B T	1	0,04
1065	Pereira, G	1	0,04
1066	Pereira, P B	1	0,04
1067	Pereira, S P A	1	0,04
1068	Pérez Gómez, A I	1	0,04
1069	Perez-Bustos, T	1	0,04
1070	Perkins, K K	1	0,04
1071	Perkins, S F	1	0,04
1072	Perrenoud, P	1	0,04

1073	Perry, G	1	0,04
1074	Pessanha, P R	1	0,04
1075	Peters, O	1	0,04
1076	Petraglia, I C	1	0,04
1077	Piassi, L P	1	0,04
1078	Piassi, L P C	1	0,04
1079	Piccinini, C	1	0,04
1080	Piconez, S C B	1	0,04
1081	Pierce, C	1	0,04
1082	Pierson, A	1	0,04
1083	Piletti, C	1	0,04
1084	Pilletti, N	1	0,04
1085	Pimenta, A G	1	0,04
1086	Pimenta, S G	1	0,04
1087	Pimentel, E C B	1	0,04
1088	Pimentel, Z P	1	0,04
1089	Pinch, T	1	0,04
1090	Pines, A L	1	0,04
1091	Pinheiro, T C	1	0,04
1092	Pinho Alves, J	1	0,04
1093	Pinto, B P	1	0,04
1094	Pitamiglio, S E L	1	0,04
1095	Pitiporntapin, S	1	0,04
1096	Podolefsky, N S	1	0,04
1097	Pogge, A	1	0,04
1098	Porto, F S	1	0,04
1099	Porto, M L O	1	0,04
1100	Posner, G J	1	0,04
1101	Poudrier, C	1	0,04
1102	Powell, M B	1	0,04
1103	Pradermwong, K	1	0,04
1104	Prado, M E B B	1	0,04
1105	Prata, R V	1	0,04
1106	Pratt, K	1	0,04
1107	Prensky, M	1	0,04
1108	Prieto, T	1	0,04
1109	Prigogine, I	1	0,04
1110	Primo, A F T	1	0,04
1111	Psocka, J	1	0,04
1112	Quadrado, A D	1	0,04
1113	Queirós, W	1	0,04
1114	Queiroz, G	1	0,04
1115	Quental V R	1	0,04

1116	Ragouet, P	1	0,04
1117	Rakes, G C	1	0,04
1118	Ramchandran, A R	1	0,04
1119	Ramos, E	1	0,04
1120	Ramos, G	1	0,04
1121	Rappoport, T	1	0,04
1122	Raupp, D T	1	0,04
1123	Redá, A	1	0,04
1124	Reed, S K	1	0,04
1125	Reses, G	1	0,04
1126	Reynolds, S	1	0,04
1127	Rezende Filho, L A C	1	0,04
1128	Rezende Jr, M F	1	0,04
1129	Rezende, D B	1	0,04
1130	Rezende, L	1	0,04
1131	Rezende, L A	1	0,04
1132	Rezende, T R M	1	0,04
1133	Rheingold, H	1	0,04
1134	Ribeiro Júnior, R M	1	0,04
1135	Ribeiro, M L S	1	0,04
1136	Ribeiro, T V	1	0,04
1137	Ricciardi, R M V	1	0,04
1138	Richardson, J	1	0,04
1139	Rieber, L P	1	0,04
1140	Riesbeck, C	1	0,04
1141	Rios, T A	1	0,04
1142	Rivero, A	1	0,04
1143	Robeens, K	1	0,04
1144	Robinson, D H	1	0,04
1145	Rocha, H V	1	0,04
1146	Rocha, J M B	1	0,04
1147	Rodrigo, M	1	0,04
1148	Rodrigues, A	1	0,04
1149	Rodrigues, C R	1	0,04
1150	Rodrigues, N	1	0,04
1151	Rodríguez, A	1	0,04
1152	Rojas, A	1	0,04
1153	Romanelli, O O	1	0,04
1154	Roque, G O	1	0,04
1155	Rosa, C T W	1	0,04
1156	Rosa, K	1	0,04
1157	Rosa, R T N	1	0,04
1158	Rosa, S E	1	0,04

1159	Rosa, V L	1	0,04
1160	Rossi, G	1	0,04
1161	Rousseau, J J	1	0,04
1162	Rozal, E F	1	0,04
1163	Rubini, G	1	0,04
1164	Ruiz-Moreno, L	1	0,04
1165	Ruiz, T	1	0,04
1166	Ryder, J	1	0,04
1167	Sá, L V	1	0,04
1168	Sá, S L	1	0,04
1169	Sacristán, J G	1	0,04
1170	Salomão, S R	1	0,04
1171	Samagaia, R	1	0,04
1172	Sampaio, M N	1	0,04
1173	Sant'Anna, V M	1	0,04
1174	Santos Filho, P F	1	0,04
1175	Santos, B	1	0,04
1176	Santos, D A	1	0,04
1177	Santos, D O	1	0,04
1178	Santos, E	1	0,04
1179	Santos, F	1	0,04
1180	Santos, G	1	0,04
1181	Santos, I	1	0,04
1182	Santos, J J	1	0,04
1183	Santos, J L	1	0,04
1184	Santos, J N	1	0,04
1185	Santos, L G	1	0,04
1186	Santos, M C	1	0,04
1187	Santos, P	1	0,04
1188	Santos, P R	1	0,04
1189	Santos, R	1	0,04
1190	Santos, R A	1	0,04
1191	Scalise, K	1	0,04
1192	Schall, V T	1	0,04
1193	Schamos, M H	1	0,04
1194	Schank, R C	1	0,04
1195	Scheid, N M J	1	0,04
1196	Schenker, A	1	0,04
1197	Schibeci, R	1	0,04
1198	Schineider, P J	1	0,04
1199	Schmall, A V	1	0,04
1200	Schmitz, L C	1	0,04
1201	Schoeder, E	1	0,04

1202	Schön, D A	1	0,04
1203	Schuhmacher, V R N	1	0,04
1204	Schwabe, D	1	0,04
1205	Schwartz, R S	1	0,04
1206	Schwarz, C V	1	0,04
1207	Seifert, O M L B	1	0,04
1208	Sell, F	1	0,04
1209	Selley, N J	1	0,04
1210	Selmer, R	1	0,04
1211	Sena, R M	1	0,04
1212	Serra, G M D	1	0,04
1213	Setton, M G J	1	0,04
1214	Setubal, M A	1	0,04
1215	Seymour, E	1	0,04
1216	Shah, P	1	0,04
1217	Shapiro, B L	1	0,04
1218	Shute, V J	1	0,04
1219	Shymansky, J A	1	0,04
1220	Sibília, P	1	0,04
1221	Silva Filho, J C	1	0,04
1222	Silva Filho, S M	1	0,04
1223	Silva, A B F	1	0,04
1224	Silva, A P B	1	0,04
1225	Silva, B O	1	0,04
1226	Silva, C A D	1	0,04
1227	Silva, C C	1	0,04
1228	Silva, G S	1	0,04
1229	Silva, I R	1	0,04
1230	Silva, J	1	0,04
1231	Silva, J R N	1	0,04
1232	Silva, L H A	1	0,04
1233	Silva, M E F	1	0,04
1234	Silva, M J	1	0,04
1235	Silva, O	1	0,04
1236	Silva, P A	1	0,04
1237	Silva, P B C	1	0,04
1238	Silva, P S	1	0,04
1239	Silva, R R	1	0,04
1240	Silva, T	1	0,04
1241	Silveira, F L	1	0,04
1242	Silverstone, R	1	0,04
1243	Simas Filho, J P	1	0,04
1244	Simon, H	1	0,04

1245	Sims, V K	1	0,04
1246	Sinclair, J McH	1	0,04
1247	Skinner, B F	1	0,04
1248	Slongo, I	1	0,04
1249	Snow, C P	1	0,04
1250	Soares, M N	1	0,04
1251	Soares, W	1	0,04
1252	Solomonidou, C	1	0,04
1253	Soloway, E	1	0,04
1254	Solves, J	1	0,04
1255	Somekh, B	1	0,04
1256	Souza, A	1	0,04
1257	Souza, D O	1	0,04
1258	Souza, K G	1	0,04
1259	Souza, R R	1	0,04
1260	Souza, R S	1	0,04
1261	Sparks, D	1	0,04
1262	Sperandeo-Mineo, R M	1	0,04
1263	Sperling, E R	1	0,04
1264	Stengers, I	1	0,04
1265	Stenvenson, I	1	0,04
1266	Stevenson, R	1	0,04
1267	Strike, K A	1	0,04
1268	Sturgis, P	1	0,04
1269	Subtil, M J	1	0,04
1270	Takahashi, T	1	0,04
1271	Talanquer, V	1	0,04
1272	Talim, L S	1	0,04
1273	Talim, S L	1	0,04
1274	Tardiff, M	1	0,04
1275	Tatim, S L	1	0,04
1276	Tavares, A P	1	0,04
1277	Teixeira, E S	1	0,04
1278	Teles, H L	1	0,04
1279	Teodoro, S R	1	0,04
1280	Testoni, L A	1	0,04
1281	Thier, H D	1	0,04
1282	Thomas, I D	1	0,04
1283	Timms, M	1	0,04
1284	Tonani, R	1	0,04
1285	Toniato, J D	1	0,04
1286	Tozoni-Reis, M F C	1	0,04
1287	Traver, M	1	0,04

1288	Tregust, D F	1	0,04
1289	Triona, L M	1	0,04
1290	Trópia, G	1	0,04
1291	Trotter, A	1	0,04
1292	Trumper, R	1	0,04
1293	Tsaparlis, G	1	0,04
1294	Turoff, M	1	0,04
1295	Usnick, V	1	0,04
1296	Valente, M O	1	0,04
1297	Valério, A M C P	1	0,04
1298	Valério, M	1	0,04
1299	Valiati, E R A	1	0,04
1300	Valle, B	1	0,04
1301	Valsiner, J	1	0,04
1302	Van de Pol, P	1	0,04
1303	Van Der Linden, M M G	1	0,04
1304	Vannuchi, A I	1	0,04
1305	Varsavsky, O	1	0,04
1306	Vasconcelos, F C	1	0,04
1307	Vasconcelos, F H L	1	0,04
1308	Vasconcelos, S C	1	0,04
1309	Vasconcelos, T	1	0,04
1310	Vásquez, A S	1	0,04
1311	Veermans, K	1	0,04
1312	Veiga-Neto, A	1	0,04
1313	Veiga, I P A	1	0,04
1314	Velho, L	1	0,04
1315	Velho, P	1	0,04
1316	Veras, M	1	0,04
1317	Viana, F E C	1	0,04
1318	Vilanova, R	1	0,04
1319	Villard, R	1	0,04
1320	Visschers-Pleijers, A J S F	1	0,04
1321	Vital, M L	1	0,04
1322	Von Glaserfeld, E	1	0,04
1323	Vos, W	1	0,04
1324	Vosloo, S	1	0,04
1325	Waarlo, A J	1	0,04
1326	Wainwright, C L	1	0,04
1327	Walberg, H J	1	0,04
1328	Wang, F	1	0,04
1329	Watanabe-Caramello, G	1	0,04
1330	Watson, F G	1	0,04

1331	Watts, M	1	0,04
1332	Weiner, J	1	0,04
1333	Weinstein, M	1	0,04
1334	Wellington, J J	1	0,04
1335	Wells, G	1	0,04
1336	Wesendonk, F S	1	0,04
1337	West, L H T	1	0,04
1338	Westgate, D P G	1	0,04
1339	Westphal, M	1	0,04
1340	Weymar, R R	1	0,04
1341	White, M D	1	0,04
1342	White, R T	1	0,04
1343	Wichnoski, P	1	0,04
1344	Wild, R	1	0,04
1345	Williams, C	1	0,04
1346	Williams, R	1	0,04
1347	Williamson, V M	1	0,04
1348	Wood-Robinson, C	1	0,04
1349	Woolgar, S	1	0,04
1350	Wynner, B	1	0,04
1351	Xavier Filha, C	1	0,04
1352	Xavier, E S	1	0,04
1353	Xavier, M C F	1	0,04
1354	Xavier, P M A	1	0,04
1355	Yilmaz, A	1	0,04
1356	Yore, L D	1	0,04
1357	Zanchetta Jr, J	1	0,04
1358	Zanon, L B	1	0,04
1359	Zanotti, L J	1	0,04
1360	Zappe, J A	1	0,04
1361	Zara, R A	1	0,04
1362	Zaragoza, F M	1	0,04
1363	Zeile, J V	1	0,04
1364	Zenun, K H	1	0,04
1365	Zimmerman, N	1	0,04
1366	Zinchenko	1	0,04
1367	Zuffo, M K	1	0,04
			<hr/>
			Total: 2.660
			<hr/>

**APÊNDICE D – Lista de autores dos artigos que compõem o *corpus* da pesquisa**

<b>Ordem</b>	<b>Autores</b>	<b>Número de ocorrências</b>	<b>Percentual (%)</b>
1	Décio Auler	6	2,14
2	Paulo Marcelo M. Teixeira	5	1,78
3	Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira	5	1,78
4	Walter Antonio Bazzo	5	1,78
5	Fábio da Purificação de Bastos	4	1,42
6	Flavia Rezende	4	1,42
7	Miriam Struchiner	4	1,42
8	Denise de Freitas	3	1,07
9	Edenia Maria Ribeiro do Amaral	3	1,07
10	José André Peres Angotti	3	1,07
11	Luiz Marcelo de Carvalho	3	1,07
12	Maria José Pereira Monteiro de Almeida	3	1,07
13	Alvaro Chrispino	2	0,71
14	Antonio Carlos Rodrigues de Amorim	2	0,71
15	Carlos Alberto Souza	2	0,71
16	Carmem Lúcia Costa Amaral	2	0,71
17	Cláudio dos Santos Dias Cola	2	0,71
18	Eliane Ângela Veit	2	0,71
19	Erivanildo Lopes da Silva	2	0,71
20	Fabiane Fabri	2	0,71
21	Guaracira Gouvêa	2	0,71
22	Irlan Von Linsingen	2	0,71
23	Ives Solano Araujo	2	0,71
24	Luciano Fernandes Silva	2	0,71
25	Luiz Gonzaga Roversi Genovese	2	0,71
26	Márcia Bengio de Albuquerque	2	0,71
27	Marco Aurélio Ferreira Brasil da Silva	2	0,71
28	Maria Cristina Leal	2	0,71
29	Maria Delourdes Maciel	2	0,71
30	Maria Eunice Ribeiro Marcondes	2	0,71
31	Mariana Brasil Ramos	2	0,71
32	Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro	2	0,71
33	Renato Eugênio da Silva Diniz	2	0,71
34	Ruth do Nascimento Firme	2	0,71
35	Thiago Vasconcelos Ribeiro	2	0,71
36	Wanderlei Sebastião Gabini	2	0,71
37	Wildson Luiz Pereira dos Santos	2	0,71
38	Abelardo Bento Araújo	1	0,36
39	Adriane de Lima Penteado	1	0,36
40	Agostinho Serrano	1	0,36
41	Alberto Jardón	1	0,36
42	Alexandre Cunha Vairo	1	0,36

43	Alexandre Lopes de Oliveira	1	0,36
44	Alice Helena Campos Pierson	1	0,36
45	Aliny Tinoco Santos	1	0,36
46	Ana Aleixo Diniz	1	0,36
47	Ana Claudia Carvalho de Freitas	1	0,36
48	Ana Cláudia Kasseboehmer	1	0,36
49	Ana Constância Macedo Faria	1	0,36
50	Ana Cristina Santos Duarte	1	0,36
51	Ana Júlia Calazans Duarte	1	0,36
52	Ana Maria Navas	1	0,36
53	Ana Paula Metz Costa	1	0,36
54	Ana Paula Sintra Paiva	1	0,36
55	Ana Paula Solino Bastos	1	0,36
56	André Coelho da Silva	1	0,36
57	Andréia Cristina Cunha Buffolo	1	0,36
58	Ângela Maria Hartmann	1	0,36
59	Anna Maria Canavarro Benite	1	0,36
60	Bernardo Buchweitz	1	0,36
61	Caetano Castro Roso	1	0,36
62	Carmen Roselaine de Oliveira Farias	1	0,36
63	Cátia Bettencourt	1	0,36
64	Celina Tenreiro-Vieira	1	0,36
65	Claudia Ajzen	1	0,36
66	Cláudio Aprígio da Silva	1	0,36
67	Cláudio José de Holanda Cavalcanti	1	0,36
68	Claudio Roberto Machado Benite	1	0,36
69	Cristhiane Cunha Flor	1	0,36
70	Cristiane Muenchen	1	0,36
71	Cristina Bruzzo	1	0,36
72	Dalva Aldrighi Vergara	1	0,36
73	Daniel Derrossi Meyer	1	0,36
74	Daniel Epstein	1	0,36
75	Daniel Iria Machado	1	0,36
76	Deise Miranda Vianna	1	0,36
77	Demétrio Delizoicov	1	0,36
78	Diana Carolina Peñal	1	0,36
79	Diomar Caríssimo Selli Deconto	1	0,36
80	Direu da Silva	1	0,36
81	Djana Contier	1	0,36
82	Eder Pires de Camargo	1	0,36
83	Eduardo da Silva Xavier	1	0,36
84	Eduardo Fleury Mortimer	1	0,36
85	Eduardo Galembeck	1	0,36
86	Elcio Schuhmacher	1	0,36
87	Elenise Cristina Pires de Andrade	1	0,36

88	Elenise Sauer	1	0,36
89	Élgion Lúcio Silva Loreto	1	0,36
90	Eliéverson Guerchi Gonzales	1	0,36
91	Elio Carlos Ricardo	1	0,36
92	Eliseo Berni Reategui	1	0,36
93	Elvis Vilela Rodrigues	1	0,36
94	Erika Zimmermann	1	0,36
95	Estéfano Vizconde Veraszto	1	0,36
96	Evelyn Gonçalves Lima	1	0,36
97	Fabio Castro Gouveia	1	0,36
98	Fábio Edenei Mainginski	1	0,36
99	Fábio L. Souza	1	0,36
100	Fernanda Costa da Cruz de Pontes	1	0,36
101	Fernanda Ostermann	1	0,36
102	Flávia Maria Teixeira dos Santos	1	0,36
103	Francisco Catelli	1	0,36
104	Geide Rosa Coelho	1	0,36
105	Giselle Rôças	1	0,36
106	Glen S. Aikenhead	1	0,36
107	Graciela Utges	1	0,36
108	Helder de Figueiredo e Paula	1	0,36
109	Helena Amaral da Fontoura	1	0,36
110	Heloisa Bastos	1	0,36
111	Henrique César da Silva	1	0,36
112	Henrique Jannuzzelli Pires-Do-Prado	1	0,36
113	Hilano José Rocha de Carvalho	1	0,36
114	Ileana Maria Greca	1	0,36
115	Ilse Abegg	1	0,36
116	Ioshiaqui Shimbo	1	0,36
117	Javier Toro-Baquero	1	0,36
118	Jeane Numeriano	1	0,36
119	Jhonatan da Silva Santos	1	0,36
120	João B. Santos Jr	1	0,36
121	John Lawrence Bencze	1	0,36
122	José Abdalla Helayël-Neto	1	0,36
123	José de Pinho Alves Filho	1	0,36
124	José Guilherme Santa-Rosa	1	0,36
125	José Lopes Velho	1	0,36
126	José Luis Chávez	1	0,36
127	José Roberto da Rocha Bernardo	1	0,36
128	José Tarcísio Franco de Camargo	1	0,36
129	Júlio Cesar Lopes	1	0,36
130	Karina Heck da Silva	1	0,36
131	Kátia Regina Cunha Flôr Vieira	1	0,36
132	Leila Cristina Aoyama Barbosa	1	0,36

133	Leonardo Fabio Martínez Pérez	1	0,36
134	Leonardo Silva de Lima	1	0,36
135	Leonir Lorenzetti	1	0,36
136	Leylane Porto Bittencourt	1	0,36
137	Lidia Ruiz-Moreno	1	0,36
138	Lívia Ferreira de Lima	1	0,36
139	Luana von Linsingen	1	0,36
140	Luciana Maria-Da-Silva	1	0,36
141	Luciane H. Akahoshi	1	0,36
142	Luis Feráboli	1	0,36
143	Luis Maurício Martins de Resende	1	0,36
144	Luís Paulo Piassi	1	0,36
145	Luiz Augusto C. de Rezende Filho	1	0,36
146	Lyn Carter	1	0,36
147	Ma. Maite Andrés	1	0,36
148	Marcelo Giordan	1	0,36
149	Marcelo José A. Aceituno Mederos	1	0,36
150	Marcelo Leandro Eichler	1	0,36
151	Marcelo Prado Amaral Rosa	1	0,36
152	Marcelo Ximenes Aguiar Bizerril	1	0,36
153	Marcia Duarte	1	0,36
154	Marcia Regina Carletto	1	0,36
155	Marco Antonio Cavalcanti Garcia	1	0,36
156	Marco Aurélio Alvarenga Monteiro	1	0,36
157	Marcus Vinicius Pereira	1	0,36
158	Margareth Mayer	1	0,36
159	Maria Aparecida da Silva	1	0,36
160	Maria Aparecida Rodrigues	1	0,36
161	Maria Cristina Pansera-de-Araújo	1	0,36
162	Maria de Lourdes Oliveira Porto	1	0,36
163	Maria Eleonora Feracin da Silva	1	0,36
164	Maria Luiza de Araújo Gastal	1	0,36
165	Maria Teresa Meirelles Leite	1	0,36
166	Maria Zanin	1	0,36
167	Mariana Morozesk	1	0,36
168	Márlon Herbert Flora Barbosa Soares	1	0,36
169	Martha Marandino	1	0,36
170	Maurício Pietrocola	1	0,36
171	Milton Antonio Auth	1	0,36
172	Miriam P. do Carmo	1	0,36
173	Míriam Stassun dos Santos	1	0,36
174	Mirjan Krstovic	1	0,36
175	Moisés Nascimento Soares	1	0,36
176	Muryel Pyetro Vidmar	1	0,36
177	Neusa Maria John Scheid	1	0,36

178	Orliney Maciel Guimarães	1	0,36
179	Patrícia Albergaria-Almeida	1	0,36
180	Patricia Fernández	1	0,36
181	Patrícia Montanari Giraldi	1	0,36
182	Paula Ramos	1	0,36
183	Paulo Cezar Santos Ventura	1	0,36
184	Paulo Lima Junior	1	0,36
185	Paulo Ricardo da Silva Rosa	1	0,36
186	Paulo Sérgio Marchelli	1	0,36
187	Pedro Guilherme Rocha dos Reis	1	0,36
188	Plácida L. V. Amorim da Costa Santos	1	0,36
189	Priscila Franco Binatto	1	0,36
190	Regina Maria Vieira Ricciardi	1	0,36
191	Rejane Aurora Mion	1	0,36
192	Renato Dagnino	1	0,36
193	Ricardo Luiz Zanotto	1	0,36
194	Ricieri Andrella Neto	1	0,36
195	Rita C. Suart	1	0,36
196	Roberto Rafael Dias da Silva	1	0,36
197	Roberto Rômulo de Medeiros Souza	1	0,36
198	Rodrigo Siqueira-Batista	1	0,36
199	Rosane Teresinha Nascimento da Rosa	1	0,36
200	Rui Marques Vieira	1	0,36
201	Sandra Mara Mezalira	1	0,36
202	Sérgio Camargo	1	0,36
203	Sergio Ferreira de Menezes	1	0,36
204	Silmara Alessi Guebur Roehrig	1	0,36
205	Silvaney de Oliveira	1	0,36
206	Sílvio Costa	1	0,36
207	Simoni Tormöhlen Gehlen	1	0,36
208	Sonia Maria Figueira Mano	1	0,36
209	Suzani Cassiani	1	0,36
210	Tainan Amorim Santana	1	0,36
211	Taís Rabetti Gianella	1	0,36
212	Thiago Brañas de Melo	1	0,36
213	Tiago José Benedito Eugênio	1	0,36
214	Vânia Gomes Zuin	1	0,36
215	Vera Rejane Niedersberg Schuhmacher	1	0,36
216	Victor M. Mujica	1	0,36
217	Virgínia Torres Schall	1	0,36
218	Wesley Fernandes Vaz	1	0,36
219	Yenny Maritza Villamil	1	0,36
220	Zulmira Medeiros	1	0,36

---

---

Total: 281

---

**APÊNDICE E – Lista das instituições de vínculo dos autores dos artigos que compõem o  
corpus da pesquisa**

<b>Ordem</b>	<b>Instituição</b>	<b>Número de ocorrências</b>	<b>Percentual (%)</b>
1	UFSC	18	9,78
2	UFSM	11	5,98
3	UFRJ	10	5,43
4	Unicamp	10	5,43
5	UNESP	9	4,89
6	UTFPR	7	3,80
7	UFRGS	6	3,26
8	UFSCar	6	3,26
9	USP	6	3,26
10	UESB	5	2,72
11	UFG	4	2,17
12	UFRPE	4	2,17
13	UnB	4	2,17
14	CEFET MG	3	1,63
15	Fiocruz	3	1,63
16	IFRJ	3	1,63
17	CEFET RJ	2	1,09
18	MAST	2	1,09
19	Rede Pública de Ensino do Estado de Pernambuco Secretaria de Estado de Estado de Educação do Distrito	2	1,09
20	Federal	2	1,09
21	UFMG	2	1,09
22	UFPR	2	1,09
23	Unijuí	2	1,09
24	Universidad Pedagógica Nacional - Colômbia	2	1,09
25	Universidade Cruzeiro do Sul	2	1,09
26	Universidade Estácio de Sá	2	1,09
27	Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas	1	0,54
28	Colégio Estadual João Barbosa Reis	1	0,54
29	Colégio Estadual Maria José de Lima Silveira	1	0,54
30	Escola Técnica Estadual de Rondonópolis	1	0,54
31	Faculdade Unicamps	1	0,54
32	FMPFM	1	0,54
33	Fundação Educacional Dr. Raul Bauab	1	0,54
34	FURB	1	0,54
35	IFNMG	1	0,54
36	IFSP	1	0,54
37	Instituto Piaget de Viseu - Portugal Instituto Superior de Educação das Faculdades Integradas de	1	0,54
38	Jaú	1	0,54

39	Peel District School Board	1	0,54
40	Rede Pública de Ensino do Estado de São Paulo	1	0,54
41	Secretaria de Estado da Educação do Estado do Paraná	1	0,54
42	UCP	1	0,54
43	UCS	1	0,54
44	UEG	1	0,54
45	UEM	1	0,54
46	UEPG	1	0,54
47	UERJ	1	0,54
48	UESC	1	0,54
49	UFES	1	0,54
50	UFF	1	0,54
51	UFFS	1	0,54
52	UFLA	1	0,54
53	UFMS	1	0,54
54	UFPE	1	0,54
55	UFPEL	1	0,54
56	UFRN	1	0,54
57	UFS	1	0,54
58	UFV	1	0,54
59	ULBRA	1	0,54
60	UNIFEI	1	0,54
61	UNIFESO	1	0,54
62	Unifesp	1	0,54
63	UNIOESTE	1	0,54
64	UNIP	1	0,54
65	Unipampa	1	0,54
66	UNIPINHAL	1	0,54
67	UNISUL	1	0,54
68	Universidad Central de Las Villas (UCLV)	1	0,54
69	Universidad Nacional de Rosario - Argentina	1	0,54
70	Universidad Pedagógica Experimental Libertador - Venezuela	1	0,54
71	Universidade Católica Australiana	1	0,54
72	Universidade de Aveiro - Portugal	1	0,54
73	Universidade de Lisboa - Portugal	1	0,54
74	Universidade de Toronto - Canadá	1	0,54
75	Universidade Nova de Lisboa	1	0,54
76	Universidade São Marcos	1	0,54
77	Université de Bourgogne	1	0,54
78	Université Paris 7	1	0,54
79	University of Saskatchewan Canada	1	0,54
80	UPE	1	0,54
81	URI	1	0,54
		Total: 184	

**APÊNDICE F – Relação autores citados para a concepção de ensino e educação nos artigos  
que compõem o *corpus* da pesquisa**

<b>Ordem</b>	<b>Autores</b>	<b>Número de ocorrências</b>	<b>Percentual (%)</b>
1	Brasil	43	2,50
2	Freire, P	25	1,45
3	Delizoicov, D	17	0,99
4	Gil Perez, D	17	0,99
5	Mortimer, E F	17	0,99
6	Angotti, J A P	15	0,87
7	Carvalho, A M P	15	0,87
8	Moreira, M A	15	0,87
9	Cachapuz, A	14	0,81
10	Krasilchik, M	12	0,70
11	Santos, W L P	11	0,64
12	Schnetzler, R P	11	0,64
13	Chassot, A	10	0,58
14	Praia, J	10	0,58
15	Ausubel, D P	9	0,52
16	Giordan, M	9	0,52
17	Demo, P	8	0,47
18	Almeida, M J P M	7	0,41
19	Galvão, C	7	0,41
20	Nardi, R	7	0,41
21	Pozo, J I	7	0,41
22	Reis, P R	7	0,41
23	Struchiner, M	7	0,41
24	Jonassen, D H	6	0,35
25	Jorge, A	6	0,35
26	Machado, A H	6	0,35
27	Medeiros, A	6	0,35
28	Medeiros, C F	6	0,35
29	Moran, J M	6	0,35
30	Rezende, F	6	0,35
31	Vygotsky, L S	6	0,35
32	Zanetic, J	6	0,35
33	Amaral, I A	5	0,29
34	Auth, M A	5	0,29
35	Bizzo, N	5	0,29
36	Fourez, G	5	0,29
37	Krajcik, J S	5	0,29
38	Novak, J D	5	0,29

39	Scott, P H	5	0,29
40	Veit, E A	5	0,29
41	Vilches, A	5	0,29
42	Aguiar Júnior, O	4	0,23
43	Amador, F	4	0,23
44	Amorim, A C R	4	0,23
45	Araújo, I S	4	0,23
46	Arroio, A	4	0,23
47	Arruda, S M	4	0,23
48	Bolacha, E	4	0,23
49	Bourdieu, P	4	0,23
50	Buchweitz, B	4	0,23
51	Carracosa-Alis, J	4	0,23
52	Del Pino, J C	4	0,23
53	Dorneles, P F T	4	0,23
54	Driver, R	4	0,23
55	Eichler, M	4	0,23
56	Fiolhais, C	4	0,23
57	Greca, I M R	4	0,23
58	Hodson, D	4	0,23
59	Lorenzetti, L	4	0,23
60	Maldaner, O A	4	0,23
61	Marchionini, G	4	0,23
62	Matthews, M R	4	0,23
63	Menezes, L C	4	0,23
64	Porlán, R	4	0,23
65	Rosa, P R S	4	0,23
66	Santomé, J T	4	0,23
67	Santos, F M T	4	0,23
68	Saviani, D	4	0,23
69	Silva, L F	4	0,23
70	Wertsch, J V	4	0,23
71	Zeichner, K M	4	0,23
72	Abib, M L V S	3	0,17
73	Apple, M	3	0,17
74	Arroyo, M	3	0,17
75	Bastos, F	3	0,17
76	Carvalho, L M	3	0,17
77	Cola, C S D	3	0,17
78	Crespo, M A G	3	0,17
79	Ferracioli, L	3	0,17
80	Foucault, M	3	0,17
81	Freitas, D	3	0,17

82	Garrido, E	3	0,17
83	Gowin, D B	3	0,17
84	Gunstone, R F	3	0,17
85	Hanesian, H	3	0,17
86	Hewson, P M	3	0,17
87	Jacobson, M J	3	0,17
88	Kawamura, R D	3	0,17
89	Laburú, C E	3	0,17
90	Leach, J	3	0,17
91	Lederman, N G	3	0,17
92	Libâneo, J C	3	0,17
93	Lutfi, M	3	0,17
94	Machado, D I	3	0,17
95	Marandino, M	3	0,17
96	Martínez Torregrosa, J	3	0,17
97	Martins, I	3	0,17
98	McLaren, P	3	0,17
99	Mizukami, M G N	3	0,17
100	Mól, G	3	0,17
101	Osborne, J	3	0,17
102	Ostermann, F	3	0,17
103	Pernambuco, M M	3	0,17
104	Pesa, M	3	0,17
105	Piaget, J	3	0,17
106	Pietrocola, M	3	0,17
107	Ratcliffe, M	3	0,17
108	Santos, M E V	3	0,17
109	Silva, H C	3	0,17
110	Snyders, G	3	0,17
111	Souza, C A	3	0,17
112	Spiro, R J	3	0,17
113	Tao, P K	3	0,17
114	Trindade, J	3	0,17
115	Valdés, P	3	0,17
116	Wartha, E J	3	0,17
117	Wu, H	3	0,17
118	Albe, V	2	0,12
119	Anderson, R D	2	0,12
120	Auler, D	2	0,12
121	Bachelard, G	2	0,12
122	Barros Filho, J	2	0,12
123	Barros, S S	2	0,12
124	Bednar, A K	2	0,12

125	Behrens, M A	2	0,12
126	Benite, A M C	2	0,12
127	Benite, C R M	2	0,12
128	Camargo, E P	2	0,12
129	Camiletti, G G	2	0,12
130	Candau, V M F	2	0,12
131	Carvalho, W L P	2	0,12
132	Charlot, B	2	0,12
133	Coll, C	2	0,12
134	Damke, I R	2	0,12
135	Duschl, R A	2	0,12
136	Echeverría, A R	2	0,12
137	El-Hani, C N	2	0,12
138	Ferreira, V F	2	0,12
139	Fitzgerald, G	2	0,12
140	Fosnot, C T	2	0,12
141	Fracalanza, H	2	0,12
142	Freire, A S	2	0,12
143	Frigotto, G	2	0,12
144	Gabel, D L	2	0,12
145	Galiazzi, M C	2	0,12
146	Garcia-Milá, M	2	0,12
147	Gehlen, S T	2	0,12
148	Grandy, R	2	0,12
149	Guisasola, J	2	0,12
150	Hannafin, M J	2	0,12
151	Hazen, R M	2	0,12
152	Imbernón, F	2	0,12
153	Johnstone, A H	2	0,12
154	Kosminsky, L	2	0,12
155	Leal, M C	2	0,12
156	Lemgruber, M S	2	0,12
157	Levinson, R	2	0,12
158	Liao, Y C	2	0,12
159	Liguori, L M	2	0,12
160	Loureiro, C F B	2	0,12
161	Maroja, C	2	0,12
162	Marques, C A	2	0,12
163	Martín del Pozo, R	2	0,12
164	Martínez, A E	2	0,12
165	Martins, I P	2	0,12
166	Mazzeu, F J C	2	0,12
167	Mcdermott, L C	2	0,12

168	Megid Neto, J	2	0,12
169	Millar, R	2	0,12
170	Miller, J D	2	0,12
171	Monteiro, E B	2	0,12
172	Montoro, I F	2	0,12
173	Moraes, R	2	0,12
174	Morin, E	2	0,12
175	Nascimento, T G	2	0,12
176	Nersessian, N J	2	0,12
177	Nóvoa, A	2	0,12
178	Pacca, J L A	2	0,12
179	Paixão, M F	2	0,12
180	Palumbo, D B	2	0,12
181	Papert, S	2	0,12
182	Peduzzi, L O Q	2	0,12
183	Pereira, A P	2	0,12
184	Perkins, D N	2	0,12
185	Ramos, P	2	0,12
186	Reeves, T C	2	0,12
187	Ribeiro, A A	2	0,12
188	Ricardo, E C	2	0,12
189	Roberts, D A	2	0,12
190	Rôças, G	2	0,12
191	Romanelli, L I	2	0,12
192	Sadler, T D	2	0,12
193	Salinas, J	2	0,12
194	Sampaio, M M F	2	0,12
195	Santos, P L V	2	0,12
196	Selles, S E	2	0,12
197	Semrau, L	2	0,12
198	Silva, D	2	0,12
199	Silva, R M G	2	0,12
200	Silva, T T	2	0,12
201	Soloway, J	2	0,12
202	Souza, A R	2	0,12
203	Tavares, R	2	0,12
204	Tenreiro-Vieira, C	2	0,12
205	Teodoro, V D	2	0,12
206	Terrazzan, E A	2	0,12
207	Trefil, J	2	0,12
208	UNESCO	2	0,12
209	Utges, G	2	0,12
210	Verastzo, E V	2	0,12

211	Vergara, D A	2	0,12
212	Villani, A	2	0,12
213	Wortmann, M L	2	0,12
214	Zabala, A	2	0,12
215	Zanon, D A V	2	0,12
216	Zimmermann, E	2	0,12
217	Zylbersztajn, A	2	0,12
218	Abd-El-Khalick, F	1	0,06
219	Abi-El-Mona, I	1	0,06
220	Abraham, M R	1	0,06
221	Abranmovay, M	1	0,06
222	Acevedo, J M	1	0,06
223	Ackermann, P	1	0,06
224	Adams, W K	1	0,06
225	Afonso, J C	1	0,06
226	Agraso, M F	1	0,06
227	Aguiar, C E	1	0,06
228	Aguiar, L	1	0,06
229	Aikenhead, G	1	0,06
230	Akkoyunlu, B	1	0,06
231	Alarcão, I	1	0,06
232	Albano, N J A	1	0,06
233	Albuquerque, M G	1	0,06
234	Alegria, J	1	0,06
235	Alencastro, R B	1	0,06
236	Alexandre, M P J	1	0,06
237	Almeida Filho, J R	1	0,06
238	Almeida Filho, N	1	0,06
239	Almeida, A P	1	0,06
240	Almeida, J	1	0,06
241	Almeida, J C M	1	0,06
242	Almeida, V O	1	0,06
243	Alonso, A S M	1	0,06
244	Alonso, S M	1	0,06
245	Alsop, S	1	0,06
246	Alvarez, A	1	0,06
247	Alves-Filho, J P	1	0,06
248	Alves, M C F	1	0,06
249	Alves, R	1	0,06
250	Alves, V M	1	0,06
251	Amaral, E M R	1	0,06
252	Anderson, G	1	0,06
253	Anderson, R B	1	0,06

254	Andersson, B	1	0,06
255	Andrade Neto, A S	1	0,06
256	Andrade, E C P	1	0,06
257	Andrade, M E	1	0,06
258	Andre, C F	1	0,06
259	Andrés, M Z	1	0,06
260	Anjos, L F	1	0,06
261	Anneta, L A	1	0,06
262	Antolin, V B	1	0,06
263	Aragão, R M R	1	0,06
264	Araújo, M S T	1	0,06
265	Araújo, R M	1	0,06
266	Artuso, A R	1	0,06
267	Asoko, H	1	0,06
268	Assunção, A A	1	0,06
269	Athayde, M I	1	0,06
270	Atkin, J M	1	0,06
271	Atkin, M	1	0,06
272	Avanzi, M R	1	0,06
273	Azevedo, M C P S	1	0,06
274	Azocar, M A	1	0,06
275	Babbitt, B C	1	0,06
276	Bacon, R A	1	0,06
277	Bakhtin, M M	1	0,06
278	Ball, S J	1	0,06
279	Barab, S	1	0,06
280	Baranauskas, M C C	1	0,06
281	Barbeta, V B	1	0,06
282	Barlette, V E	1	0,06
283	Barreras, M	1	0,06
284	Barreto, S M	1	0,06
285	Bartholomew, H	1	0,06
286	Bastos, W G	1	0,06
287	Batista, N A	1	0,06
288	Bauman, Z	1	0,06
289	Bazin, M	1	0,06
290	Behr, P A	1	0,06
291	Beichner, R J	1	0,06
292	Beltran, N O	1	0,06
293	Bencze, J L	1	0,06
294	Benjamin, W	1	0,06
295	Bentes, I	1	0,06
296	Berbel, N N	1	0,06

297	Berger, C	1	0,06
298	Bernardelli, M S	1	0,06
299	Bernstein, B	1	0,06
300	Bingle, W H	1	0,06
301	Blikstein, P	1	0,06
302	Bollini, L	1	0,06
303	Bomfim, A M	1	0,06
304	Bonenberger, C J	1	0,06
305	Borges, G L A	1	0,06
306	Borges, R M R	1	0,06
307	Bortoloto, T M	1	0,06
308	Bossolan, N R S	1	0,06
309	Bozelli, F C	1	0,06
310	Braga, M A	1	0,06
311	Brake, M	1	0,06
312	Bravo, B	1	0,06
313	Bravo, T I	1	0,06
314	Brenzikofer, R	1	0,06
315	Brickhouse, N W	1	0,06
316	Bridges, D	1	0,06
317	Brincones, I	1	0,06
318	Bronson, G	1	0,06
319	Brousseau, G	1	0,06
320	Brown, J S	1	0,06
321	Bruner, J S	1	0,06
322	Brunning, C	1	0,06
323	Brzezinski, I	1	0,06
324	Bunce, D M	1	0,06
325	Buttow, N C	1	0,06
326	Bzuneck, J A	1	0,06
327	Cabral, C S	1	0,06
328	Caillot, M	1	0,06
329	Cajete, G A	1	0,06
330	Calabrese Barton, A	1	0,06
331	Calderon, S	1	0,06
332	Campos, F C A	1	0,06
333	Campos, L M L	1	0,06
334	Campos, M C C	1	0,06
335	Canabarro, P H	1	0,06
336	Canário, R	1	0,06
337	Cañas, A J	1	0,06
338	Cancino, M E C	1	0,06
339	Candela, A	1	0,06

340	Canuto, E C A	1	0,06
341	Capecchi, M C V M	1	0,06
342	Capitão, Z	1	0,06
343	Carlone, H B	1	0,06
344	Carneiro, L R C	1	0,06
345	Carneiro, M H S	1	0,06
346	Carnot, M	1	0,06
347	Carr, W	1	0,06
348	Carraro, G	1	0,06
349	Carré, A D	1	0,06
350	Carter, L	1	0,06
351	Carvalho, A A A	1	0,06
352	Carvalho, J C Q	1	0,06
353	Carvalho, L G	1	0,06
354	Cassab, M	1	0,06
355	Castanha, D	1	0,06
356	Castelfranchi	1	0,06
357	Castro, E N F	1	0,06
358	Castro, M B	1	0,06
359	Castro, R S	1	0,06
360	Cavalcante, E C B	1	0,06
361	Cavalcanti, D	1	0,06
362	Cavalcanti, J A	1	0,06
363	Cazden, C B	1	0,06
364	Cazelli, S	1	0,06
365	Cerati, T M	1	0,06
366	Chambers, W	1	0,06
367	Chevallard, Y	1	0,06
368	Chinelli, M	1	0,06
369	Ciavata, M	1	0,06
370	Cicillini, G A	1	0,06
371	Cirino, M M	1	0,06
372	Ciscato, C A M	1	0,06
373	Clark, L	1	0,06
374	Cleary, C	1	0,06
375	Clebsch, A B	1	0,06
376	Clements, D H	1	0,06
377	Cobern, W W	1	0,06
378	Coelho, J C	1	0,06
379	Coelho, N	1	0,06
380	Coelho, R O	1	0,06
381	Colinvaux, D	1	0,06
382	Collins, B P	1	0,06

383	Colômbia	1	0,06
384	Contreras, J	1	0,06
385	Copolo, C F	1	0,06
386	Correia, C R D	1	0,06
387	Correia, P	1	0,06
388	Cortella, M S	1	0,06
389	Costa, A	1	0,06
390	Costa, E L	1	0,06
391	Costa, J W	1	0,06
392	Costa, P R R	1	0,06
393	Costa, S S	1	0,06
394	Costa, V B	1	0,06
395	Coulson, R L	1	0,06
396	Coultard, R M	1	0,06
397	Coutinho, C P	1	0,06
398	Coutinho, L M	1	0,06
399	Crook, C	1	0,06
400	Cruz, H P	1	0,06
401	Cruz, S M S	1	0,06
402	Cuban, L	1	0,06
403	Cunha, A M O	1	0,06
404	Cunningham, D	1	0,06
405	Curado, M C C	1	0,06
406	Custódio, J F	1	0,06
407	d'Abreu, R T V	1	0,06
408	Da Ros, M A	1	0,06
409	Dalgarno, B	1	0,06
410	Date, M P S	1	0,06
411	Dawes, L	1	0,06
412	Dayrell, J	1	0,06
413	Dazzani, M	1	0,06
414	De Bastos, F P	1	0,06
415	De Boer, E G	1	0,06
416	De Boita, L	1	0,06
417	De Vries, M J	1	0,06
418	Dee-Lucas, D	1	0,06
419	Del Río, P	1	0,06
420	Delgado, V H L	1	0,06
421	Deprá, P	1	0,06
422	Désautels, J	1	0,06
423	Deus, T C	1	0,06
424	Diakidoy, I A	1	0,06
425	Dias, A C G	1	0,06

426	Dias, A S	1	0,06
427	Dias, C C	1	0,06
428	Dib, S M F	1	0,06
429	Díez, A M P	1	0,06
430	Dimenstein, G	1	0,06
431	Diniz, J M	1	0,06
432	Diniz, R E S	1	0,06
433	Diório, A P I	1	0,06
434	Do Carmo, A F	1	0,06
435	Dobke, R P D	1	0,06
436	Dolmans, D H J M	1	0,06
437	Doménech, J L	1	0,06
438	Donzelli, V	1	0,06
439	Doolittle, P	1	0,06
440	Dori, Y J	1	0,06
441	Duarte, N	1	0,06
442	Duarte, R	1	0,06
443	Duffy, T M	1	0,06
444	Duggan, S	1	0,06
445	Durant, J	1	0,06
446	Edwards, A D	1	0,06
447	Edwards, M	1	0,06
448	Elmore, R F	1	0,06
449	Enguita, M F	1	0,06
450	Erdem, E	1	0,06
451	Esperto, A P A	1	0,06
452	Espírito Santo, M M	1	0,06
453	Eurydice	1	0,06
454	Fanaro, M D L A	1	0,06
455	Fanica, J F C	1	0,06
456	Farias, S B	1	0,06
457	Fávero, M L A	1	0,06
458	Föderov, A N	1	0,06
459	Feldman, A	1	0,06
460	Felício, A C K	1	0,06
461	Feltovich, P J	1	0,06
462	Fernadéz, M	1	0,06
463	Fernandes, F	1	0,06
464	Fernández González, J	1	0,06
465	Férnandez, I	1	0,06
466	Fernández, P	1	0,06
467	Ferrari, N	1	0,06
468	Ferreira, E P	1	0,06

469	Ferreira, L B	1	0,06
470	Ferreira, L H	1	0,06
471	Ferreira, S	1	0,06
472	Ferreira, Z M	1	0,06
473	Ferrés, J	1	0,06
474	Figueiredo, A D D	1	0,06
475	Figueiredo, O	1	0,06
476	Figueroa, D	1	0,06
477	Finkelstein, N D	1	0,06
478	Fischer, R B	1	0,06
479	Fitzsimmons, S J	1	0,06
480	Fleck, L	1	0,06
481	Flikinger, H G	1	0,06
482	Flôr, C C	1	0,06
483	Fonseca, J A V	1	0,06
484	Forgiarini, M S	1	0,06
485	Formenton, E R	1	0,06
486	Forquin, J C	1	0,06
487	Forteza, A	1	0,06
488	Francisco Junior, W E	1	0,06
489	Francisco, C A	1	0,06
490	Franco, C	1	0,06
491	Franco, M A	1	0,06
492	Freire Jr, O	1	0,06
493	Freitas, E L	1	0,06
494	Freitas, H A	1	0,06
495	Freitas, M A	1	0,06
496	Freitas, M T A	1	0,06
497	Fruet, F S O	1	0,06
498	Fujii, S R S	1	0,06
499	Furió, C	1	0,06
500	Furusato, O M A	1	0,06
501	Fusari, J C	1	0,06
502	Gabini, W S	1	0,06
503	Gadotti, M	1	0,06
504	Gagné, R M	1	0,06
505	Galagovsky, L Y	1	0,06
506	Galembeck, E	1	0,06
507	Gallo, S	1	0,06
508	García, J E	1	0,06
509	Garcia, M A C	1	0,06
510	Garcia, P	1	0,06
511	Garcia, P B	1	0,06

512	García, T A	1	0,06
513	Gardner, P L	1	0,06
514	Gasparini, S M	1	0,06
515	Gastal, M L A	1	0,06
516	Gatti, S R T	1	0,06
517	Gayford, C	1	0,06
518	Gebara, M J F	1	0,06
519	Georgiadou, A	1	0,06
520	Geremias, B M	1	0,06
521	Gertzog, W A	1	0,06
522	Gess-Newsome, J	1	0,06
523	Gianella, T R	1	0,06
524	Giesta, S	1	0,06
525	Gil-Quílez, M J	1	0,06
526	Gil, D	1	0,06
527	Gil, S	1	0,06
528	Gillespie, R G	1	0,06
529	Giraldi, P M	1	0,06
530	Giroux, H	1	0,06
531	Giroux, S	1	0,06
532	Goffard, M	1	0,06
533	Góis, J	1	0,06
534	Gomes, E S	1	0,06
535	Gomes, L F	1	0,06
536	Gonçalves, F P	1	0,06
537	Gonçalves, L P	1	0,06
538	González, E	1	0,06
539	Gonzalez, F G	1	0,06
540	Goodson, I F	1	0,06
541	Gordillo, M	1	0,06
542	Gore, J M	1	0,06
543	Gott, R	1	0,06
544	Gouvea, G	1	0,06
545	Gouveia, A A	1	0,06
546	Gouveia, F C	1	0,06
547	Gouveia, T	1	0,06
548	Gras-Martí, A	1	0,06
549	Gravina, M H	1	0,06
550	Gredler, M E	1	0,06
551	Grinspun, M P S	1	0,06
552	Grosbaum, M W	1	0,06
553	Guerra, M A S	1	0,06
554	Guimarães, G M A	1	0,06

555	Guimarães, M A	1	0,06
556	Guimarães, O M	1	0,06
557	Güllich, R I C	1	0,06
558	Gurgel, C M	1	0,06
559	Guzzetti, B J	1	0,06
560	Hall, S A	1	0,06
561	Halloun, I	1	0,06
562	Hamilton, R J	1	0,06
563	Hand, B	1	0,06
564	Harasim, L S R	1	0,06
565	Harrison, A G	1	0,06
566	Hart, C	1	0,06
567	Hart, E P	1	0,06
568	Hartmann, A M	1	0,06
569	Hartwig, R	1	0,06
570	Häussler, P	1	0,06
571	Heckler, V	1	0,06
572	Hede, A	1	0,06
573	Heidemann, L A	1	0,06
574	Heilborn, M L	1	0,06
575	Heineck, R	1	0,06
576	Helms, J	1	0,06
577	Hernández, A L	1	0,06
578	Herscovitz, O	1	0,06
579	Hestenes, D	1	0,06
580	Hewitt, N M	1	0,06
581	Hewson, M G	1	0,06
582	Hicks, D	1	0,06
583	Hilário, T	1	0,06
584	Hines, P J	1	0,06
585	Hmelo-Silver, C E	1	0,06
586	Hoffmann, L	1	0,06
587	Holen, A	1	0,06
588	Holtermann, K	1	0,06
589	Holton, G	1	0,06
590	Hood, J B	1	0,06
591	Hosoume, Y	1	0,06
592	Hostins, R C L	1	0,06
593	Hounshell, P B	1	0,06
594	Hursb, D	1	0,06
595	Infante-Malachias, M	1	0,06
596	Insausti, M J	1	0,06
597	Ioannides, C	1	0,06

598	Irvin, P S	1	0,06
599	Irwin, A R	1	0,06
600	Islas, S M	1	0,06
601	Jaakkola, T	1	0,06
602	Jankowski, D H	1	0,06
603	Jardón, A	1	0,06
604	Jegade, O J	1	0,06
605	Jehng, J C	1	0,06
606	Jenkins, E	1	0,06
607	Jesus, R M V	1	0,06
608	Jones, L L	1	0,06
609	Jones, M B	1	0,06
610	Jones, T	1	0,06
611	Jordão, R S	1	0,06
612	Joyce, B	1	0,06
613	Juan, X	1	0,06
614	Juuti, K	1	0,06
615	Kannkunen, M	1	0,06
616	Karat, M T	1	0,06
617	Kawamura, M R D	1	0,06
618	Kawasaki, C S	1	0,06
619	Keiny, S	1	0,06
620	Keller, C J	1	0,06
621	Kember, D	1	0,06
622	Kemmis, S	1	0,06
623	Kendeou, P	1	0,06
624	Keogh, M	1	0,06
625	Kerpelman, L C	1	0,06
626	Kipnis, N	1	0,06
627	Klahr, D	1	0,06
628	Klein, P D	1	0,06
629	Kleinman, D L	1	0,06
630	Knain, E	1	0,06
631	Kohl, P B	1	0,06
632	Kortland, J	1	0,06
633	Koshmann, T	1	0,06
634	Kramer, S	1	0,06
635	Krapas, S	1	0,06
636	Krummenauer, W L	1	0,06
637	Kumpulainen, K	1	0,06
638	Kwan, K	1	0,06
639	Kynigos, C	1	0,06
640	Lacey, H	1	0,06

641	Lahera, J	1	0,06
642	Lakerveld, J	1	0,06
643	Lang, M	1	0,06
644	Larkin, J H	1	0,06
645	Larson, J O	1	0,06
646	Lavonen, J	1	0,06
647	Laws, P	1	0,06
648	Layton, D	1	0,06
649	Lazarini, R A M	1	0,06
650	Leão, M B C	1	0,06
651	Lebeaume, J	1	0,06
652	Lee, S	1	0,06
653	Lefoe, G	1	0,06
654	Leite, C L K	1	0,06
655	Leite, L S	1	0,06
656	Leite, M T M	1	0,06
657	Leite, R C M	1	0,06
658	Lemke, J L	1	0,06
659	Lenoir, Y	1	0,06
660	Leonard, W J	1	0,06
661	Lewis, J	1	0,06
662	Licht, P L	1	0,06
663	Lijnse, P L	1	0,06
664	Lima, D	1	0,06
665	Lima, J R	1	0,06
666	Lima, L B	1	0,06
667	Lima, L F	1	0,06
668	Lima, M C E	1	0,06
669	Lima, M F C	1	0,06
670	Lima, V A	1	0,06
671	Lima, V M R	1	0,06
672	Lindemann, R H	1	0,06
673	Linhares, E F	1	0,06
674	Linsingen, L V	1	0,06
675	Lopes, A R C	1	0,06
676	Lopes, C V M	1	0,06
677	Lopes, J B	1	0,06
678	López, S	1	0,06
679	Loreto, E L S	1	0,06
680	Loucks-Horsley, S	1	0,06
681	Loving, C C	1	0,06
682	Lozada, A O	1	0,06
683	Lozada, C O	1	0,06

684	Lucena, M W F P	1	0,06
685	Macdonald, S	1	0,06
686	Macedo, C C	1	0,06
687	Machado, A	1	0,06
688	Machado, C A	1	0,06
689	Maggio, M	1	0,06
690	Maia Vidal, E	1	0,06
691	Malcom, D	1	0,06
692	Maluf, M C G	1	0,06
693	Mano, S M F	1	0,06
694	Mantoan, M T E	1	0,06
695	Manzano, M C	1	0,06
696	Marchelli, P S	1	0,06
697	Marchesi, A	1	0,06
698	Marco-Stiefel, B	1	0,06
699	Marcondes, M E R	1	0,06
700	Mariano, G E	1	0,06
701	Marques, A R L	1	0,06
702	Marrero, J	1	0,06
703	Martin, B	1	0,06
704	Martín, J	1	0,06
705	Martinand, J L	1	0,06
706	Martinez Losada, C	1	0,06
707	Martínez Pérez, L F	1	0,06
708	Martinez-Gracia, M V	1	0,06
709	Martínez, L	1	0,06
710	Martins, A J	1	0,06
711	Martins, C A G	1	0,06
712	Martins, M C	1	0,06
713	Martins, R A	1	0,06
714	Martins, T L C	1	0,06
715	Masetto, M T	1	0,06
716	Masini, E F S	1	0,06
717	Matsunaga, R T	1	0,06
718	Mayer, R E	1	0,06
719	Mazda, X	1	0,06
720	McCutcheon, G	1	0,06
721	McNiff, J	1	0,06
722	Mehan, H	1	0,06
723	Mellado Jiménez	1	0,06
724	Meneses, J V	1	0,06
725	Merazzi, D W	1	0,06
726	Merino, M	1	0,06

727	Mesquita, N A	1	0,06
728	Milaré, T	1	0,06
729	Mion, R A	1	0,06
730	Miranda, N A	1	0,06
731	Moita, F M G S C	1	0,06
732	Monteiro, B S	1	0,06
733	Monteiro, J A	1	0,06
734	Monteiro, M A A	1	0,06
735	Monteiro, M E P F	1	0,06
736	Monteiro, M G F M	1	0,06
737	Monteiro, P J M	1	0,06
738	Moorjani, A	1	0,06
739	Moraes, E C	1	0,06
740	Moraes, G	1	0,06
741	Moraes, I J	1	0,06
742	Moraes, M O	1	0,06
743	Morais, A M	1	0,06
744	Moreira, A F B	1	0,06
745	Moreira, I C	1	0,06
746	Moreira, M	1	0,06
747	Moreno, R A	1	0,06
748	Moresco, S F S	1	0,06
749	Morgan, A R	1	0,06
750	Mors, P M	1	0,06
751	Mory, E H	1	0,06
752	Moura, M O	1	0,06
753	Muenchen, C	1	0,06
754	Napolitano, M	1	0,06
755	Nascimento, F	1	0,06
756	Nelson, W A	1	0,06
757	Nentwing, P	1	0,06
758	Neves, I P	1	0,06
759	Neves, M C D	1	0,06
760	Neves, M R	1	0,06
761	Newton, P	1	0,06
762	Nicolli, A	1	0,06
763	Nigro, R G	1	0,06
764	Noë, A	1	0,06
765	Nogueira, F	1	0,06
766	Nunes, D R P	1	0,06
767	Núñez, P	1	0,06
768	Nurmi, S	1	0,06
769	Oaigen, E	1	0,06

770	Oberg, A A	1	0,06
771	Ogborn, J	1	0,06
772	Oliveira Filho, K S	1	0,06
773	Oliveira, A L	1	0,06
774	Oliveira, C C	1	0,06
775	Oliveira, C M A	1	0,06
776	Oliveira, D L	1	0,06
777	Oliveira, E G	1	0,06
778	Oliveira, J D	1	0,06
779	Oliveira, K	1	0,06
780	Oliveira, L D	1	0,06
781	Oliveira, M R N	1	0,06
782	Oliveira, R S	1	0,06
783	Oliveira, S	1	0,06
784	Oliveira, T	1	0,06
785	Orcajo, T I	1	0,06
786	Orquiza, L M C	1	0,06
787	Orsolini, M A	1	0,06
788	Osada, J	1	0,06
789	Oskay, O O	1	0,06
790	Otero, M R	1	0,06
791	Otero, R M	1	0,06
792	Pacheco, J A	1	0,06
793	Pacheco, S B	1	0,06
794	Paiva, A P S	1	0,06
795	Paiva, J	1	0,06
796	Paivio, A	1	0,06
797	Palacios, J	1	0,06
798	Paleari, L M	1	0,06
799	Palma Filho, J C	1	0,06
800	Palma, A M	1	0,06
801	Palma, G	1	0,06
802	Paolucci, R	1	0,06
803	Parrinder, P	1	0,06
804	Pastor, A A	1	0,06
805	Paula, G S	1	0,06
806	Paula, H F	1	0,06
807	Pêcheux, M	1	0,06
808	Pedretti, E G	1	0,06
809	Pelgrum, W J	1	0,06
810	Pellerin, B	1	0,06
811	Penick, J E	1	0,06
812	Pereira, B T	1	0,06

813	Pereira, G	1	0,06
814	Pereira, S P A	1	0,06
815	Pérez Gómez, A I	1	0,06
816	Perez-Bustos, T	1	0,06
817	Perkins, K K	1	0,06
818	Perrenoud, P	1	0,06
819	Perry, G	1	0,06
820	Pessanha, P R	1	0,06
821	Pessoa, T	1	0,06
822	Peters, P C	1	0,06
823	Petraglia, I C	1	0,06
824	Piassi, L P	1	0,06
825	Piassi, L P C	1	0,06
826	Piccinini, C	1	0,06
827	Piconez, S C B	1	0,06
828	Pierce, C	1	0,06
829	Pierson, A	1	0,06
830	Pierson, A H C	1	0,06
831	Piletti, C	1	0,06
832	Pilletti, N	1	0,06
833	Pimenta, A G	1	0,06
834	Pimenta, S G	1	0,06
835	Pimentel, E C B	1	0,06
836	Pimentel, Z P	1	0,06
837	Pines, A L	1	0,06
838	Pinheiro, T F	1	0,06
839	Pinho Alves, J	1	0,06
840	Pino, A	1	0,06
841	Pinto, C S	1	0,06
842	Pitamiglio, S E L	1	0,06
843	Podolefsky, N S	1	0,06
844	Pontone Jr, R	1	0,06
845	Popkewitz, T S	1	0,06
846	Porto, F S	1	0,06
847	Posner, G J	1	0,06
848	Poudrier, C	1	0,06
849	Primon, C S F	1	0,06
850	Quadrado, A D	1	0,06
851	Queirós, W	1	0,06
852	Queiroz, G	1	0,06
853	Queiroz, S L	1	0,06
854	Rakes, G C	1	0,06
855	Ramchandran, A R	1	0,06

856	Ramos, G	1	0,06
857	Ramos, M G	1	0,06
858	Rappoport, T	1	0,06
859	Raupp, D T	1	0,06
860	Reynolds, S	1	0,06
861	Rezende Filho, L A C	1	0,06
862	Rezende Jr, M F	1	0,06
863	Rezende, D B	1	0,06
864	Rezende, L	1	0,06
865	Rezende, L A	1	0,06
866	Ribeiro Júnior, R M	1	0,06
867	Ribeiro, M L S	1	0,06
868	Ricciardi, R M V	1	0,06
869	Richetti, G P	1	0,06
870	Rieber, L P	1	0,06
871	Riesbeck, C	1	0,06
872	Rios, T A	1	0,06
873	Rivero, A	1	0,06
874	Rocha, J M B	1	0,06
875	Rodrigo, M	1	0,06
876	Rodrigues, A	1	0,06
877	Rodrigues, C R	1	0,06
878	Rodrigues, N	1	0,06
879	Rodrigues, S	1	0,06
880	Rodríguez, A	1	0,06
881	Rojas, A	1	0,06
882	Romanelli, O O	1	0,06
883	Rosa, C T W	1	0,06
884	Rosa, K	1	0,06
885	Rosa, R T N	1	0,06
886	Rosa, V L	1	0,06
887	Rose, C	1	0,06
888	Roth, W M	1	0,06
889	Rozal, E F	1	0,06
890	Rubini, G	1	0,06
891	Ruiz-Moreno, L	1	0,06
892	Ryder, J	1	0,06
893	Sá, L V	1	0,06
894	Sá, S L	1	0,06
895	Sacristán, J G	1	0,06
896	Salem, S	1	0,06
897	Salomão, S R	1	0,06
898	Samagaia, R	1	0,06

899	Sampaio, M N	1	0,06
900	Santos Filho, P F	1	0,06
901	Santos, A C K	1	0,06
902	Santos, C S	1	0,06
903	Santos, D A	1	0,06
904	Santos, D O	1	0,06
905	Santos, E	1	0,06
906	Santos, E I	1	0,06
907	Santos, F	1	0,06
908	Santos, G	1	0,06
909	Santos, J F C	1	0,06
910	Santos, J N	1	0,06
911	Santos, L	1	0,06
912	Santos, N P	1	0,06
913	Santos, P	1	0,06
914	Santos, P R	1	0,06
915	Santos, S M O	1	0,06
916	Saraiva, M F O	1	0,06
917	Sartori, A S	1	0,06
918	Sasseron, L H	1	0,06
919	Sauvé, L	1	0,06
920	Savery, J R	1	0,06
921	Scalise, K	1	0,06
922	Schall, V T	1	0,06
923	Schamos, M H	1	0,06
924	Schank, R C	1	0,06
925	Scheid, N M J	1	0,06
926	Schmitz, L C	1	0,06
927	Schoeder, E	1	0,06
928	Schön, D A	1	0,06
929	Schuhmacher, V R N	1	0,06
930	Schwartz, R S	1	0,06
931	Schwarz, C V	1	0,06
932	Seifert, O M L B	1	0,06
933	Selley, N J	1	0,06
934	Selmer, R	1	0,06
935	Sena, R M	1	0,06
936	Serra, G M D	1	0,06
937	Serrano, A	1	0,06
938	Setton, M G J	1	0,06
939	Setubal, M A	1	0,06
940	Seymour, E	1	0,06
941	Shah, P	1	0,06

942	Shapiro, B L	1	0,06
943	Shor, I	1	0,06
944	Showers, B	1	0,06
945	Shymansky, J A	1	0,06
946	Silva Filho, J C	1	0,06
947	Silva Filho, S M	1	0,06
948	Silva, A B F	1	0,06
949	Silva, A P B	1	0,06
950	Silva, C C	1	0,06
951	Silva, E L	1	0,06
952	Silva, G S	1	0,06
953	Silva, J	1	0,06
954	Silva, J R N	1	0,06
955	Silva, L H A	1	0,06
956	Silva, M E F	1	0,06
957	Silva, M P	1	0,06
958	Silva, P A	1	0,06
959	Silva, P S	1	0,06
960	Silva, R R	1	0,06
961	Silva, T	1	0,06
962	Silveira, F L	1	0,06
963	Silveira, R V M	1	0,06
964	Silverstone, R	1	0,06
965	Sims, V K	1	0,06
966	Sinclair, J McH	1	0,06
967	Siqueira-Batista, R	1	0,06
968	Sjoberg, S	1	0,06
969	Skinner, B F	1	0,06
970	Slongo, I	1	0,06
971	Soares, M H	1	0,06
972	Soares, M N	1	0,06
973	Soares, W	1	0,06
974	Solbes, J	1	0,06
975	Solomonidou, C	1	0,06
976	Soloway, E	1	0,06
977	Solves, J	1	0,06
978	Somekh, B	1	0,06
979	Sousa, J J F	1	0,06
980	Souza, D O	1	0,06
981	Souza, K G	1	0,06
982	Souza, M L	1	0,06
983	Souza, S C	1	0,06
984	Sparks, D	1	0,06

985	Sperandeo-Mineo, R M	1	0,06
986	Sperling, E R	1	0,06
987	Spiro, L J	1	0,06
988	Squire, K	1	0,06
989	Stinner, A	1	0,06
990	Stravidou, H	1	0,06
991	Strike, K A	1	0,06
992	Talanquer, V	1	0,06
993	Talim, L S	1	0,06
994	Talim, S L	1	0,06
995	Tardiff, M	1	0,06
996	Tatim, S L	1	0,06
997	Tavares, A P	1	0,06
998	Teixeira, E S	1	0,06
999	Teixeira, G A P B	1	0,06
1000	Teixeira, O B P	1	0,06
1001	Teixeira, P M M	1	0,06
1002	Teles, H L	1	0,06
1003	Teodoro, S R	1	0,06
1004	Testoni, L A	1	0,06
1005	Thier, H D	1	0,06
1006	Timms, M	1	0,06
1007	Tomio, D	1	0,06
1008	Toniato, J D	1	0,06
1009	Tozoni-Reis, M F C	1	0,06
1010	Traver, M	1	0,06
1011	Tregust, D F	1	0,06
1012	Tricário, H	1	0,06
1013	Triona, L M	1	0,06
1014	Trivelato, S L F	1	0,06
1015	Trotter, A	1	0,06
1016	Trumper, R	1	0,06
1017	Tsaparlis, G	1	0,06
1018	Turoff, M	1	0,06
1019	Usnick, V	1	0,06
1020	Vale, J M F	1	0,06
1021	Valente, M O	1	0,06
1022	Valério, A M C P	1	0,06
1023	Valiati, E R A	1	0,06
1024	Valle, B	1	0,06
1025	Valsiner, J	1	0,06
1026	Van Der Linden, M M G	1	0,06
1027	Vasconcelos, F C	1	0,06

1028	Vasconcelos, F H L	1	0,06
1029	Vasconcelos, S C	1	0,06
1030	Veer, R V D	1	0,06
1031	Veermand, K	1	0,06
1032	Veiga-Neto, A	1	0,06
1033	Veiga, I P A	1	0,06
1034	Vieira, R M	1	0,06
1035	Vilanova, R	1	0,06
1036	Villard, R	1	0,06
1037	Visschers-Pleijers, A J S F	1	0,06
1038	Vital, M L	1	0,06
1039	Von Glaserfeld, E	1	0,06
1040	Vos, W	1	0,06
1041	Vosloo, S	1	0,06
1042	Waarlo, A J	1	0,06
1043	Wainwright, C L	1	0,06
1044	Walberg, H J	1	0,06
1045	Wang, F	1	0,06
1046	Watanabe-Caramello, G	1	0,06
1047	Watts, M	1	0,06
1048	Weinstein, M	1	0,06
1049	Wellington, J J	1	0,06
1050	Wells, G	1	0,06
1051	Wesendonk, F S	1	0,06
1052	West, L H T	1	0,06
1053	Westgate, D P G	1	0,06
1054	White, R T	1	0,06
1055	Wichnoski, P	1	0,06
1056	Wichnoski, P	1	0,06
1057	Williams, C	1	0,06
1058	Williamson, V M	1	0,06
1059	Wood-Robinson, C	1	0,06
1060	Wynne, B	1	0,06
1061	Wynner, B	1	0,06
1062	Xavier Filha, C	1	0,06
1063	Xavier, M C F	1	0,06
1064	Yamamoto, I	1	0,06
1065	Yilmaz, A	1	0,06
1066	Yore, L D	1	0,06
1067	Zanchetta Jr, J	1	0,06
1068	Zanon, L B	1	0,06
1069	Zanotti, L J	1	0,06
1070	Zappe, J A	1	0,06

1071	Zara, R A	1	0,06
1072	Zaragoza, F M	1	0,06
1073	Zeidler, D L	1	0,06
1074	Zeile, J V	1	0,06
1075	Zenun, K H	1	0,06
1076	Ziman, J	1	0,06
1077	Zinchenko	1	0,06
1078	Zuffo, M K	1	0,06
1079	Zuliani, S R Q A	1	0,06
			<hr/>
			Total: 1.719
			<hr/>

**APÊNDICE G – Relação autores citados para a concepção de ciência nos artigos que compõem o *corpus* da pesquisa**

<b>Ordem</b>	<b>Autores</b>	<b>Número de ocorrências</b>	<b>Percentual (%)</b>
1	Fourez, G	7	6,80
2	Latour, B	7	6,80
5	Kuhn, T S	7	6,80
3	Granger, G G	4	3,88
4	Japiassu, H	4	3,88
6	Bachelard, G	3	2,91
7	Sachs, I	3	2,91
8	Santos, B S	3	2,91
9	Alves, R	2	1,94
10	Carson, R	2	1,94
11	Herrera, A	2	1,94
12	Thuillier, P	2	1,94
13	Shinn, T	1	0,97
14	Acot, P	1	0,97
15	Allum, N	1	0,97
16	Berger, P L	1	0,97
17	Bernal, J D	1	0,97
18	Boff, L	1	0,97
19	Bohm, D	1	0,97
20	Bourdieu, P	1	0,97
21	Brossard, D	1	0,97
22	Bunge, M	1	0,97
23	Burnside, J	1	0,97
24	Byrne, M S	1	0,97
25	Chalmers, A F	1	0,97
26	Collins, H	1	0,97
27	Dixon, B	1	0,97
28	Echeverría, J	1	0,97
29	El-Hani, C N	1	0,97
30	Freiberg, P	1	0,97
31	Freitag, B	1	0,97
32	Futuyma, D J	1	0,97
33	Gibbons, M	1	0,97
34	Giddens, A	1	0,97
35	Gleiser, M	1	0,97
36	Hobsbawn, E	1	0,97
37	Hodson, D	1	0,97
38	Holton, G	1	0,97

39	Johnstone, A H	1	0,97
40	Kneller, G	1	0,97
41	Lévy-Leblond, J	1	0,97
42	Lewenstein, B V	1	0,97
43	Luckmann, T	1	0,97
44	Luján Lopes, J L	1	0,97
45	Mayr, E	1	0,97
46	Merton, R K	1	0,97
47	Meyer, D	1	0,97
48	Moraes, E	1	0,97
49	Morais, J F R	1	0,97
50	Myers, G	1	0,97
51	Narasimhan, M G	1	0,97
52	Osborne, R J	1	0,97
53	Pinch, T	1	0,97
54	Prigogine, I	1	0,97
55	Ragouet, P	1	0,97
56	Rosa, L P	1	0,97
57	Rousseau, J J	1	0,97
58	Sant'Anna, V M	1	0,97
59	Santos, L G	1	0,97
60	Snow, C P	1	0,97
61	Stengers, I	1	0,97
62	Sturgis, P	1	0,97
63	UNESCO	1	0,97
64	Vásquez, A S	1	0,97
65	Velho, L	1	0,97
66	Velho, P	1	0,97
67	Weiner, J	1	0,97
68	Woolgar, S	1	0,97
69	Ziman, J M	1	0,97
<hr/>			
Total: 103			
<hr/>			

**APÊNDICE H – Relação autores citados para a concepção de tecnologia nos artigos que compõem o *corpus* da pesquisa**

<b>Ordem</b>	<b>Autores</b>	<b>Número de ocorrências</b>	<b>Percentual (%)</b>
1	Winner, L	7	3,02
2	Lévy, P	6	2,59
3	Valente, J A	6	2,59
4	Kensky, V M	5	2,16
5	Pacey, A	5	2,16
6	Marx, K	4	1,72
7	Almeida, M E B	3	1,29
8	Belloni, M L	3	1,29
9	Gómes, R J	3	1,29
10	Habermas, J	3	1,29
11	Pretto, N L	3	1,29
12	Rodrigues, A M	3	1,29
13	Vargas, M	3	1,29
14	Alves, R	2	0,86
15	Amaral, A	2	0,86
16	Barros, D M	2	0,86
17	Breton, P	2	0,86
18	Castells, M	2	0,86
19	Dillon, A	2	0,86
20	Feenberg, A	2	0,86
21	Moran, J M	2	0,86
22	Morin, E	2	0,86
23	Pinch, T J	2	0,86
24	Postman, N	2	0,86
25	Recuero, R	2	0,86
26	Recuero, R	2	0,86
27	Sancho, J	2	0,86
28	Alava, S	1	0,43
29	Alves, P F	1	0,43
30	Amaral, S B	1	0,43
31	Amaral, S F	1	0,43
32	Arocena, R	1	0,43
33	Assmann, H	1	0,43
34	Augé, M	1	0,43
35	Baranauskas, M C C	1	0,43
36	Barbosa, A	1	0,43
37	Barbosa, R M	1	0,43
38	Barnes, J A	1	0,43

39	Barreto, R	1	0,43
40	Bartolomé, A	1	0,43
41	Bastos, H F B N	1	0,43
42	Bastos, J A S L A	1	0,43
43	Baylor, A	1	0,43
44	Benakouche, T	1	0,43
45	Bijker, W E	1	0,43
46	Bowker, R R	1	0,43
47	Boyle, T	1	0,43
48	Brito, A	1	0,43
49	Bunge, M	1	0,43
50	Campos, G H B	1	0,43
51	Campos, K R	1	0,43
52	Canuto, S	1	0,43
53	Carraher, D W	1	0,43
54	Cassol, M B F	1	0,43
55	Castelfranchi, J	1	0,43
56	Cerqueira, T C S	1	0,43
57	Chandrasekaran, B	1	0,43
58	Chou, C	1	0,43
59	Clastres, P	1	0,43
60	Collins, H	1	0,43
61	Corrêa, R F	1	0,43
62	Costa, R	1	0,43
63	Coutinho, C P	1	0,43
64	Coutinho, K	1	0,43
65	Cronjé, J C	1	0,43
66	Cupani, A	1	0,43
67	D'Abreu, J V	1	0,43
68	Dagnino, R	1	0,43
69	Dennis, K	1	0,43
70	Dias, D R	1	0,43
71	Dias, P	1	0,43
72	Díaz, E	1	0,43
73	Dodge, B	1	0,43
74	Ellul, J	1	0,43
75	Fagundes, L	1	0,43
76	Felinto, E	1	0,43
77	Ferreira, A C	1	0,43
78	Ferreira, J M B	1	0,43
79	Figueiredo, D R	1	0,43
80	Finnegan, R	1	0,43
81	Foley, J D	1	0,43
82	Fourez, G	1	0,43

83	Fragoso, S	1	0,43
84	Freeman, L C	1	0,43
85	Freitas, J S	1	0,43
86	Galimberti, U	1	0,43
87	Garcia, C A	1	0,43
88	Goldman, S L	1	0,43
89	González Castro, V	1	0,43
90	González Manet, E	1	0,43
91	Gosciola, V	1	0,43
92	Graells, P M	1	0,43
93	Gras, H M	1	0,43
94	Grinspun, M P S Z	1	0,43
95	Heidegger, M	1	0,43
96	Hughes, T P	1	0,43
97	Ingles, K G	1	0,43
98	Jazo, L	1	0,43
99	Jickling, B	1	0,43
100	Kiwera, K A	1	0,43
101	Kuperberg, M	1	0,43
102	Lalueza, J L	1	0,43
103	Leão, I	1	0,43
104	Leitão, C	1	0,43
105	Lemos, A	1	0,43
106	Lenoir, T	1	0,43
107	Lin, H	1	0,43
108	Lisboa, E S	1	0,43
109	Loyolla, W	1	0,43
110	Luzzi, D A	1	0,43
111	Macdonald, S	1	0,43
112	Maia, C E	1	0,43
113	Marchesini, R	1	0,43
114	Martín-Barbero, J	1	0,43
115	Martins, M C	1	0,43
116	Mattar, J	1	0,43
117	Mattelart, A	1	0,43
118	Mc Luhan, M	1	0,43
119	McKnight, C	1	0,43
120	Miranda, A L	1	0,43
121	Montardo, S	1	0,43
122	Motoyama, S	1	0,43
123	Murray, J H	1	0,43
124	Nascimento, S S	1	0,43
125	Neves, C M C A	1	0,43

126	Nicolaci-da-Costa, A M	1	0,43
127	Nigri, E	1	0,43
128	Nóbrega, L P	1	0,43
129	Novaes, H	1	0,43
130	O'Donnell, A	1	0,43
131	Oliveira, F	1	0,43
132	Özmen, H	1	0,43
133	Pais, L C	1	0,43
134	Pallof, M R	1	0,43
135	Parent, R	1	0,43
136	Parente, A	1	0,43
137	Pelissoli, L	1	0,43
138	Penafria, M	1	0,43
139	Peters, O	1	0,43
140	Pinto, A V	1	0,43
141	Prado, M E B B	1	0,43
142	Pratt, K	1	0,43
143	Prensky, M	1	0,43
144	Primo, A F T	1	0,43
145	Psotka, J	1	0,43
146	Quental V R	1	0,43
147	Redá, A	1	0,43
148	Reed, S K	1	0,43
149	Rheingold, H	1	0,43
150	Richardson, J	1	0,43
151	Robeens, K	1	0,43
152	Robinson, D H	1	0,43
153	Rocha, H V	1	0,43
154	Roque, G O	1	0,43
155	Rosa, L P	1	0,43
156	Rossi, G	1	0,43
157	Sanmartín, J	1	0,43
158	Santos, I	1	0,43
159	Santos, J L	1	0,43
160	Santos, R	1	0,43
161	Schenker, A	1	0,43
162	Schneider, P J	1	0,43
163	Schwabe, D	1	0,43
164	Shute, V J	1	0,43
165	Sibília, P	1	0,43
166	Simon, H	1	0,43
167	Stenvenson, I	1	0,43
168	Stevenson, R	1	0,43

169	Subtil, M J	1	0,43
170	Takahashi, T	1	0,43
171	Teles, L	1	0,43
172	Tonani, R	1	0,43
173	Van de Pol, P	1	0,43
174	Veras, M	1	0,43
175	Webster, F	1	0,43
176	Weymar, R R	1	0,43
177	Williams, R	1	0,43
<hr/>			
Total: 232			
<hr/>			

**APÊNDICE I – Relação autores citados para a abordagem CTS e CTSA nos artigos que compõem o *corpus* da pesquisa**

<b>Ordem</b>	<b>Autores</b>	<b>Número de ocorrências</b>	<b>Percentual (%)</b>
1	Auler, D	36	3,79
2	Bazzo, W A	35	3,69
3	Santos, W L P	35	3,69
4	Mortimer, E F	30	3,16
5	Aikenhead, G	28	2,95
6	Acevedo-Díaz, J A	24	2,53
7	Cerezo, J A L	22	2,32
8	Luján Lopes, J L	20	2,11
9	Von Linsingen, I	19	2,00
10	Delizoicov, D	17	1,79
11	Martins, I	12	1,26
12	Pereira, L T V	12	1,26
13	Pinheiro, N A M	12	1,26
14	Silveira, R M C F	12	1,26
15	González García, M I	11	1,16
16	Dagnino, R	10	1,05
17	Manassero Mas, M A E	10	1,05
18	Vázquez Alonso, A	10	1,05
19	Yager, R E	10	1,05
20	Angotti, J A P	9	0,95
21	Schnetzler, R P	9	0,95
22	Solomon, J	9	0,95
23	Cruz, S M S C S	8	0,84
24	Solbes, J	8	0,84
25	Vilches, A	8	0,84
26	Teixeira, P M M	7	0,74
27	Thomas, H	7	0,74
28	Vaccarezza, L S	7	0,74
29	Cachapuz, A	6	0,63
30	Dalmolin, A M T	6	0,63
31	Strieder, R B	6	0,63
32	Vieira, R M	6	0,63
33	Waks, L	6	0,63
34	Zylbersztajn, A	6	0,63
35	Amorim, A C R	5	0,53
36	Bybee, R W	5	0,53
37	Carvalho, W L P	5	0,53
38	Fenalti, V S	5	0,53

39	Membiela, P	5	0,53
40	Pernambuco, M M	5	0,53
41	Ziman, J	5	0,53
42	Zuin, V G	5	0,53
43	Amaral, E M R	4	0,42
44	Freitas, D	4	0,42
45	Hofstein, A	4	0,42
46	Koepsel, R	4	0,42
47	Muenchen, C	4	0,42
48	Nascimento, T G	4	0,42
49	Osorio, C O M	4	0,42
50	Paixão, F	4	0,42
51	Reis, P R	4	0,42
52	Rubba, P A	4	0,42
53	Sanmartín, J	4	0,42
54	Tamir, P	4	0,42
55	Zanetic, J	4	0,42
56	Abreu, T B	3	0,32
57	Araújo, R F	3	0,32
58	Bernardo, J R R	3	0,32
59	Caamaño, A	3	0,32
60	Cajas, F	3	0,32
61	Cunha, M B	3	0,32
62	Cutcliffe, S	3	0,32
63	Farias, C R O	3	0,32
64	Fensham, P J	3	0,32
65	Fernandes, J P	3	0,32
66	Firme, R N	3	0,32
67	Fleming, R W	3	0,32
68	Gordillo, M M	3	0,32
69	Guerra, C	3	0,32
70	Hunsche, S	3	0,32
71	Medina, M	3	0,32
72	Mitcham, C	3	0,32
73	Pedretti, E G	3	0,32
74	Ramsey, J	3	0,32
75	Riquarts, K	3	0,32
76	Ryan, A G	3	0,32
77	Silva, M A	3	0,32
78	Tenreiro-Vieira, C	3	0,32
79	Trivelato, S L F	3	0,32
80	Villani, A	3	0,32
81	Zoller, U	3	0,32

82	Albuquerque, M B	2	0,21
83	Amaral, C L C	2	0,21
84	Auth, M A	2	0,21
85	Barolli, E	2	0,21
86	Barros, S S	2	0,21
87	Bortoletto, A	2	0,21
88	Carvalho, L M	2	0,21
89	Cassiani, S	2	0,21
90	Chispino, A	2	0,21
91	Davyt, A	2	0,21
92	Ferrão, L	2	0,21
93	Flôr, C C	2	0,21
94	Fontes, A	2	0,21
95	Fourez, G	2	0,21
96	Freitas, A C C	2	0,21
97	Gardner, P	2	0,21
98	Gaskell, P J	2	0,21
99	Gil, D	2	0,21
100	Gouvêa, G	2	0,21
101	Hallingen, H	2	0,21
102	Harkness, W L	2	0,21
103	Herrera, A O	2	0,21
104	Holman, J	2	0,21
105	Hosoume, Y	2	0,21
106	Hurd, P D	2	0,21
107	Iglesia, P M	2	0,21
108	Kawamura, M R D	2	0,21
109	Layton, D	2	0,21
110	Lima, L S	2	0,21
111	Lopes, J B	2	0,21
112	Lowe, I	2	0,21
113	Maciel, M D	2	0,21
114	Mansour, N	2	0,21
115	Marcondes, M E R	2	0,21
116	McConnel, M C	2	0,21
117	Monteiro, R S	2	0,21
118	Moraes, A M	2	0,21
119	Oliveira, H T	2	0,21
120	Palacios, F A	2	0,21
121	Pedrosa, M A	2	0,21
122	Peláez, A L	2	0,21
123	Pierson, A H C	2	0,21
124	Ramos, M B	2	0,21

125	Roso, C C	2	0,21
126	Rye, J A	2	0,21
127	Sábato, J A	2	0,21
128	Sanchez, C G	2	0,21
129	Santos, M E	2	0,21
130	Sanz, M A	2	0,21
131	Silva, V H D	2	0,21
132	Stiefel, B M	2	0,21
133	Stueder, D M	2	0,21
134	Sutil, N	2	0,21
135	Tortajada, J F T	2	0,21
136	Vianna, D M	2	0,21
137	Wiesenmayer, R L	2	0,21
138	Zeidler, D L	2	0,21
139	Akcay, H	1	0,11
140	Almeida, N	1	0,11
141	Anderson, D	1	0,11
142	Anderson, R D	1	0,11
143	Andrade, E C P	1	0,11
144	Andrade, J A N	1	0,11
145	Andrella Neto, R	1	0,11
146	Antonioli, P	1	0,11
147	Arante, J S N	1	0,11
148	Araújo, A B	1	0,11
149	Araújo, M S T	1	0,11
150	Barchi, B A	1	0,11
151	Barros, J F	1	0,11
152	Barros, J H A	1	0,11
153	Becerra, A G	1	0,11
154	Beckett, P	1	0,11
155	Bell, R L	1	0,11
156	Bencze, L	1	0,11
157	Bennássar, A	1	0,11
158	Bettencourt, K B	1	0,11
159	Bijker, W E	1	0,11
160	Bocheco, O	1	0,11
161	Böck, B S	1	0,11
162	Borrero, M	1	0,11
163	Botana, N	1	0,11
164	Bragaw, D H	1	0,11
165	Bridgstock, M	1	0,11
166	Brito, L D	1	0,11
167	Brusic, S A	1	0,11

168	Bustamante, J	1	0,11
169	Caetano, S S	1	0,11
170	Camargo, S	1	0,11
171	Canavarro, J M	1	0,11
172	Cardinali, S M M	1	0,11
173	Cardoso, A	1	0,11
174	Carletto, M R	1	0,11
175	Carter, C	1	0,11
176	Castro-Goméz, S	1	0,11
177	Cavalcanti, C J H	1	0,11
178	Chubin, D	1	0,11
179	Colombo, C R	1	0,11
180	Correa, A L L	1	0,11
181	Cunha, F S R	1	0,11
182	David, M R	1	0,11
183	Davidson, A	1	0,11
184	Deconto, D C S	1	0,11
185	Donn, S	1	0,11
186	Duarte, R C B	1	0,11
187	Eijkelhof, H M C	1	0,11
188	España, E	1	0,11
189	Fabri, F	1	0,11
190	Ferraz, L N C	1	0,11
191	Fontoura, H A	1	0,11
192	Frederick, W A	1	0,11
193	Frenedoza, R C	1	0,11
194	Fuller, S	1	0,11
195	Fullick, P	1	0,11
196	Galvão, C	1	0,11
197	Gama, S	1	0,11
198	García-Carmona, A	1	0,11
199	García, J	1	0,11
200	Garcia, T C M	1	0,11
201	Garcia, T R	1	0,11
202	Gómez, Y H	1	0,11
203	Gonçalves, F J F	1	0,11
204	González, A R R	1	0,11
205	González, F J	1	0,11
206	González, M	1	0,11
207	Gotardi, O L N	1	0,11
208	Grosfoguel, R	1	0,11
209	Guimarães, A	1	0,11
210	Heath, P A	1	0,11

211	Hewitt, J	1	0,11
212	Hodson, D	1	0,11
213	Hughes, G	1	0,11
214	Jacinski, E	1	0,11
215	Jaramillo, M C	1	0,11
216	Jegade, O	1	0,11
217	Jivraj, A	1	0,11
218	Kaptjein, M	1	0,11
219	Katzkowik, R	1	0,11
220	Kortland, K	1	0,11
221	Kreimer, P	1	0,11
222	Kumar, D	1	0,11
223	Lacerda Neto, J C N	1	0,11
224	Lederman, N G	1	0,11
225	Lemgruber, M S	1	0,11
226	Lijnse, P	1	0,11
227	Lima Junior, P	1	0,11
228	Lopes, B	1	0,11
229	Lopes, N C	1	0,11
230	López, J A	1	0,11
231	Lozano, D L P	1	0,11
232	Macedo, B	1	0,11
233	Mackenzie, M	1	0,11
234	Magalhães, S I R	1	0,11
235	Maher, M	1	0,11
236	Maiztegui, A	1	0,11
237	Martínez, L P F	1	0,11
238	Martins, J	1	0,11
239	Matos, E A	1	0,11
240	Matos, M L	1	0,11
241	McKavanagh, C	1	0,11
242	Melo, T B	1	0,11
243	Membiela, I	1	0,11
244	Merryfield, M M	1	0,11
245	Merton, R K	1	0,11
246	Mezalira, S M	1	0,11
247	Mitchener, C P	1	0,11
248	Mortalla, T D	1	0,11
249	Mundim, J V	1	0,11
250	Nardi, R	1	0,11
251	Nazir, J	1	0,11
252	Neves, J	1	0,11
253	Nigro, F	1	0,11

254	Oliveira, J R S O	1	0,11
255	Ordonez, J F	1	0,11
256	Orquiza, L M	1	0,11
257	Osório, M	1	0,11
258	Ostermann, F	1	0,11
259	Otero, G F	1	0,11
260	Pansera-de-Araújo, M C	1	0,11
261	Pereira, P B	1	0,11
262	Perkins, S F	1	0,11
263	Pinheiro, T C	1	0,11
264	Pinheiro, T F	1	0,11
265	Pinto, B P	1	0,11
266	Pitiporntapin, S	1	0,11
267	Pogge, A	1	0,11
268	Porto, M L O	1	0,11
269	Powell, M B	1	0,11
270	Pradermwong, K	1	0,11
271	Prata, R V	1	0,11
272	Prieto, T	1	0,11
273	Queirós, W P	1	0,11
274	Queiroz, S L	1	0,11
275	Ramos, E	1	0,11
276	Reses, G	1	0,11
277	Restrepo, J M	1	0,11
278	Rezende, T R M	1	0,11
279	Ribeiro, T V	1	0,11
280	Roehrig, S A G	1	0,11
281	Romkey, L	1	0,11
282	Rosa, S E	1	0,11
283	Ruiz, T	1	0,11
284	Santos, B	1	0,11
285	Santos, J J	1	0,11
286	Santos, M C	1	0,11
287	Santos, R A	1	0,11
288	Scharmann, L C	1	0,11
289	Schibeci, R	1	0,11
290	Schmall, A V	1	0,11
291	Scott, P H	1	0,11
292	Sell, F	1	0,11
293	Silva, B O	1	0,11
294	Silva, C A D	1	0,11
295	Silva, D	1	0,11
296	Silva, E L	1	0,11

297	Silva, I R	1	0,11
298	Silva, M J	1	0,11
299	Silva, M P	1	0,11
300	Silva, O	1	0,11
301	Silva, P B C	1	0,11
302	Simas Filho, J P	1	0,11
303	Siqueira-Batista, R	1	0,11
304	Sjoberg, S	1	0,11
305	Solomon, L	1	0,11
306	Souza, A	1	0,11
307	Souza, M L	1	0,11
308	Souza, R R	1	0,11
309	Souza, R S	1	0,11
310	Souza, S C	1	0,11
311	Teixeira, F M	1	0,11
312	Thomas, I D	1	0,11
313	Tommasiello, M G C	1	0,11
314	Trópia, G	1	0,11
315	Valdés, P	1	0,11
316	Vale, J M F	1	0,11
317	Valério, M	1	0,11
318	Vannuchi, A I	1	0,11
319	Varsavsky, O	1	0,11
320	Vasconcelos, T	1	0,11
321	Viana, F E C	1	0,11
322	Watson, F G	1	0,11
323	Westphal, M	1	0,11
324	White, M D	1	0,11
325	Wild, R	1	0,11
326	Wynne, B	1	0,11
327	Xavier, E S	1	0,11
328	Xavier, P M A	1	0,11
329	Yutakom, N	1	0,11
330	Zimmerman, N	1	0,11

---

Total: 949

---