UNIVERSIDADE SÃO PAULO

JULIANO CAMILLO

**CONTRIBUIÇÕES INICIAIS PARA UMA FILOSOFIA
DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-
Graduação Interunidades em Ensino de
Ciências para a obtenção do título de
doutor em ciências – Ensino de Física

ORIENTADOR: Prof. Dr. Cristiano Rodrigues de Mattos

São Paulo
2015

AUTORIZO A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA TRABALHO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE. A REPRODUÇÃO COMERCIAL, EM TODO OU EM PARTE, POR QUALQUER MEIO, SOMENTE É PERMITIDA COM EXPRESSA AUTORIZAÇÃO ESCRITA DO AUTOR.

FICHA CATALOGRÁFICA

**Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo**

Camillo, Juliano

Contribuições iniciais para uma filosofia da educação em ciências. São Paulo, 2015.

Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Rodrigues de Mattos

Área de Concentração: Ensino de Física.

Unitermos: 1. Física – Estudo e ensino; 2. Formação do indivíduo; 3. Ontologia; 4. Materialismo dialético; 5. Ensino e aprendizagem.

USP/IF/SBI-063/2015

Agradecimentos

À Sociedade brasileira, pelo apoio financeiro na figura da CAPES;

Aos meus pais, José Antonio e Nisabel, não porque foram os quais a História me reservou, mas porque foram os melhores que eu poderia ter e aos quais serei eternamente (enquanto existam as possibilidades concretas) grato;

À Dani, porque a vida foi capaz de trazer-me a mais linda surpresa, minha melhor companhia e meu amor;

À Luciana, minha irmã. Ao tio Mauro. À vó Emma e ao vô Joanim (em memória). À vó Cida (em memória) e ao vô Carlo (em memória).

Ao Cristiano, aquele, que como ele mesmo diria, me desorientou e me permitiu chegar até aqui;

Aos amigos Guilherme, Gillioli, Cláudio, Daniel, Tiago, Fábio;

Aos amigos do ECCo: Leo, Ortega, Francisco, Luciani, Danila, Esdras, Débora, Fernanda, Gabi, Walter, Jucivagno, Pércia, Felipe e especialmente André e Tamara, com os quais pude partilhar mais;

Aos agregados do ECCo: Leika e Glauco; e à companheira de sala, Graciella;

Aos companheiros do corredor de ensino;

Ao Professor Eduardo Vianna e à Professora Anna Stetsenko;

À Professora Lisete e ao Professor Demétrio, pelas valiosas contribuições no exame de qualificação;

Ao leitor que não deixará este trabalho esquecido e o tornará fruto de críticas e de possíveis diálogos.

Somos o que fazemos, mas somos, principalmente,
o que fazemos para mudar o que somos.
Eduardo Galeano

Resumo

CAMILLO, J. **Contribuições iniciais para uma filosofia da educação em ciências**. 2015. 229 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

Nos últimos anos, a presença das disciplinas científicas nos currículos escolares tem sido justificada em termos da participação democrática dos indivíduos numa sociedade cada vez mais permeada por questões nas quais a ciência e tecnologia desempenham um papel fundamental. Argumentamos, no entanto, que na pesquisa em educação em ciências as análises das relações entre os processos individuais de ensino-aprendizagem e os processos de participação na coletividade são fundamentalmente dualistas, consequência das perspectivas cognitivistas-individualistas que naturalizam os processos humanos e esperam daí derivar um modelo de aplicação do conhecimento e de atuação política.

A superação deste dualismo somente é possível, neste momento histórico, a partir de uma alternativa concreta aos modelos cognitivistas-individualistas que expresse, no nível ontológico-epistemológico, a unidade entre desenvolvimento humano, produção/consumo do conhecimento e manutenção do status quo/transformação da realidade.

Dedicamo-nos, então, neste trabalho, a discutir o processo de desenvolvimento humano numa perspectiva histórica, numa articulação construída a partir das complementariedades e convergências da Teoria da Atividade e da perspectiva freireana, a qual chamaremos de **Atividade Potencial**, que, por meio de três categorias – **Problema-em-si**; **Problema-para-si**; e **Ontologia do ser mais** – captam a dimensão objetiva das problemáticas humanas e a possibilidade de que tais problemas sejam apropriados, de maneira que a individualidade e a coletividade humanas sejam construídas de maneira consciente.

Assim, dentro desta perspectiva teórica, a questão acerca da relevância do ensino de ciências e do papel de um conjunto específico de conhecimentos (o conhecimento científico) no desenvolvimento humano pode ser concretamente posta.

Palavras-chave: Teoria da Atividade, Desenvolvimento humano, Pedagogia Crítica, Ontologia, Filosofia da Educação em Ciências.

Abstract

CAMILLO, J. **Initial contributions toward a philosophy of science education**. 2015. 229 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

In recent years the existence of scientific disciplines in the school curricula has been justified in terms of democratic participation of individuals in a society increasingly permeated by issues in which science and technology play a pivotal role. We argue, however, that in the Research in Science Education field the relationships between individual teaching-learning processes and the participation in the collectivity are analyzed under dualistic perspectives, due to cognitive-individualistic perspectives of human development that naturalize human processes and expect to derive from that a model of knowledge application and political action.

Overcoming this dualism is only possible, at this historical moment, from a concrete alternative to those cognitive-individualistic perspectives, which express, in the ontological-epistemological level, the unity between human development, production/consumption of knowledge and maintenance of the status quo/transformation of the reality.

We aim to discuss human development under a historical perspective. We build on the convergences and complementarities between Activity Theory and Freirean perspective to give rise to a set of categories (Problem-in-itself; Problem-for-itself; and Ontology of being fully human), which we call Potential Activity. Those categories are able to express the objective dimension of human problems and the possibility to appropriate such problems in order to build human individuality and the human collectivity consciously.

Thus, within this theoretical perspective, the issue about the relevance of science education and the role of a specific set of knowledge (scientific one) on human development can be concretely posed.

Keywords: Cultural-Historical Activity Theory, Human Development, Critical Pedagogy, Ontology, Philosophy of Science Education.

Sumário

Resumo.....	7
Abstract	9
Apresentação	13
Introdução.....	15
Estrutura do Texto.....	19
Capítulo 1: Situando historicamente a problemática	23
Relações entre Ciência e Educação	27
Institucionalização e Profissionalização da ciência	28
Socialização da Ciência	32
Ensino de ciências como objeto de investigação	33
Influência da Psicologia	34
Influência do modelo genético-evolutivo	35
Influência da perspectiva sociocultural.....	36
Como a ciência escolar é experimentada	38
Pedagogia transmissiva	39
Irrelevância dos conteúdos	40
Dificuldade de compreensão.....	42
Então, ensino de ciências para quê?	43
Alfabetização Científica	46
Conhecimento útil	49
Democracia.....	51
Visões de Mundo.....	53
Uma pequena síntese.....	58
A tese.....	60
Capítulo 2: Pressupostos teórico-metodológicos	61
O lugar de um trabalho teórico em tempos de pragmatismo	63
Marx: Dialética – Histórica e Concreta.....	65
Totalidade e a Lógica Dialética	69
O processo de ascender ao concreto	71
Teoria da Atividade: Desenvolvimento humano concreto e a Unidade Atividade-Consciência	72
A categoria Atividade	79
Questão de estrutura?	80
A relação Sentido e Significado e a relação entre Objetivação e Apropriação	83
Freire: a Unidade Educação-Política	85

Ser inconcluso e que se sabe assim.....	88
Consciência e conhecimento.....	92
Diretividade, Ética, Transformação e Educação	94
Capítulo 3: Apropriações dos projetos vigotskiano e freireano na Educação em Ciências	99
Apropriações da Teoria da Atividade	104
Dualismos não superados	105
Apropriações do Projeto Freireano	110
Contradições a serem desenvolvidas.	113
A unidade problema-humanização	121
A dimensão epistemológica do problema.....	122
Para além da dimensão epistemológica	123
Capítulo 4: Atividade Potencial - Conceitualizando desenvolvimento humano nas convergências e complementariedades dos projetos Vigotskiano e Freireano	127
Questões Ontológicas	132
A superação da Ontologia Dualista	135
Atividade Potencial	140
Problema-em-si	145
Problema-para-si.....	155
Ontologia do ser mais	164
Capítulo 5: Atividade Potencial e a Prática Educativa com conteúdo científico.....	171
Ciência como construção humana	173
Ciência e desenvolvimento humano	182
Dimensão genérica da Ciência	188
Recolocando a problemática da relação entre desenvolvimento humano e desenvolvimento científico	190
Contribuições para pensar a prática educativa.....	193
Individualidade como processo-projeto	197
Superação da lógica dos cânones da ciência na organização escolar	200
Educação em Ciências, coletividade e democracia	206
Conclusão	209
Referências Bibliográficas	215

Apresentação

“Armado e Limitado”

O subtítulo que inicia esta apresentação, “Armado e limitado”, é uma referência a Leontiev (2004, p. 101):

O homem que percebe e pensa o mundo enquanto ser sócio-histórico, está ao mesmo tempo armado e limitado pelas representações e conhecimentos da sua época e da sua sociedade. A riqueza da sua consciência não se reduz à única riqueza da sua experiência individual. O homem não conhece o mundo como o Robinson da ilha deserta, fazendo as suas próprias descobertas. No decurso da sua vida, o homem assimila a experiência das gerações precedentes; este processo realiza-se precisamente sob a forma da aquisição das significações e na medida desta aquisição.

E tal referência expressa precisamente o sentido que quero atribuir às palavras que aqui trago: apresentar, ainda que muito rapidamente, aquilo que me arma e me limita, sou seja, o lugar onde este trabalho emerge.

No primeiro semestre de 2009 cheguei ao Programa Interunidades em Ensino de Ciências/USP, carregando na bagagem muitas dúvidas, que tornarem-se maiores e originaram ainda mais dúvidas. Dentre as muitas dúvidas estava aquela acerca de como diferentes indivíduos estabeleciam diferentes relações com os objetos ao seu redor, de modo que não se pode falar em objetos em si mesmos, mas somente no conjunto das relações humanas, sobretudo quando o assunto é a educação.

E durante o mestrado dediquei-me a algumas questões acerca da constituição histórica dos indivíduos e a compreender o processo de humanização, que, segundo uma figura que fiz no quadro branco da sala do professor Cristiano e que certamente ainda está por lá (considerando a raridade que é o fenômeno daquele quadro ser apagado), é o processo por meio do qual a espécie humana se transforma em gênero humano, transcendendo os aspectos puramente biológicos.

A tímida figura mostrou suas limitações, não porque continha por si só limitações, mas as limitações de quem a fez e que sentia (e ainda sente) a necessidade de explorar de maneira mais aprofundada o fenômeno da constituição humana e compreender o papel ali desempenhado por uma forma específica de conhecimento – o científico.

É preciso destacar, no entanto, que não conduzi reflexões isoladamente, mas no interior do grupo do professor Cristiano – ECCo (Educação em Ciências e Complexidade), cujas contribuições são imensuráveis. Tenho certeza ao dizer que a síntese textual que aqui apresento é a da riqueza intelectual daquele grupo. Se há limitações na explicitação desta riqueza, elas são exclusivamente devidas às minhas limitações e, de antemão, peço desculpas ao leitor.

E neste sentido, este texto não se propõe ser nada mais do que ele é capaz de ser: uma síntese de algumas reflexões de um estudante de doutorado em um Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, que busca trazer contribuições para a transformação das práticas educacionais.

Introdução

Desconfiai do mais trivial, na aparência singela. E examinai, sobretudo, o que parece habitual. Suplicamos expressamente: não aceiteis o que é de hábito como coisa natural, pois em tempo de desordem sangrenta, de confusão organizada, de arbitrariedade consciente, de humanidade desumanizada, nada deve parecer natural, nada deve parecer impossível de mudar. (Bertold Brecht)

Atualmente ninguém parece discordar da importância da educação científica. É notável a quantidade de documentos oficiais, artigos, livros e pesquisas salientando a importância de disciplinas como Física, Química, Biologia e também das abordagens interdisciplinares (incluindo as disciplinas não científicas) em nossas escolas. Para além da compreensão do mundo natural, espera-se que promovam indivíduos “alfabetizados cientificamente”, que possam participar de maneira mais consciente e autônoma em uma sociedade cada vez mais influenciada pela Ciência e Tecnologia, espera-se que sejam capazes de participar das tomadas de decisões em situações nas quais conteúdos científicos estejam envolvidos, buscando a construção da cidadania (BRASIL, 1999; 2002; JENKINS, 1999; DEBOER, 2000; OSBORNE, 2007).

Da necessidade de um ensino voltado para a formação dos cientistas, afirmado no começo do século XX, passando pela necessidade do desenvolvimento científico e tecnológico no período pós-guerra, até a promoção de uma educação em ciências relevante para o desenvolvimento pessoal numa sociedade em constante modificação, a educação em ciências busca sua identidade e a afirmação dentro da escola básica.

Tanto a introdução das disciplinas científicas nos currículos da escola básica quanto o posterior desenvolvimento da educação em ciências como objeto de investigação deram-se permeados por diferentes objetivos, muitas vezes divergentes e até mesmo antagônicos, suportados por diferentes concepções oriundas das mais diversas áreas do conhecimento:

[...] a pesquisa em educação em ciências continua sendo fortemente influenciada não só pelas ideias, mas especialmente pelas teorias provenientes do exterior da própria disciplina (principalmente dos campos da psicologia, filosofia e sociologia da ciência, sociolinguística e ciência cognitiva), pouca atenção tem sido dada ao desenvolvimento de teorias educacionais internas e específicas, que poderiam atender

melhor às necessidades de ensino, aprendizagem e do currículo próprias a ela [...]. (SCHULZ, 2009, p. 226).

Neste sentido, apesar do campo de pesquisa em educação em ciências já ter produzido um volume grande de reflexões, manifestada pelo número de revistas especializadas, pela quantidade de conferências e também pela variedade de referenciais teóricos, há a “ausência de uma teoria geral que unifique e dê coerência a conceitos, fenômenos e circunstâncias relativas ao ensino, à aprendizagem e à formação” (CHACAPUZ et al, 2004, p. 634).

Sob o nosso ponto de vista, uma teoria geral não significa uma teoria unificada, que consiga explicar todos os fenômenos relativos à educação em ciências, mas sim uma perspectiva teórica que consiga fazer a mediação das apropriações de teorias oriundas de outros campos do saber e a produção de novos conhecimentos, de maneira a captar o objeto investigado na sua concreticidade. Uma perspectiva que consiga, por exemplo, tratar de forma intimamente relacionada os processos de ensino-aprendizagem de ciências, os processos de tomada de decisão e de transformação social e a relevância da história e filosofia da ciência na educação em ciências, que são tratados de formas compartimentalizadas. A inter-relação destes processos ocorre de forma superficial ou como uma simples justaposição de ideias defendidas a partir de diferentes pontos de vista e que não conseguem conceber o processo de formação humana na sua totalidade.

Assumimos, então, a tarefa radical – no sentido de tomar as coisas pela raiz – de trazer contribuições, ainda que iniciais, para a construção de uma filosofia da educação em ciências. Consideramos que nos fenômenos humanos o ser humano é a raiz e, assim, nossa discussão passa necessariamente pela análise da natureza do ser humano e das relações que estabelece com o mundo. Entendemos que, nas pesquisas em educação em ciências, as discussões acerca do desenvolvimento humano estão essencialmente ausentes. Quando existem, estão relacionadas unilateralmente às perspectivas de desenvolvimento cognitivo, desenvolvimento conceitual, desenvolvimento de habilidades e competências, mas sem uma sistematização profunda acerca do significado de ser humano.

Assim, com o objetivo de ser radical, e tomar as coisas pela raiz, ou seja, pelo próprio ser humano, nossa discussão aqui é de caráter ontológico: de buscar na práxis (a transformação que operada na realidade transforma o próprio ser humano) os fundamentos que nos permitam fazer reflexões sobre a prática educativa em ciências: acerca do seu sujeito, do seu conteúdo, do seu objetivo e do seu método; e, assim, estabelecer uma base, numa perspectiva específica (crítica, de uma ontologia histórica), sobre a qual a questão “para que ensinar Física/Ciências?” pode ser formulada e problematizada de maneira concreta, não abstraída dos processos históricos ou fundamentadas em esvaziamentos como “educação para cidadania” ou “letramento/alfabetização científico(a)”, cuja significação não está inserida em nenhuma perspectiva concreta de formação do ser humano ou projeto de educação/sociedade.

Estrutura do Texto

O texto que apresentamos tem a seguinte estrutura:

O primeiro capítulo tem como objetivo situar historicamente a problemática ao qual nos dedicamos neste trabalho. A análise histórica nos permite compreender a gênese e o desenvolvimento de concepções hoje presentes na educação em ciências, sobretudo aquelas que compõem o ensino tradicional de ciências, fortemente centrado nos cânones da própria disciplina científica. Nossa reflexão dar-se-á em torno dos eixos: a) Institucionalização da Ciência; b) Profissionalização da Ciência; e c) Socialização da Ciência, no que diz respeito a compreender de que maneira as concepções da própria atividade científica adentraram a escola básica. Dar-se-á, ainda, em torno dos eixos: a) Influência da Psicologia; b) Influência da Epistemologia Histórico-Genética; e c) Influência das Perspectivas Socioculturais, no que diz respeito a apropriação, por parte dos pesquisadores em ensino de ciências, dos conhecimentos teóricos oriundos de campos do saber, para a constituição de pressupostos educacionais e perspectivas analíticas para investigar as atividades educacionais. Por fim, três eixos: a) Pedagogia transmissiva; b) Irrelevância dos conteúdos; c) Dificuldade de compreensão, a fim de compreender como a ciência escolar é experimentada por professores e alunos na prática da sala de aula em diferentes contextos. Diante disto, buscamos compreender

os diferentes objetivos que são atribuídos ao ensino de ciências além de explicitar as grandes visões de mundo que hoje estão postas e, que em larga medida, sustentam as concepções acerca da prática educativa e impõem limites nas nossas análises. Ao final do primeiro capítulo, formulamos mais precisamente a tese que aqui defendemos.

No segundo capítulo os nossos pressupostos teórico-metodológicos se farão explícitos. Buscaremos explicitar, num primeiro momento, o significado que atribuímos a um trabalho teórico para, depois, apresentar os três grandes conjuntos teóricos que sustentam nossa análise.

No terceiro capítulo, nossa atenção volta-se para algumas apropriações dos projetos freireano e vigotskiano, de maneira a encontrar ali as contradições que devem ser desenvolvidas a fim de que possamos explorar as efetivas potencialidades de uma perspectiva histórica e concreta do desenvolvimento humano.

No quarto capítulo dedicamo-nos extensivamente a compreender as convergências e complementariedades dos projetos vigotskiano e freireano, apoiando-nos, sobretudo, no pressuposto que as conceituações acerca do que significa ser humano não são entidades vazias, mas possuem reflexos profundos na atividade prática, ou seja, estão imbricadas na totalidade das práticas humanas. Assim, procuramos introduzir nossa perspectiva, que é a de superar as tentativas de conceber a natureza humana como dada, imutável e ahistórica e a de demonstrar a artificialidade das formulações que concebem a individualidade humana como um átomo isolado, como um Robinson Crusoe, que mesmo solitário numa ilha é capaz de conter, por si mesmo, todas as potencialidades humanas.

Nossa articulação teórica compõe aquilo que chamamos de *Atividade Potencial*, que é capaz, sob o nosso ponto de vista, de captar a dimensão problemática da realidade, ou seja, de que os problemas e a superação de tais problemas constituem-se propulsores do movimento histórico, que se realiza por meio das atividades humanas. Buscaremos, por meio da categoria *Problema-em-si*, explicitar a dimensão objetiva dos problemas que emergem nas atividades humanas. Por meio da categoria *Problema-para-si*, explicitar a possibilidade de que os problemas passem a existir efetivamente como objeto da consciência individual, ou seja, serem apropriados conscientemente. E,

por meio da categoria *Ontologia do ser mais*, expressar os limites do desenvolvimento humano em um dado momento histórico e explicitar a possibilidade de que a história humana seja concebida como projeto consciente e não como fruto de forças alheias à própria humanidade, ou seja, o vir-a-ser histórico consciente.

O quinto capítulo expande as discussões presentes no quarto capítulo de maneira a introduzir a problemática do conhecimento científico. Num primeiro momento buscamos explicitar a concepção, atualmente bastante presente nas pesquisas em ensino de ciências, da “ciência como atividade humana”, que se funda na crítica às perspectivas positivistas de produção do conhecimento científico. Reconhecendo as limitações das duas abordagens amplamente difundidas, buscaremos extrair consequências de se pensar a ciência por meio de um fundamento histórico, para, a partir disto, compreender o seu papel no processo de constituição da individualidade humana por meio da prática educativa.

Capítulo 1: Situando históricamente a problemática

O capítulo que aqui se inicia tem como objetivo situar historicamente e, de maneira mais específica, formular e delimitar a problemática a qual nos dedicamos neste trabalho. Isto significa que buscaremos explicitar, por meio de uma análise histórica, como determinadas práticas, concepções e visões tiveram sua origem, desenvolveram-se e vieram a ser o que hoje conhecemos como educação em ciências ou ensino de ciências. Fazer uma análise histórica não significa, no entanto, fazer historiografia do ensino de ciências ou construir uma narrativa detalhada sobre a presença das disciplinas científicas nos currículos da educação básica – tal empreitada está fora dos objetivos deste trabalho específico. Buscamos, porém, por meio de tal análise histórica, lançar mão de categorias analíticas que expressam a gênese e o desenvolvimento deste campo específico, compreendendo como determinados conjuntos de ideias e perspectivas sustentam/justificam práticas concretas que vão desde a sala de aula a constituição de políticas públicas. Nosso objetivo é, assim, de posse de categorias fundamentais, no interior do processo de constituição da chamada ciência moderna, compreender as suas inter-relações com o campo educacional: suas influências e também imposições. E considerando, ainda, num momento histórico posterior, a autonomia alcançada pelo campo da pesquisa em ensino de ciências, compreender como esta última se apropria das concepções sobre ciência e das ideias/formulações teóricas de outros campos do saber a fim de construir os seus pressupostos educacionais.

A análise histórica nos permite compreender, por exemplo, que a grande maioria das ideias e concepções sobre educação em ciências, hoje presentes nos mais diversos discursos da área, têm sua origem e são formuladas no século XIX (algumas poucas ideias, como as questões ambientais, não estavam presentes neste momento), quando a presença de disciplinas científicas na educação básica torna-se objeto de reflexão por parte de alguns cientistas (DEBOER, 1991). São ideias educacionais na maioria das vezes forjadas no interior da própria disciplina científica, sustentadas por uma determinada concepção de ciência e que não reconhecem o projeto educacional escolar como um projeto distinto da atividade científica tradicional, com suas especificidades, particularidades, objetivos e finalidades que lhe são próprios. Esta mesma análise histórica nos permite ainda compreender, por exemplo, como a psicologia, em meados

do século XX, ou a história da ciência no final do século XX, exerceram papéis fundamentais na constituição de modelos educacionais, práticas concretas nas salas de aula, referenciais teóricos sustentando a pesquisa e ainda sugerindo mudanças curriculares. Este conjunto de preocupações sistemáticas acabou por consolidar-se em um novo campo de produção de conhecimento a partir da década de 1950, em diversas partes do mundo: a pesquisa em ensino de ciências.

Nossa análise histórica tem como ponto de partida o século XIX, quando as primeiras ideias acerca da educação em ciências têm sua origem, no interior da própria ciência (AIKENHEAD, 1994). Está muito além dos objetivos deste trabalho analisar de maneira detalhada as condições históricas concretas (desde o surgimento da humanidade) que permitiram a ciência¹ desenvolver-se e institucionalizar-se. Isto é um trabalho desenvolvido por diversos autores de maneira sistemática e muito bem fundamentada (como, por exemplo, Bernal (1965)).

Em nossa análise, as relações entre ciência (atividade científica) e educação (acerca de conteúdos específicos) dar-se-ão em torno de três eixos: i) Institucionalização da Ciência; ii) Profissionalização da Ciência; e iii) Socialização da Ciência².

No que diz respeito a apropriação, por parte da pesquisa em ensino de ciências, dos conhecimentos teóricos oriundos de campos do saber para a constituição dos pressupostos educacionais, nossa análise dar-se-á em torno dos eixos: i) Influência da Psicologia; ii) Influência da Epistemologia Histórico-Genética; e iii) Influência das Perspectivas Socioculturais. Por fim, nossa análise ainda visa expressar a maneira como a ciência escolar é experimentada por professores e alunos na prática da sala de aula. A tabela 1 apresenta uma síntese destes eixos norteadores da nossa análise.

¹ Sobre a definição de ciência, Bernal (1965, p. 30) argumenta: “Minha experiência e conhecimento convenceram-me da inutilidade e o vazio de tal empreitada [fornecer uma definição de ciência]. A ciência é tão antiga, sofreu tantas mudanças em sua história, em cada ponto é conectada com outras atividades sociais, que qualquer tentativa de definição, e tem havido muitas, só pode expressar mais ou menos de forma inadequada um dos aspectos, muitas vezes um de importância menor, que teve em algum período do seu desenvolvimento”. Neste sentido, não forneceremos uma definição precisa de ciência com a qual estamos trabalhando.

² A construção desta argumentação está apoiada, sobretudo, em Aikenhead (2004).

Relações entre Ciência e Educação	Ensino de ciências como objeto de investigação	Como a ciência escolar é experimentada
<ul style="list-style-type: none">- Institucionalização da ciência- Profissionalização da ciência- Socialização da ciência	<ul style="list-style-type: none">- Influência da Psicologia- Influência da perspectiva genético-histórica- Influência das perspectivas sócio-culturais	<ul style="list-style-type: none">- Pedagogia transmissiva- Irrelevância dos conteúdos- Dificuldade de compreensão

Tabela 1: Eixos para analisar a emergência e o desenvolvimento do ensino de ciências

É fundamental destacar que tais eixos não podem ser pensados de maneira autônoma, independentes entre si, mas constituem-se no interior de um processo de emergência e desenvolvimento de um conjunto de reflexões sobre a prática educativa na qual o conhecimento científico, tomado como corpo estável e produzido pela comunidade científica, tem lugar central. Tais eixos nos são fundamentais por dois motivos. O primeiro deles é que permitem expressar de maneira sintética o movimento do campo “ensino de ciências” ao longo do seu desenvolvimento e como certas concepções sobre este campo vieram a ser o que são hoje. O segundo motivo é que tornam explícitas as concepções acerca de desenvolvimento humano e, conseqüentemente, acerca dos processos de ensino-aprendizagem que se desenvolveram ou foram apropriados ao longo desse processo histórico.

Além disso, nos dedicaremos a problematizar o significado de uma educação em ciências que almeje a alfabetização científica, pautada no pressuposto da utilidade do conhecimento científico e da necessidade de tal conhecimento para a participação democrática. É-nos fundamental, também, e o faremos isso no final do capítulo, compreender o ambiente intelectual mais amplo que se desenvolve atualmente, na chamada pós-modernidade, a partir do qual emergem e desenvolvem-se tentativas de analisar a prática educativa e que são tomadas como alternativas ao modelo tradicional de educação em ciências.

Relações entre Ciência e Educação

Institucionalização e Profissionalização da ciência

A presença das disciplinas científicas no currículo tem uma história relativamente curta. O primeiro curso de ciência escolar foi criado em 1867, na Inglaterra, por uma comissão da *British Association for the Advancement of Science* (AIKENHEAD, 2009) e a introdução das disciplinas científicas nos currículos dos Estados Unidos da América e da Europa se deu em parte pelo apelo dos próprios cientistas, em um momento no qual as humanidades estavam bem consolidadas no currículo escolar e consideradas promotoras dos resultados educacionais mais valiosos e nobres (DEBOER, 1991). Os cientistas defendiam que a aprendizagem da ciência seria capaz de promover um treinamento intelectual de alto nível, não pautado na lógica dedutiva – presente na maior parte da educação formal, mas na lógica indutiva, aquela presente no processo de observação da natureza e delineamento de conclusões. Tal lógica seria aprendida pelos estudantes em investigações no laboratório didático e conduziriam a uma atitude de independência, fundamental para se evitar excessos de uma possível autoridade arbitrária e assim efetivamente contribuir para uma sociedade mais democrática.

Tal concepção sobre a educação em ciências tem suas origens no próprio processo de *institucionalização e profissionalização* da ciência (antes Filosofia Natural) que, em meio a instabilidade social, política e intelectual vivida pela Europa no século XVII, estava pautada pelo ideal de estabelecer e expandir o domínio dos seres humanos a raça humana sobre a natureza. Na luta por consolidar-se institucionalmente, a ciência buscava trazer uma nova forma de autoridade e conhecimento, baseados na observação e na racionalidade. A concepção de mundo judaico-cristã, dominante na Europa nesse período, permitia que a natureza fosse explorada, assim como qualquer outro objeto natural. Nesta perspectiva é que a nascente burguesia via a possibilidade de subjugar e explorar a natureza (e o conhecimento sobre a natureza) para fins privados.

De maneira a não criar conflitos com a nova ordem religiosa que se estabelecia, os filósofos naturais dedicar-se-iam a produzir conhecimento sobre o mundo objetivo natural, com afirmações que não contradissem as escrituras sagradas e sem opinar

sobre religião, política e moral³. A ciência ganha parte da forma como a conhecemos hoje e a ideia de que conhecimento é poder passa a consolidar-se.

Efetiva-se, então, de maneira explícita, a concepção dentro da qual fato e valor são separados, e o valor assume uma posição inferior com relação ao fato científico. “Do ponto de vista histórico, é em torno da dicotomia entre fato e valor que se constituiu o próprio campo da ciência natural no interior da ampla modificação que conduziu ao nascimento da ciência moderna, no arco temporal que vai, para o caso da ciência, de Copérnico a Newton e, para o caso da filosofia, de Bacon a Hume” (MARICONDA, 2006, p. 453).

Mariconda (2006) ainda aponta “que a ‘desqualificação’ da esfera do valor faz parte da estratégia do cientificismo de afirmação da universalidade da razão instrumental com o objetivo de ocultar o caráter valorativo da ideia fundamental que orienta a tecnociência atual: o controle (domínio) da natureza” (p. 454). Além disso, tal dicotomia tem impacto na organização dos currículos universitários, uma vez que de um lado estão as disciplinas naturais preocupadas com os fatos e, de outro, as disciplinas morais centradas em torno dos valores e da interpretação (MARICONDA, 2006).

É no final do século XVIII, no entanto, que o ideal de dominação da natureza se consolida por meio da revolução industrial manifestadamente no poder e no controle sobre a produtividade humana. Consegue-se realizar uma transformação radical nos modos de produção (a capacidade produtiva humana chega a níveis inimagináveis) e surge uma aparente divisão entre uma ciência *pura* e a *aplicação* desta ciência, que ficou conhecida como tecnologia (AIKENHEAD, 1994)⁴. Muitos dos filósofos, nesse movimento de separação entre ciência pura e sua aplicação prática, considerada inferior, de menor qualidade ou até mesmo vulgar, começam a autodenominar-se

³ O que é captado por Brecht (1991, p. 111) em *A vida de Galileu*: “Vamos marchar com os tempos, Barberini. Se os mapas celestes, que dependem de uma hipótese nova, facilitam a vida de nossos navegantes, eles que usem os mapas. O que nos desagrada são doutrinas que tomam errada a Escritura”.

⁴ Tal divisão tem como objetivo separar a ciência de sua aplicação e torna-la uma instituição livre de valores. A tecnologia é então algo criado para defender a ciência dos seus possíveis mau usos (ARONOWITZ, 1988).

cientistas e passam a isolar-se das aplicações práticas (nas universidades, por exemplo) e a dedicar-se à curiosidade e à produção de conhecimento pelo propósito do próprio conhecimento. Além disso, procuram limitar o número de pessoas que poderiam adentrar o seleto grupo e o fazem por meio do estabelecimento de rigorosos padrões para o acesso daqueles interessados em tornar-se cientistas. A ciência, então, até o final do século XIX, havia se tornado uma profissão. Física, Química, Biologia e Geologia tinham sua autonomia administrativa dentro das universidades (AIKENHEAD, 1994), possuindo, além disso, educação, literatura e sociedade próprias (BERNAL, 1965).

Esse conjunto de ideias sobre a ciência que emergem no final do século XIX e início do século XX são nomeados por Auler (2011) como Modelo Tecnocrata/Cientificista. Neste modelo busca-se na ciência “um substituto para a política, movida por ideologias, conflitos, irracionalidades, incertezas, subjetividade, pela emoção/paixão. A ciência, na visão cientificista, com sua suposta objetividade, neutralidade e racionalidade, finalmente nos trouxe certezas para a tomada de decisões” (p. 73).

Além disso, como argumenta Auler (2002), no interior deste modelo estabelecem-se mitos acerca da relação Ciência, Tecnologia e Sociedade. O primeiro deles é o mito do Mito do Determinismo Tecnológico, segundo o qual a mudança social é causada pela mudança tecnológica, que define os limites do que a sociedade é capaz de fazer. Ainda, segundo este ponto de vista, a tecnologia é uma instância autônoma que não sofre influências da sociedade.

Um segundo mito é o da Ciência Salvacionista, segundo o qual os problemas sociais serão resolvidos, em algum momento, pela ciência e tecnologia. Nesta perspectiva, a ciência e tecnologia levam necessariamente ao desenvolvimento econômico e, por conseguinte, ao bem-estar da humanidade.

O terceiro mito é o da Superioridade da Ciência, intimamente relacionado com a separação entre fato e valor. De acordo com esse mito, é possível neutralizar a influência ideológica na pesquisa científica. Os problemas podem ter uma solução ótima, que é alcançada unicamente por meio dos conhecimentos científicos supostamente neutros,

ou seja, não há influência de nenhum outro elemento que não o conhecimento científico (AULER, 2002; 2011).

É no século XIX que, permeada por essas concepções, as disciplinas científicas passam a serem introduzidas no currículo da escola básica. E esta introdução se dá pela reprodução do modelo universitário e carrega consigo os pressupostos que lhes deram origem: valorização do conhecimento pelo conhecimento, evitando aplicações práticas e ignorando valores e relevância social (AIKENHEAD, 1994). Neste período, as disciplinas escolares focavam, então, em puras abstrações com o objetivo de demonstrar a unidade estética das disciplinas científicas, concebendo a ciência como um processo de investigação, puramente racional e objetivo, rumo ao conhecimento absoluto (ibidem).

A ciência escolar desde sua origem sofre com o dilema entre uma educação para os que se tornarão cientistas, que serão produtores de ciência e para aqueles que não seguirão na carreira científica, que tornar-se-ão consumidores desta mesma ciência em suas vidas cotidianas⁵. Para o futuro cientista, a educação básica tem como objetivo apresentar um conjunto de princípios sobre os quais a ciência, na qual futuramente trabalhará, fundamenta-se – a ciência na sua forma canônica, fazendo com que os estudantes ajam e pensem como cientistas. Partindo do pressuposto que o conhecimento científico é cumulativo, cada geração tem mais coisas para aprender que a geração que a precedeu. Daí a concepção educacional de muitos cursos de ciências na educação básica, que tomam a educação como a simples memorização de fatos ou apresentação enciclopédica de informações sobre diferentes áreas científicas, cada vez mais especializadas, impedindo que os alunos estabeleçam um sentido de totalidade diante destes dados, dada a quantidade sempre crescente de conhecimentos que são acumulados (OSBORNE, 2007).

⁵ Dupla tarefa que continua de maneira explícita até os dias de hoje: “A comunidade da educação em ciências continua a negociar uma agenda dupla; centra-se simultaneamente na preparação dos cidadãos habilitados a envolverem-se com a ciência como uma conquista humana e um empreendimento multi-dimensional que toca em quase todos os aspectos de suas vidas, enquanto apoia estudantes interessados, e capazes de, prosseguir os estudos científicos acadêmicos e carreiras científicas” (ABD-EL-KHALICK; ZEIDLER, 2015, p. 264).

No Brasil, a tradição de um ensino humanístico-literário, no final do século XIX, não favoreceu a entrada das disciplinas científicas nos currículos escolares. A disciplina de Física, por exemplo, apesar de incluída no rol de disciplinas escolares, não tinha relevância para o acesso ao ensino superior. Somente no começo do século XX, a passa a ser justificada e exigida no ensino secundário, em cidades como São Paulo e Rio de Janeiro, devido as exigências dos cursos superiores de engenharia e medicina que pretendiam desocupar sua grade curricular dos conteúdos típicos da física básica. Ou seja, a Física passa a ser obrigatória nos cursos secundários porque determinados cursos superiores necessitavam que os alunos entrassem na universidade já com alguma iniciação em disciplinas científicas (NICIOLI JUNIOR; MATTOS, 2007; 2012).

Socialização da Ciência

No final dos anos 1950 é crescente nos EUA a insatisfação diante da baixa qualidade da educação em ciências. Num período marcado pela Guerra Fria e por avanços científicos significativos como o lançamento do “Sputnik” (em 1957) catalisa um movimento de reforma curricular que buscava tornar os indivíduos simpáticos a ciência e os trazer para as carreiras científicas a fim de proporcionar o desenvolvimento científico e tecnológico.

O ápice deste período se dá com o surgimento dos grandes projetos de ensino como o PSSC (Physical Science Study Committee), o CBA (Chemical Bond Approach), o BSCS (Biological Science Curriculum Studies); que receberam massivos financiamentos e foram compostos por equipes interdisciplinares, selecionadas nas renomadas universidades, e dirigidos por pesquisadores reconhecidos nas suas áreas da atuação.

A Segunda Guerra Mundial trouxe impactos no papel que a ciência desempenharia, seja como força econômica, política e militar, que implicou em financiamentos massivos para a pesquisa científica, em particular naquelas com ênfase na ciência aplicada. A maneira como ciência passa a ser compreendida pela sociedade transforma-se de maneira significativa: tem-se de um lado o controle sobre a natureza que passa a incluir agora o bem-estar e o desenvolvimento econômico e a preocupação com o equilíbrio da vida na Terra. Aquilo que é feito pela ciência passa a ser de interesse de outros setores da sociedade e disciplinas acadêmicas como a Sociologia da Ciência

emergem e a produção do conhecimento científico no laboratório passa a ser objeto de investigação antropológica⁶ (AIKENHEAD, 2004).

Ensino de ciências como objeto de investigação

Poder-se-ia argumentar que o ensino de ciências é tão antigo quanto a própria ciência, visto que o processo de inserção dos novos cientistas no campo científico (sua nova profissão) já poderia ser considerado uma preocupação com os processos de ensino-aprendizagem ou que o aparecimento dos primeiros livros didáticos marcaria o início das preocupações educacionais (MATTOS; GASPAR, 2002). Consideramos, porém, que a preocupação sistemática com o processo educativo, no que diz respeito ao conteúdo de ciência, com fundamentação teórico-pedagógica consciente tem início com os grandes projetos na década de 1950, quando o ensino-aprendizagem de ciências torna-se um objeto de investigação e busca-se “uma forma eficiente de transpor para a sala de aula o conhecimento construído pela física” (GASPAR, 2004).

É a partir deste período, então, que a pesquisa em ensino de ciências começa a buscar teorias em outros campos do saber a fim de compreender os processos na sala de aula de ciências. Sob o nosso ponto de vista, há na constituição da área de pesquisa três grandes influências ou eixos norteadores: (i) o primeiro deles é a influência da psicologia, sobretudo pela forte presença do behaviorismo, tendo a reforço de comportamento como pressuposto fundamental para aprendizagem de ciências. Além disso, a busca por compreender as mudanças das estruturas cognitivas internas com a aprendizado de novo conteúdo científico expressa a influência da psicologia cognitiva no ensino de ciências; (ii) a segunda grande influência é marcada por um grupo que não abandona as teorias cognitivas, mas associa a elas uma perspectiva de história da ciência, que marca profundamente o movimento das concepções alternativas e de mudança conceitual, o qual está pautado, sobretudo, nas convergências entre o Piaget e Tomas Kuhn; (iii) a terceira grande influência é a das perspectivas socioculturais, nas quais se busca a compreensão dos papéis das relações sociais e da linguagem no

⁶ Ver por exemplo LATOUR, 1997 e LATOUR; WOOLGAR, 1997

processo de ensino-aprendizagem, além de tentar compreender a ciência como produto da atividade humana ou como negociações entre cientistas dentro de uma comunidade.

Influência da Psicologia

Muitas das investigações em educação e consequentemente em educação em ciências, sobretudo nos Estados Unidos até a metade do século XX, estavam fortemente apoiadas no modelo comportamentalista, sobretudo nas formulações de Skinner⁷ (DUIT; TREAGUST 1998). A influência deste modelo no ensino de ciências materializa-se em livros, materiais didáticos e propostas pedagógicas que consideram que os processos de aprendizagem ocorrem devido a instrução programada, repetição mecânica, ao reforço positivo e centrando toda a atenção nos mecanismos que resultariam em comportamentos observáveis dos indivíduos. Ao professor caberia a tarefa de proporcionar situações nas quais tal reforço ou repetição resultasse na aprendizagem. É importante destacar a forte influência do modelo norte americano, neste mesmo período, sobre o sistema educacional brasileiro, que acompanhava a tendência comportamentalista. Tal influência se manteve ao longo do século XX, o que pode ser observado em apostilas e livros didáticos do final deste século, fortemente centrados na resolução (repetidas vezes) de exercícios que são cópias quase idênticas daquele que foi previamente resolvido pelo autor como exemplo (ROSA; ROSA, 2007).

No final da década de 1950, em oposição ao comportamentalismo, a psicologia cognitiva começa a exercer influência no ensino de ciências, buscando entender os processos de aprendizagem em termos de estruturas mentais e de processos cognitivos adquiridos pelos estudantes. Kind (2013) aponta que as conceitualizações como as de Gagne (1965), por exemplo, sugerem que os mesmos processos racionais utilizados por cientistas poderiam ser ensinados por um processo educacional e assim transferidos

⁷ Uma citação nos parece oportuna para explicitar tal formulação: “Há mais pessoas no mundo do que nunca antes, e uma parte muito maior deles quer uma educação. A demanda não pode ser atendida simplesmente por meio da construção de mais escolas e do treinamento de mais professores. A educação deve tornar-se mais eficiente. Para este fim, currículos devem ser revistos e simplificados, e livros didáticos e técnicas de sala de aula melhorados. Em qualquer outro campo, uma demanda pelo aumento de produção teria conduzido ao mesmo tempo a invenção de bens de capital (equipamentos) para poupar trabalho. A educação chegou a esta fase muito tardiamente, possivelmente através de um equívoco de sua tarefa” (SKINNER, 1958, p. 969 – tradução nossa).

para outros contextos, o que foi fortemente criticado durante os anos 1980 (MILLAR; DRIVER, 1987). O modelo cognitivista é sem dúvida aquele que exerceu e ainda exerce maior influência na educação de maneira geral e, sobretudo, na educação em ciências.

Na década de 1960, com a chegada das teorias cognitivistas ao Brasil, a ideia do professor como um transmissor de informações foi substituída, nas pesquisas em educação em ciências, pela do professor como orientador de experiências educativas e de aprendizagens. Tal ideia passou a fomentar as discussões a respeito da necessidade de mudanças nas propostas de formação de professores. Na perspectiva cognitivistas, os professores de ciências deveriam desenvolver suas ações educativas respeitando as singularidades e as fases de maturação dos estudantes, estimulando-os num processo de superação constante de obstáculos cognitivos e didáticos. (NASCIMENTO et al, 2010)

Influência do modelo genético-evolutivo

A partir da década de 1970, o modelo cognitivista de aprendizagem, na pesquisa educacional, passa a ser pensado também na sua relação como o conteúdo científico a ser aprendido. Ou seja, levando em consideração que o conhecimento prévio trazido pelos estudantes para a sala de aula e as estruturas cognitivas interagem com o conteúdo específico a ser ensinado/aprendido. Dentro desta perspectiva, o pensador suíço Jean Piaget acabou por tornar-se uma referência, uma vez que grande parte do seu trabalho foi dedicado a analisar o desenvolvimento cognitivo dos indivíduos numa perspectiva evolutiva de caráter biológico, ou seja, um desenvolvimento pautado no amadurecimento das funções psíquicas, os quais seriam marcados por estágios bem definidos ao longo do tempo. Desta maneira, reconhecendo as características deste amadurecimento, poder-se-ia conhecer o momento adequado de ensinar determinados conteúdos científicos.

As pesquisas sobre a interação entre as estruturas dos estudantes e os novos conhecimentos acabaram mostrando que era preciso focar mais no conteúdo real (ou na substância) do pensamento dos estudantes do que nas supostas estruturas lógicas subjacentes, como a teoria piagetiana apontava (DRIVER; EASLEY, 1978). Iniciam-se então numerosas pesquisas que dedicam-se ao levantamento das concepções prévias

(pré-instrucionais) dos estudantes e professores e seu papel no processo de ensino e aprendizagem de ciências. Tal conjunto de pesquisas, segundo Millar (1989), apesar de dispersos geograficamente, ficou conhecido como *Movimento das Concepções Alternativas*, do qual o modelo construtivista foi o grande lema.

Segundo alguns autores, o construtivismo surge como alternativa ao comportamentalismo e ganha força na educação em ciências na tentativa de contrapor-se a uma epistemologia apoiada no empirismo ingênuo e a uma concepção de desenvolvimento fundamentada na existência de estágios biológicos, que limitariam as capacidades das crianças (MACHADO, 1999), apesar de muitos defenderem que não se pode falar em um único construtivismo e de não se ter de maneira muito clara o significado e as implicações desta perspectiva. Para alguns é importante que se estabeleça uma distinção entre o construtivismo como referência teórica – como teoria de aprendizagem – e como método – considerando suas implicações pedagógicas (ibidem, p. 18)⁸. É importante ainda destacar que o construtivismo constitui um marco importante na educação em ciências e tem orientado a reformulação de currículos (ver, por exemplo, BRASIL, 1999; 2002), programas de formação de professores e investigações sobre a aprendizagem de conceitos científicos na sala de aula (AGUIAR, 1998; GIL-PÉREZ et al., 2002; CAKIR, 2008, QUEIROZ; BARBOSA-LIMA, 2007).

Influência da perspectiva sociocultural

Diversas pesquisas, porém, começaram a apontar que o padrão de mudança conceitual não ocorre da maneira esperada. Os estudantes, apesar de aprenderem conceitos científicos, não abandonam suas antigas concepções, que são conectadas às suas experiências singulares na vida cotidiana e fortemente conectadas a contextos específicos de uso.

Dentro desta perspectiva temos, por exemplo, a proposta feita por Mortimer (1995, 2000) do Perfil Conceitual que procurava explicar que um conceito possui

⁸ Segundo Mortimer (2000, p. 36): “Apesar da grande variedade de abordagens e visões que aparecem na literatura sob o mesmo rótulo, há pelo menos duas características principais que parecem ser compartilhadas: 1) a aprendizagem se dá através do ativo envolvimento do aprendiz na construção do conhecimento; 2) as ideias prévias dos estudantes desempenham um papel fundamental no processo de aprendizagem, já que essa só é possível a partir do que o aluno já conhece”.

múltiplos sentidos que podem coexistir. Assim, um conceito não precisa ser substituído por outro; por exemplo, um conceito cotidiano não é substituído por um científico, mas os dois passam a conviver e são utilizados dependendo do contexto que o sujeito vivencia⁹ e, estes múltiplos sentidos são chamados de zonas do perfil conceitual. Além disso, o perfil conceitual é composto por dimensões epistemológicas, ontológicas e axiológicas (MATTOS; RODRIGUES, 2006; 2007; MATTOS, 2014), as quais estão ligadas aos contextos de uso, logo às atividades que são subconjuntos das atividades humanas mais gerais. Neste quadro, a aprendizagem pode ser entendida como uma evolução do perfil conceitual, que significa um reconhecimento cada vez mais complexo da utilização dos múltiplos sentidos nos seus respectivos contextos de validade (MATTOS; VIGGIANO, 2010; PAZZELLO, 2011; RODRIGUES, 2009).

Começa então uma maior preocupação com os papéis desempenhados pela linguagem e as interações sociais nos processos de ensino-aprendizagem. Os pesquisadores passam a recorrer então aos trabalhos de Vigotski na psicologia, que procura mostrar como as funções mentais superiores não são construções puramente internas e individualistas mas emergem na prática social. No que diz respeito a compreensão dos processos comunicativos na sala de aula, Bakhtin, cuja similaridade com Vigotski é objeto de análise de diversos trabalhos, passa a ser uma grande referência sobre a linguagem.

Além, disso, dentro deste grande campo que estamos chamando de perspectiva sociocultural, estão as análises da sociologia da ciência, já citadas anteriormente, e que buscam compreender como a ciência é produzida e negociada dentro de uma comunidade científica. Este é o terceiro grande grupo de teorias que ajuda a compor os modelos teóricos pelos quais a educação em ciências é pensada e analisada.

Emergem então as perspectivas nas quais o processo de ensinar ciências é concebido como enculturação, processo no qual os estudantes adentram uma cultura que é distinta da sua cultura cotidiana e passa a apropriar-se de ferramentas culturais, como linguagem, técnicas, habilidades, que são próprias da comunidade científica e do

⁹ Maiores comentários sobre este modelo será feito no terceiro capítulo, quando nos dedicaremos a analisar as apropriações dos projetos vigotskiano e freireano.

processo de produção do conhecimento científico. (AIKENHEAD, 2005; DRIVER et al 1994)

Como a ciência escolar é experimentada

Inseridos, então, na perspectiva de situar historicamente a problemática a qual nos dedicamos, é também fundamental compreender como a ciência escolar é experimentada por professores e estudantes.

De maneira geral, as críticas ao modelo tradicional de ensino são formuladas a partir de uma diversidade muito grande de pontos de vista e podem ser encontradas numa infinidade de trabalhos. Aikenhead (2005), por exemplo, sinaliza que tradicionalmente a ciência escolar dedica-se a preparar os estudantes para os níveis posteriores de educação nos quais os conteúdos científicos são relevantes, focando sobretudo na aquisição de conhecimentos estabelecidos. Os currículos tradicionais focam no conteúdo científico e em habilidades como pensar e acreditar como um cientista. O mesmo autor, apoiando-se na literatura específica aponta quatro grandes falhas do currículo tradicional. A primeira delas relaciona-se com o declínio de matrículas em disciplinas científicas¹⁰, considerando que os estudantes sofrem um desencantamento em relação à ciência. Uma segunda é a de fomentar a discriminação e alienação cultural, uma vez que estudantes que pertencem a certas culturas, subculturas ou grupos específicos estão sub-representados nas carreiras científicas. A terceira falha do currículo, sistematizada pelo autor a partir da literatura, é que o currículo tradicional está a serviço de uma visão distorcida e mística acerca dos cientistas e da produção científica. Por fim, o currículo tradicional, da maneira como é concebido, é responsável por trazer dificuldades de aprendizagem, tanto pela falta de relevância do conteúdo quanto por abordagens pedagógicas inadequadas (AIKENHEAD, 2005; OSBORNE, 2007).

¹⁰ Na educação básica, a opção de cursar ou não disciplinas científicas não faz parte da organização escolar brasileira, porém efeito semelhante é notado, no Brasil, não pela falta de matrículas em disciplinas científicas na escola básica, mas pelo desinteresse dos alunos em tais disciplinas, fenômeno bastante documentado.

Resultados semelhantes são encontrados sistematicamente em diversos países. Lyons et al. (2007) ao analisarem três grandes estudos revelam que estudantes em diferentes partes do mundo, em contextos diferentes, estão experimentando o mesmo tipo de aula de ciências e, além disso, também identificando problemas similares e respondendo a eles de maneira similar. As três categorias que expressam a experiência escolar de alunos e professores são: Pedagogia Transmissiva, Irrelevância dos conteúdos e Dificuldade de Compreensão

Pedagogia transmissiva

De maneira sistemática, no levantamento feito por Lyons et al (2007), os estudantes frequentemente descreveram o ensino de ciências nas escolas como a transmissão do conteúdo dos especialistas, professores e livros para recipientes relativamente passivos. Apesar dos estudantes apontarem o valor da transmissão em algumas circunstâncias, eles criticam o fato de esta ser a pedagogia padrão adotada pelos professores.

Os estudantes queixam-se de que os procedimentos dos professores são sempre os mesmos, de escrever o conteúdo na lousa e falar sobre ele, ou trabalhar individualmente no livro/material didático sem saber exatamente o que estão fazendo, dada a quantidade coisas que devem ser apresentadas os estudantes possuem grandes vazios de compreensão do que se está trabalhando na sala de aula. A ciência passa a ser pensada pelos alunos em uma lógica binária, entre o conteúdo certo e errado, sem espaço para criatividade e produção de conhecimento.

No caso específico do ensino de Física, Salem (2012, p. 290), ao caracterizar o campo de pesquisa desta disciplina no Brasil, aponta que:

O que vemos na produção acadêmica é uma preponderância da concepção de “ensino por resultados”. Ou seja, de promover a aquisição de conhecimento pelo conhecimento; ensinar Física para que se aprenda Física. Mesmo em algumas das pesquisas que introduzem elementos “do cotidiano”, da vivência dos alunos, o uso de materiais e recursos didáticos alternativos, dimensões históricas ou ainda temáticas do mundo contemporâneo, a finalidade principal é o aprendizado da Física. Trata-se de inserir “o mundo” para aperfeiçoar

o conhecimento de Física. Diferentemente de se inserir a Física para melhor conhecer e interferir sobre o mundo.

Aponta, ainda, que as teses e dissertações focam predominantemente no processo de ensino e aprendizagem (como ensinar e aprender), minimizando ou desvalorizando perspectivas educacionais crítico-transformadoras, focando-se no como ensinar em detrimento do “por quê” e “para quê” ensinar-aprender (SALEM, 2012, p. 291).

A pedagogia transmissiva está também presente tipicamente nas práticas de laboratório didático, nas quais muitas vezes as tarefas realizadas pelos estudantes constituem-se de puras mecanizações, como reproduzir o fenômeno repetidas vezes para tomada de dados de um modo indiscriminado, preenchimento de tabelas, construção de gráficos sem sentido para os estudantes ou ainda encontrar a resposta certa na verificação de teorias científicas. Não há espaço para discussão e análise dos experimentos. Neste modelo, o aparato experimental, a maneira como conduzir o experimento e o conjunto de respostas esperadas já estão pré-determinadas (CAMILLO; MATTOS, 2014).

Irrelevância dos conteúdos

A literatura registra também de maneira sistemática que os estudantes da escola básica apontam que conteúdos presentes nos currículos de ciências são em grande medida irrelevantes para suas vidas. Como aponta os resultados sistematizados por Lyons et al (2007), esta é uma reclamação que aparece tanto entre estudantes que pretendem seguir a carreira científica quanto os que seguirão outras carreiras. Muitos estudantes reconhecem importância da disciplina científica, mas não consideram que seja algo ao qual estariam dispostos a dedicar-se. Professores, por exemplo, apontam que tal irrelevância é resultado do modo pelo qual a educação em ciência acontece e não pelo currículo em si, visto que muito daquilo que é tratado na ciência escolar tem relação direta com o cotidiano das pessoas. Por outro lado, é preciso destacar que a problemática sobre relevância está longe de ser trivial – ver por exemplo: Aikenhead (2005). A questão da relevância vem sendo tratada por diferentes grupos que buscam responder o que é ser relevante e qual o papel de determinados conhecimentos dentro

das perspectivas adotadas para conceber o sistema educacional ou a formação humana de maneira geral a relação com a vida cotidiana.

De maneira geral, a ciência escolar tradicional tende a ser irrelevante pois, apesar de sua tentativa de socializar os conhecimentos científicos e a forma científica de pensar, poucos são capazes de obter sucesso nessa empreitada. Dentro deste quadro restritivo de sucesso, os educadores seriam aqueles responsáveis e premiados por identificar os melhores estudantes que comporão a elite acadêmica dos cursos de ciências e engenharia nas universidades, enquanto os outros estudantes são postos de lado dentro desta forma de conceber a educação (AIKENHEAD, 2009, p. 50).

O currículo tradicional, da maneira como é construído, somente seria (na maioria das vezes não é) relevante na perspectiva do ensino básico como uma introdução às carreiras científicas. Alguns pontos, no entanto, devem ser considerados a fim de que esta afirmação seja problematizada e a real causa deste fenômeno seja compreendida. O primeiro ponto são os numerosos conteúdos (supostamente) básicos aos quais os futuros estudantes de carreiras com conteúdo científico devem ser introduzidos – aquilo que supostamente consistiria em qualquer iniciação às ciências. O segundo ponto é a concepção de que os conteúdos científicos são difíceis por natureza e que a apropriação do conhecimento científico “tijolo por tijolo”, com pequenas informações memorizadas (massa atômica, distância entre planetas, densidade de substâncias por exemplo), que só farão sentido no final do estudo, quando se poderá apreciar a construção como um todo¹¹ (OSBORNE, 2007). Neste sentido, o currículo passa a ser um amontado de informações científicas sobre as quais é difícil atribuir alguma relevância. Muitos dos estudantes são incapazes de chegar ao final da construção para então apreciar sua beleza e totalidade. Osborne (2007) utiliza uma metáfora que é bastante interessante. Da maneira como a educação em ciências está concebida é como se fornecêssemos aos alunos um quebra-cabeças de 1000 peças, do qual ele não faz ideia alguma do que se

¹¹ Osborne (2007) utiliza os termos “falácia dos fundamentos” para se referir à ciência como difícil por natureza e “falácia da cobertura” para explorar a ideia de que se espera que o currículo escolar deva cobrir a maioria dos conteúdos científicos de maneira extensa e equilibrada.

trata e que muito provavelmente ele não terá tempo de resolver, ao invés de fornecê-lo um quebra-cabeças mais simples.

Dificuldade de compreensão

E por fim, mas não de maneira independente do apresentado até o momento, os alunos percebem a ciência escolar, sobretudo a Física, como a disciplina mais difícil relativamente a outras disciplinas. A ideia de “dificuldade”, no entanto, é associada a uma variedade bastante grande de fatores, como, por exemplo, ao excesso de memorização, à falta de desafios intelectuais ou irrelevância do conteúdo (já destacada no item anterior) ou à misteriosa linguagem científica, cuja terminologia favorece a desorientação dos alunos (LYONS et al., 2007). Lyons et al (ibidem), destacam, por exemplo, no que diz respeito a linguagem científica, os alunos classificam os professores em dois grupos: aqueles que conseguem guiar os alunos pelo “misterioso discurso científico” e aqueles que não conseguem.

No item anterior discutimos a concepção de que o conhecimento científico é difícil por natureza. Partindo deste pressuposto não há nada que se possa fazer, tanto por parte dos professores quanto dos alunos, visto que a disciplina científica em sua essência é assim, e assim deve ser aprendida, pois uma modificação na “dificuldade” da disciplina seria responsável por descaracterizá-la. Este conjunto de crenças acerca do conhecimento científico está intimamente relacionado à concepção elitista de ciência, cujo projeto, como instituição e profissão, é pensado para um grupo bastante restrito de pessoas e não como uma empreitada que possa ser conduzida por uma grande parcela da população. A “dificuldade” do conhecimento científico não é, neste sentido, algo inerente ao próprio conhecer, mas um dispositivo que serve muito bem a determinados propósitos e separa de maneira bastante clara aqueles que, desde o princípio, podem fazer parte deste seleto grupo, cujo conhecimento recebe o crivo da cientificidade e outro grupo, cuja produção tem sequer a possibilidade de ser reconhecida como conhecimento válido.

Nesta perspectiva, então, assume-se claramente duas instâncias: aquela na qual o conhecimento é produzido e aquela na qual o conhecimento é consumido, sem nenhum intercâmbio entre elas que não a imposição do saber supostamente

verdadeiro. Verdade que não é construída pela ação de conhecer na prática, mas pela imposição a priori da instituição científica como produtora, por excelência, de conhecimentos (sempre verdadeiros). A escola como receptáculo das verdades científicas tem como papel escolher a melhor maneira pela qual a transmissão deste conhecimento possa acontecer. Atitude que em maior ou menor grau não mudou deste a introdução das disciplinas científicas no currículo de ciências da grande maioria da população, apesar de tentativas isoladas de superação deste modelo de imposição do saber científico (NICIOLI JUNIOR; MATTOS, 2008).

Além disso, é preciso destacar explicitamente o papel que o professor vem assumindo diante destas perspectivas. Gaspar (2004) aponta que as diferentes propostas de ensino de Física desde o aparecimento da pesquisa em ensino, embora tendo diferentes perspectivas teóricas, têm relegado a um plano secundário o papel do professor no processo educacional. O professor é entendido, na melhor das hipóteses como um organizador ou gerenciador da atividade educacional e não como parte essencial deste processo. Exemplos disso são os modelos educacionais profundamente centrados na organização da própria disciplina científica, os materiais à prova de professor, completamente enrijecidos do ponto de vista das singularidades de cada espaço educativo ou os programas de formação inicial e continuada nos quais os professores devem seguir os encaminhamentos produzidos por especialistas da área em ensino de ciências.

O problema da compreensão não é exclusivamente dos alunos. Muitas vezes os próprios professores não encontram sentido nas propostas educacionais que lhe são impostas, sem que sejam ouvidos e façam parte da construção delas. Não é incomum que os professores sejam considerados culpados tanto pelo uso inadequado dos materiais curriculares previamente preparados e a eles impostos (KRASILCHIK, 1987), quanto pelo fracasso das tentativas de mudança curricular. Nesta estrutura fragmentada e hierarquizada, os professores estão longe das tomadas de decisão e construção dos currículos, mas são os sujeitos de atuação efetiva na sala de aula.

Então, ensino de ciências para quê?

Enfim, perguntar “educação em ciências para quê?”, como bem aponta Wellington (2001), nos coloca também uma questão mais ampla que é “educação para quê?”, que nos leva a tempos remotos, como a Grécia Antiga, quando Platão coloca a questão “Qual conhecimento é mais valioso?”, pergunta repetida por Herbert Spencer no século XIX, que junto com Thomas Huxley, Charles Lyell, Michael Faraday, John Tyndall e Charles Eliot buscavam justificar a introdução das disciplinas científicas no currículo escolar (DEBOER, 1991). Durante quase dois séculos estas questões têm sido respondidas de diversas maneiras: em termos de atitudes, competências, habilidades, progresso científico e econômico, participação da vida cotidiana, posicionamento em questões sócio-científicas.

Muitos têm se dedicado, sobretudo nos últimos anos, a compreender e formular os significados e os pressupostos de uma educação em ciências para aqueles que não se tornarão cientistas. Isto pode ser pensando como um enfoque humanista (DONNELLY, 2002; AIKENHEAD, 2005), que vai além da exploração dos conceitos básicos de uma área específica das ciências, que explora os processos pelos quais o conhecimento científico é construído ou como a ciência veio a ser o que é hoje, que problematiza as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, que explicita sua relevância na vida cotidiana dos indivíduos, que traz contribuições efetivas sobre as tomadas de decisão em questões com conteúdo científico, visando a participação do cidadão numa sociedade na qual a ciência e a tecnologia desempenham um papel significativo.

Nos primeiros anos do século XX, pela influência dos trabalhos de autores como Dewey, a educação científica passa a ser pensada a partir de sua relevância na vida contemporânea, pela sua aplicação na vida cotidiana dos indivíduos. Dewey (1910) critica uma ciência ensinada como uma acumulação de coisas já prontas, com as quais estudantes tinham que simplesmente familiarizar-se e não como um modo de pensar ou uma atitude da mente¹², muito mais como fatos e leis ao invés de um método efetivo

¹² “Digo que a ciência tem sido ensinada demasiadamente como uma acumulação de material pronto com os quais os alunos serão familiarizados, não suficientemente como um método de pensar, uma atitude mental, como padrão segundo o qual os hábitos mentais devem ser transformados” (DEWEY, 1910, p. 122 – tradução nossa).

de investigação que pode ser aplicado a qualquer objeto de investigação¹³. É neste sentido que, para Dewey, o estudante deve assumir um papel ativo na construção do conhecimento e apropriar-se desde processo transformando suposições e opiniões em crenças justificadas pela investigação (DEWEY, 1910, p. 125)¹⁴.

Sintetizar os objetivos da educação em ciências não constitui-se de uma tarefa fácil e, além de tudo, é algo perigoso. Primeiramente porque corremos o risco de que determinadas práticas educacionais ou concepções específicas não sejam contempladas na sua totalidade ou que na tentativa de fazer tal síntese seja criada uma imagem distorcida, não captando as minúcias de cada abordagem, no interior de um campo bastante diverso. Porém, assumindo este risco e apesar dele, trazemos duas sistematizações, presentes em dois autores, acerca das concepções acerca dos objetivos da educação científica que compreendemos abarcar a totalidade das intenções de ensinar ciências e nos permitem avançar na discussão que aqui desejamos fazer. DeBoer (2000), assim sumariza objetivos da educação em ciências ao longo de sua história:

- 1) Ensinar e aprender Ciência como uma força cultural no mundo moderno; 2) Preparação para o mundo do trabalho; 3) Ensinar e aprender sobre ciência que tem aplicação direta na vida cotidiana; 4) Ensinar para que os estudantes sejam cidadãos informados; 5) Aprender sobre Ciência como um jeito particular de examinar o mundo natural; 6) entender relatórios e discussões sobre ciência que

¹³ Esta é uma nota com duplo objetivo. O primeiro deles é fornecer ao leitor a citação de Dewey. Ele afirma que: “[...] que o ensino da ciência sofreu porque a ciência tem sido tão frequentemente apresentada apenas como tanto conhecimento já pronto, muito mais um conjunto de fatos e leis, em vez de como um método eficaz de investigação sobre qualquer assunto” (DEWEY, 1910, p. 124). O segundo objetivo é apontar que, de maneira explícita no referido trabalho, Dewey assume uma concepção de método como procedimento universal, que independe do objeto investigado e que precede a própria ciência como disciplina: “Mas na ordem de tempo e importância, a ciência como método precede a ciência como assunto. O conhecimento sistematizado somente é ciência devido ao cuidado e rigor com o qual tem sido buscado, selecionado e organizado” (DEWEY, 1910, p. 125 – tradução nossa).

¹⁴ É interessante ainda destacar que muitas das críticas presentes em diferentes discursos contemporâneos ao modelo tradicional de educação estão direta ou indiretamente permeadas por muitas formulações de Dewey. No Brasil, por exemplo, Souza e Martineli (2009) destacam dois períodos nos quais o pensamento de Dewey exerceu influência nos ideários pedagógicos. O primeiro deles foi de 1930 a 1950, por meio da figura de Anísio Teixeira, o principal interlocutor de Dewey no Brasil, nas das discussões sobre a introdução de ideias escolanovistas. O segundo período dá-se também de forma indireta e ocorre pela influência de pesquisadores como António Nóvoa e Donald Schön, que dedicam-se à formação de professores e sintetizada em perspectivas como a do Professor Reflexivo.

aparecem nas mídias populares; 7) Aprender sobre ciência pelo seu apelo estético; 8) Preparar cidadão que são simpáticos à ciência; 9) Entender a natureza e a importância da tecnologia e a relação entre tecnologia e ciência.

Días (2004), por outro lado, sumariza os objetivos da educação científica escolar em termos de sua relevância:

1) Ciência para prosseguir estudos científicos; 2) Ciência para tomar decisões em assunto tecnocientíficos públicos; 3) Ciência funcional para trabalhar nas empresas; 4) Ciência para seduzir os alunos; 5) Ciência útil para a vida cotidiana; 6) Ciência para satisfazer curiosidades pessoais; e 7) Ciência como cultura.

Assim, como já apontamos, esse conjunto de pressupostos é capaz de sintetizar as diferentes concepções que são atribuídas por professores, alunos e sobretudo pelos documentos oficiais acerca da importância/relevância das disciplinas científicas na escola básica. Deve-se notar, ainda, que tais objetivos não são excludentes entre si. Wellington (2010), por exemplo, defende que um currículo de ciências não deveria focar majoritariamente somente em um único objetivo, mas compor-se da maior gama possível de intenções, para que atinja o maior número de pessoas e uma riqueza maior de possibilidades com a prática educativa.

Alfabetização Científica

Nos últimos anos, porém, à maneira como ocorreu com *Mudança Conceitual*, Alfabetização Científica¹⁵ tornou-se sinônimo de aprender ciências. Isto pode ser constatado, por exemplo, quando é colocada como objetivo da educação científica em documentos oficiais (AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE, 1993; NATIONAL SCIENCE EDUCATION STANDARDS, 1996) ou quando tal posição aparece explicitamente defendida por vários pesquisadores (CHASSOT, 2003; SASSERON; CARVALHO, 2008; 2011). A OECD, responsável pelo PISA, exame internacional de maior impacto no que diz respeito a formulação de ações educacionais, define alfabetização científica como:

¹⁵ Ou Letramento científico e ainda, do inglês, Scientific Literacy.

a capacidade de usar conhecimento científico, de identificar questões e tirar conclusões a partir de evidências a fim de compreender e ajudar a tomar decisões a respeito do mundo natural e das mudanças nele feitas pela atividade humana. (OECD, 2006, p. 133 – tradução nossa).

Considerando o impacto que uma formulação como esta e a influência de um órgão como a OECD, o conceito de alfabetização científica e as práticas concretas que desenvolvem-se em torno desta concepção necessitam ser problematizadas. No que diz respeito à nomenclatura, o primeiro ponto que merece atenção é a sua pluralidade. É possível encontrar aqueles que fazem referência à Alfabetização Científica, outros a Letramento Científico e ainda Enculturação Científica para designarem, como aponta Sasseron e Carvalho (2011, p. 60), “o objetivo desse ensino de Ciências que almeja a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas de sua vida”.

Segundo DeBoer (2000), desde que o termo (*Scientific Literacy*) foi introduzido na década de 1950, ele carece de uma definição mais precisa, o que é também observado por Sasseron e Carvalho (2011) em um trabalho no qual dedicam-se a analisar o estado da arte das pesquisas que tratam da alfabetização científica. Logo no início as autoras apresentam problemas na definição do termo:

[...] o primeiro obstáculo no estudo da Alfabetização Científica está na própria definição do conceito: muito abordado e discutido na literatura sobre Ensino de Ciências, ainda mostra-se amplo e, por vezes, controverso e diversas são as opiniões sobre como defini-lo e caracterizá-lo. (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 59)

Da mesma maneira, Lorenzetti e Delizoivov (2001), apoiados em Bingle e Gaskell (1994, p. 186), apontam que a alfabetização científica “tem muitas das características de um slogan educacional no qual o consenso é superficial, porque o termo significa coisas diferentes para pessoas diferentes”.

DeBoer (2000) defende que, apesar de muitas tentativas de delimitação do seu significado, não existe ainda uma definição amplamente aceita e não passa de uma vaga noção; toma dimensões importantes quando alfabetização científica torna-se o objetivo da reforma na educação em ciências. Aponta, ainda, que para alguns autores é difícil

admitir que alfabetização seja mais que um *slogan* para reunir educadores a fim de promover um melhor ensino de ciências. Neste sentido, falar de alfabetização científica é simplesmente falar de educação científica (DeBOER, 2000).

Sasseron e Carvalho (2011) apontam, ainda, que os pesquisadores brasileiros que optaram por utilizar o termo “Letramento Científico” justificam sua escolha apoiando-se em duas grandes pesquisadores da área da Linguística: Magda Soares e Angela Kleiman. A primeira delas define *letramento* como sendo o “resultado da ação de ensinar ou aprender a ler e escrever: estado ou condição que adquire um grupo social ou um indivíduo como consequência de ter-se apropriado da escrita” (SOARES apud SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 60.). A segunda define como: “conjunto de práticas sociais que usam a escrita enquanto sistema simbólico e enquanto tecnologia, em contextos específicos para objetivos específicos” (KLEIMAN apud SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 60). Explicita-se aqui, então, nas definições das duas autoras, apropriadas pelos pesquisadores da educação em Ciências, uma dicotomia. Para a primeira autora, letramento aparece como resultado, produto ou ainda como qualidade que se pode atribuir a uma pessoa ou grupo. Por outro lado, para a segunda autora, letramento aparece como processo, como um conjunto de práticas que se estabelecem em torno de determinado conteúdo.

Shamos (1995), na contramão do movimento de alfabetização científica, argumenta que a ideia de “desenvolver uma alfabetização científica significativa no público em geral [...] é pouco mais que uma ideia romântica, um sonho que tem pouca influência sobre a realidade” (p. 215). Segundo ele, apesar de alguns dos argumentos a favor da alfabetização científica serem válidos, a grande parte deles são impraticáveis, sobretudo na sociedade americana que é o seu principal objeto de investigação. Primeiramente porque alcançar a alfabetização científica é um problema que transcende as escolas, as reformas curriculares e a melhor preparação dos professores – ações que isoladamente não conseguem fornecer estímulos para que a sociedade seja mais alfabetizada em ciências ou em qualquer outra disciplina. Posição que é bastante similar à de Jenkins (1999), que afirma que seria necessário muito mais que uma reforma curricular, apesar de que tal reforma não pode ser subestimada.

Além disso, Shamos (1995) aponta que há uma diferença entre tornar-se alfabetizado e permanecer alfabetizado cientificamente. Argumenta ser um equívoco equiparar a alfabetização na escola com uma possível alfabetização na idade adulta, uma vez que as tentativas relacionadas à alfabetização científica na escola têm pouco influência na percepção sobre ciência na idade adulta.

Poder-se-ia argumentar que o nível de alfabetização científica, medida pelas avaliações como o PISA, por exemplo, tem aumentado consideravelmente nos últimos anos, sobretudo nos países desenvolvidos (MILLAR, 2006), o que nos leva, no entanto, a outro problema, que refere-se justamente ao processo de investigar o nível de alfabetização científica em larga escala, visto que tais exames têm focado essencialmente no processo de tirar significados da escrita científica, ou seja, no vocabulário e na relação entre os conceitos e não na capacidade de analisar e posicionar-se criticamente diante de um texto científico (OSBORNE, 2010).

Conhecimento útil

Outro pressuposto que necessita ser problematizado é a relação quase direta entre aprendizado de ciências e a capacidade de utilizar este conhecimento em situações cotidianas e/ou participar de discussões/situações em que a ciência seja fundamental na resolução de problemas.

Gough *et al* (2009), por exemplo, apontam que os jovens, mesmo sabendo dos riscos do tabagismo, justificam seu ato de fumar defendendo que atualmente muitas coisas além do cigarro fazem mal a saúde. Assim, minimizam os possíveis malefícios trazidos pelo cigarro ao passo que enfatizam alguns supostos benefícios, como o fato de que o cigarro pode efetivamente ser usado para aliviar o *stress*. Além disso, muitos jovens apontam que o ato de fumar está associado à juventude, como uma construção social típica desta faixa etária e que o ato de fumar cessará com a chegada da idade adulta. Neste sentido, na perspectiva dos jovens, a escolha por fumar é claramente racional e situada e não relacionada com vícios. Assim, o critério supostamente racional transcende o conhecimento científico acerca dos malefícios acerca do cigarro, visto que a própria racionalidade na visão dos jovens fumantes passa a ser distinta daquela que

se espera ao conceber o papel de elemento crítico ao conhecimento científico na tomada de decisão.

Por outro lado, Yang e Anderson (2003) apoiados em uma perspectiva de promover a alfabetização científica e aprofundar as relações CTS, mostram que os estudantes do ensino médio podem facilmente ser afetados por fatores emocionais quando estão avaliando evidências científicas. Os diferentes modos de raciocínio apresentados pelos diferentes grupos estão associados à suas crenças, valores e emoções durante o processo de resolução de problemas. Segundo os autores, os estudantes “cientificamente orientados” parecem ter grande confiança na objetividade da ciência enquanto os estudantes “socialmente orientados” tendem a justificar suas respostas verbalizando suas emoções e compartilhando suas experiências para justificar suas respostas (YANG; ANDERSON, 2003, p. 232).

No que diz respeito a utilização da Ciência na vida cotidiana, Yang (2004) argumenta que os alunos, mesmo os jovens adultos, têm exibido incapacidade de usar o *raciocínio científico* em questões sociais no contexto de vida, apesar de apresentarem tais habilidades em situações específicas nas quais o seu domínio é obrigatório. Isto é um indício da dificuldade de transferência das habilidades de raciocínio a diferentes contextos. Além disso, muitas vezes, parece haver conflitos entre o raciocínio científico na escola e em contextos sociais. Nielsen (2012) argumenta que o conhecimento científico muitas vezes pode por si só não justificar uma decisão carregada de valor, decisões sobre questões sociais tendem a ser simplesmente decisões de valor.

Jenkins (1999) aponta ainda que no mundo cotidiano a ciência “emerge não como conhecimento coerente, objetivo e não problemático, mas como incerto, controverso e muitas vezes incapaz de responder a muitas questões importantes com o necessário grau de confiança” (p. 704). Aponta, ainda, que em alguns casos o conhecimento científico é deixado de lado e até mesmo considerado irrelevante diante do problema em questão, enquanto o pensamento cotidiano, pela sua própria natureza, acaba por ser bem adaptado para a tomada de decisões em um mundo “marcado pela incerteza, contingência e de adaptação a uma gama fatores não controlados” (p. 704).

Democracia

É amplamente usado o argumento que a alfabetização científica é capaz de trazer a possibilidade de desenvolver a ‘aptidão para lidar com a ciência’, ou seja, subsídios para compreender a abordagem científica das questões e dos conceitos básicos da ciência além de questões políticas com conteúdo científico, desenvolvendo o pensamento crítico e a independência intelectual para a tomada de decisões em relação à ciência e tecnologia num plano democrático (STRIEDER, 2012). Argumento que mascara em torno deste lema, com algo unificador e homogêneo, as diversas problemáticas da educação em ciências e, sobretudo, o que efetivamente se entende por democracia e ao qual projeto de sociedade se está referindo.

Já apontamos o caráter problemático de se assumir que o conhecimento científico é útil para a vida dos indivíduos. Não menos problemática é a associação entre as diferentes concepções de alfabetização científica a formação para a cidadania. Osborne (2010, p. 53), por exemplo, chama de “argumento democrático” aquele que defende a educação em ciências na escola básica em termos da participação na sociedade, visto que uma democracia saudável necessita que todos os seus cidadãos, ou pelo menos a maioria deles participem das decisões nas quais a ciência contemporânea está presente. Segundo ele, isso só é possível se os indivíduos tiverem conhecimentos básicos da ciência que subjaz tais questões. O autor assume, então, apoiado em Millar (2006), a posição de que os cidadãos não são construtores do conhecimento, mas devem constituir-se consumidores críticos deste conhecimento. Segundo Millar (2006), a produção do conhecimento científico novo é uma tarefa no qual uma minoria da sociedade participa.

É importante destacar que, à maneira como acontece com outros termos, democracia é polissêmico, assumindo diferentes significados para diferentes pessoas dependendo das fundamentações adotadas. Coutinho (2002), aponta que “[...] o fato de que todos hoje se digam democratas não significa que acreditem efetivamente na democracia, mas sim que se que se generalizou o reconhecimento que a democracia é uma virtude” (p. 12). Ele também aponta que aquilo que corriqueiramente se chama de democracia não é o que a história da humanidade e também o pensamento político

entendem por tal conceito. É preciso então, segundo o mesmo autor, cautela ao utilizar o termo democracia, visto que em determinados momentos o liberalismo é contra a democracia, apresentando-se como uma alternativa ao modelo democrático, enquanto no século XX, sobretudo a partir dos anos de 1930, “o liberalismo assume a democracia e passa a defendê-la, mas reduzindo-a e minimizando-a, empobrecendo suas determinações, concebendo-a de modo claramente redutivo” (p.11).

Tal empobrecimento, em particular no ensino de ciências, é observado no recorrente e superficial discurso de que a educação científica deve fornecer instrumentos para que os supostos cidadãos possam participar da sociedade contemporânea sem, no entanto, problematizar o significado e as consequências concretas de assumir um ou outro posicionamento diante de um modelo político (como em Blanco-Lopez et al, 2007; por exemplo).

Além disso, Cassab (2008) reconhece, junto com Auler e Delizoicov (2001), a problemática de se construir um modelo democrático pautado numa concepção tecnocrática de ciência. Apesar de reconhecer os efeitos nocivos do desenvolvimento científico “seja à custa da exploração desenfreada dos recursos naturais (gerando impactos sócio-ambientais antes nunca imaginados), seja da destruição ou apropriação de outros sistemas de conhecimento [...]” (CASSAB, 2008, p.), a autora enfatiza o papel que as ciências desempenham na construção de uma sociedade democrática, visto a importância que o conhecimento científico representa para a sociedade contemporânea, assumindo falsa a concepção da “impossibilidade do cidadão comum em compreender os conhecimentos científicos necessários à sua participação social, em vista de sua complexidade e extensão” (CASSAB, 2008, p.). Ela argumenta que a posse de conhecimentos científicos específicos, por parte dos especialistas, por exemplo, não garante necessariamente uma tomada de posição que seja relevante à maioria da população.

Como já havíamos apontado, autores como Fensham (2002b) e Shamos (1995) consideram irrealista a possibilidade de uma sociedade tornar-se cientificamente alfabetizada de maneira a participar das tomadas de decisão em questões sociocientíficas, como os desenvolvimentos em biotecnologia ou aquecimento global,

dada a complexidade dos conceitos científicos que estão imbricados nestas problemáticas. Como alternativa ao modelo de alfabetização científica, Shamos (1995) propõe o conceito de *Scientific Awareness* (consciência científica), que implica promover um ensino de ciência que desenvolva a apreciação e a consciência sobre o empreendimento científico, que esteja em torno do tema da tecnologia e da sua relevância para a vida dos indivíduos no que diz respeito a sua segurança e saúde. Por fim, um ensino que promova alfabetização social (cívica), de maneira que se possa policiar como os peritos científicos atuam em questões técnicas, visto que são eles que podem resolver tais questões.

Assim, é preciso reconhecer que a problemática da educação em ciências e sua relação com a participação democrática está longe de ser trivial. Não trivial também são as questões acerca da natureza do conhecimento, de sua relação com a transformação da realidade e com a ação política¹⁶. Não estamos advogando, no entanto por uma unicidade de tais concepções, mas sim de uma maior fundamentação e explicitações dos pressupostos que sustentam tais concepções, tornando mais rico e profundo tanto o debate teórico em torno destas temáticas quanto o subsídio para práticas educacionais concretas. Afinal, as diferentes concepções acerca do processo de conhecer, de transformar a realidade e da própria concepção de democracia implicam em projetos educacionais diferentes.

Visões de Mundo

Até aqui dedicamo-nos, ainda que de maneira muito breve e sintética, a explorar o conjunto de problemas que a educação em ciências tem enfrentando desde o seu surgimento como campo de investigação. Não nos atentamos, no entanto, para a caracterização do conjunto de grandes teorias, grandes explicações de mundo ou grandes concepções filosóficas a partir das quais a educação em ciências tem buscado encontrar respostas, explicações e tentativas de superação dos problemas que tem

¹⁶ Aqui entendida na sua acepção mais ampla, de participação da vida coletiva.

enfrentado ou formular questões fundamentais acerca dos processos de ensino-aprendizagem, desenvolvimento humano ou participação política.

Partimos do pressuposto que, ao refletir sobre a problemática educacional, procurando compreender os processos de ensino-aprendizagem, as questões de linguagem, o desenvolvimento humano etc., temos que refletir, simultaneamente, de que maneira explícita ou implícita, conscientemente ou não, os grandes conjuntos teóricos fundamentam as diferentes posições acerca do que significa ser humano e dos processos pelos quais os seres humanos se desenvolvem. Neste sentido, torna-se imprescindível a compreensão dos principais pressupostos explicativos que fundamentam as propostas de solução dos problemas que pretendemos enfrentar nesta tese, isto é, é necessário nos posicionar criticamente, tanto no sentido de sua incorporação no ou eliminação do quadro teórico que pretendemos montar.

Empirismo e Racionalismo

Sem dúvida alguma, a maior influência nas ciências sociais e na educação ainda é tradição empirista, segundo a qual a mente humana é um dispositivo que recebe sinais do ambiente externo através dos órgãos de sentido e os processa por meio do cérebro, à maneira como um computador. Dentro desta perspectiva, o conhecimento é produzido de maneira unidirecional e linear, do mundo exterior para o mundo interior do cérebro humano, que é essencialmente passivo neste processo de reproduzir no plano cognitivo as imagens do mundo. A partir destes pressupostos é inevitável a conclusão que o conhecimento acerca do cérebro humano é a solução para os problemas éticos, morais e educacionais, visto que tudo que se relaciona ao comportamento humano por der reduzido a este elemento basilar: aquilo que se passa dentro do cérebro entre as estruturas neuronais (STETSENKO, 2010). É notável a influência que este modelo de conhecimento e desenvolvimento humano exerceu na educação em ciências desde sua origem, sobretudo por meio dos modelos behavioristas e cognitivistas e mais atualmente por meio da pesquisa em neurociência e educação, que tem sido tratada como a panaceia para todos os problemas educacionais.

Por outro lado, a influência racionalista é também considerável na construção de explicações acerca da problemática social e educacional. Dentro da perspectiva

racionalista, a realidade constitui-se a partir da imposição ao mundo exterior das estruturas pré-formadas e interiores, que estão presentes na mente do sujeito desde o nascimento. O processo de desenvolvimento humano é essencialmente endógeno e compreender transformações dessas estruturais existentes com regularidades próprias ainda que não de maneira completamente independente da realidade externa (STETSENKO, 2010). No que diz respeito ao ensino de ciências, a maior influência destes pressupostos chega por meio de Piaget¹⁷, que subsidia práticas educacionais centradas nos próprios estudantes, enfatizando o caráter ativo da aprendizagem, de maneira que possam exercitar suas estruturas internas, e nos currículos formulados de maneira a estarem em sintonia com o estágio de desenvolvimento (biológico) das estruturas internas.

Por fim, e não menos importantes, são as tentativas que surgem nos últimos anos que se contrapõem tanto ao modelo empirista e como ao modelo racionalista no que diz respeito a produção do conhecimento científico e do desenvolvimento humano. De maneira específica, nos dedicaremos a estas perspectivas teóricas no próximo capítulo analisando o desenvolvimento humano a partir de uma perspectiva histórica, presente no que chamaremos de projetos vigotskiano (desdobramentos dos trabalhos de Vigotski e colegas) e freireano (desdobramentos dos trabalhos de Freire).

Pós-Modernismo

Dedicaremos, no entanto, neste momento específico, a apontar alguns pressupostos que muitas das abordagens socioculturais compartilham que são conhecidos como pós-modernistas. Parece-nos interessante, visto que nossas teses se

¹⁷ É preciso notar, no entanto, que apesar de Piaget ser conhecido por ter formulado uma teoria de cunho racionalista, ele dá passos fundamentais na superação do dualismo presente tanto nas abordagens empiristas e racionalistas, da divisão entre corpo e mente, entre meio exterior e interior. Piaget avança significativamente na construção de um modo unitário de conceber a realidade e o desenvolvimento – uma ontologia não dualista – no que diz respeito a profunda inter-relação entre o organismo e o ambiente no qual está inserido, ainda que sua teoria (de Piaget) mantenha-se fortemente ligada ao modelo biológico de desenvolvimento (STETSENKO, 2008). Questões sobre um modelo alternativo de desenvolvimento humano é o nosso objeto no capítulo 2 e questões de natureza ontológica serão tratadas no capítulo 4)

opõem a muitas formulações pós-modernas, a explorar com alguns detalhes as origens deste pensamento, compreendido como a expressão cultural do capitalismo moderno.

Coutinho (2010) aponta que, em um dado momento histórico, o capitalismo representou tanto no plano econômico-social quanto cultural uma enorme revolução na história da humanidade. A burguesia era a portadora deste espírito revolucionário e foi então capaz de dissolver as relações feudais e compreender a realidade no seu movimento de constante transformação, no seu constante devir – Lukács (2012), por exemplo, considera Hegel, com sua ‘Ciência da Lógica’ e a ‘Fenomenologia do Espírito’, o maior pensador burguês, aquele que expressa a máxima consciência da burguesia revolucionária.

Durante o seu período revolucionário, a burguesia foi capaz de reconhecer a realidade como um todo racional, no qual a efetivação do projeto iluminista da emancipação da sociedade pela razão era possível.

“Desde a teoria de Galileu de que ‘a natureza é um livro escrito em linguagem matemática’ até o princípio hegeliano da ‘razão na história’, estende-se uma linha que - apesar de suas sinuosidades – afirma claramente a subordinação da realidade a um sistema de leis racionais, capazes de serem integralmente apreendidas pelo nosso pensamento” (COUTINHO, 2010, p. 22).

Neste período encontram-se as maiores contribuições da burguesia ao pensamento que, segundo Coutinho (2010), podem ser sintetizados em três núcleos:

[...] o humanismo, a teoria de que o homem é um produto de sua própria atividade, de sua história coletiva; o historicismo concreto, ou seja, a afirmação do caráter ontologicamente histórico da realidade, com a consequente defesa do progresso e do melhoramento da espécie humana; e, finalmente, a razão dialética, em seu duplo aspecto, isto é, o de uma racionalidade objetiva imanente ao desenvolvimento da realidade (que se apresenta sob a forma da unidade dos contrários), e aquele das categorias capazes de apreender subjetivamente essa racionalidade objetiva, categorias estas que englobam, superando, as provenientes do “saber imediato” (intuição) e do “entendimento” (intelecto analítico) (p. 28).

A burguesia, porém, ao tornar-se a classe dominante, torna-se também conservadora – perde seu caráter revolucionário e entra em decadência intelectual – e

fundamentalmente interessada na manutenção da sua posição privilegiada. Começa assim a abandonar gradativamente os avanços alcançados durante o seu período revolucionário:

Em lugar do humanismo, surge ou um individualismo exacerbado que nega a sociabilidade do homem, ou a afirmação de que o homem é uma "coisa", ambas as posições levando a uma negação do momento (relativamente) criador da práxis humana; em lugar do historicismo, surge uma pseudo-historicidade subjetivista e abstrata, ou uma apologia da positividade, ambas transformando a história real (o processo de surgimento do novo) em algo "superficial" ou irracional; em lugar da razão dialética, que afirma a cognoscibilidade da essência contraditória do real, vemos o nascimento de um irracionalismo fundado na intuição arbitrária, ou um profundo agnosticismo decorrente da limitação da racionalidade às suas formas puramente intelectivas. (idem, p. 30-31).

Esta forma de pensar, que exerce grande influência no pensamento acadêmico, tem sido tratada como uma alternativa aos problemas trazidos pela e caracteriza-se pela profunda aceitação do efêmero, do fragmentário, do descontínuo e do caótico (HARVEY, 1992). Os pós-modernistas, ao fazerem crítica à concepção de progresso do modernismo ou da ciência burguesa, não negam simplesmente o progresso e a ciência modernista, mas negam a própria ideia de progresso e qualquer possibilidade de conhecimento sistemático sobre a realidade (DUARTE, 2004). Sendo assim, o conhecimento, dentro desta perspectiva, é sempre particular e parcial, exclusivamente individual e circunstancial – conhecimentos tácitos, efêmeros e passíveis de erro (idem, 2006). O pensamento pós-moderno suspeita das grandes teorias, das grandes formulações e sobretudo da possibilidade de transformação da realidade de maneira consciente pelo gênero humano. A própria construção do gênero humano, numa perspectiva de totalidade, é inconcebível dentro do projeto pós-moderno, por exemplo.

É dentro desta perspectiva que muitas pesquisas de cunho sociocultural hoje estão fundamentadas e, portanto, deixando as grandes questões acerca da natureza humana e dos processos de desenvolvimento sub-teorizadas, quando não totalmente excluídas das suas reflexões. Nosso posicionamento é que sem uma teoria (não terminada, mas num contínuo processo) que consiga captar, no nível ontológico-epistemológico, o real movimento do desenvolvimento humano no interior das práticas

históricas concretas e fazer ofensiva às concepções empiristas e racionalistas, as portas estarão abertas para que os processos humanos sejam concebidos de forma não crítica (STETSENKO, 2008), a serviço dos modelos econômicos e das influências neoliberais, sem que a sociedade seja construída de maneira consciente ou como um projeto de emancipação humana.

Uma pequena síntese

Diante do exposto até aqui, faz-se necessária uma pequena síntese que oriente nossa análise. Tal síntese dar-se-á por meio de quatro categorias que expressam os processos que têm sido fundamentalmente tratados de maneira dicotômica na educação em ciências.

Temos argumentado que, desde sua origem, a educação em ciências tem sofrido com o dilema entre uma educação para aqueles que se tornarão e para aqueles que não se tornarão cientistas. Isto enfatiza explicitamente a concepção elitista representada pela separação entre os que serão produtores do conhecimento e os que serão consumidores de conhecimento. Além disso, apenas uma pequena parcela será reconhecida como produtora enquanto a grande maioria, consumidora, sofre as influências e consequências desta produção. Por outro lado, surge uma dicotomia em relação ao sujeito da produção e do consumo de conhecimento, se individual ou coletivo.

Desta forma, nossa primeira categoria expressa o **sujeito da atividade educacional**. Com ela visamos captar o movimento entre o individual e o coletivo no processo de desenvolvimento humano e nas relações de produção e de consumo de conhecimento científico. Pretendemos ir além dos modelos teóricos que explicam as complexas relações sociais, o desenvolvimento cultural e a história humana por meio de mecanismos naturais e/ou biológicos, dentro dos quais as diferenças na aprendizagem/interesse/participação em atividades científicas são atribuídas às características biológicas ou à herança genética, ofuscando problemáticas muito complexas como a participação de mulheres, ou outros grupos minoritários, na atividade científica e naturaliza-se uma ciência e um ensino de ciências etnocêntricos e

sexistas. Além disso, buscamos superar as conceitualizações abstratas da individualidade humana, que conduzem a projetos educacionais que não levam em conta as particularidades de cada ambiente educacional e a sistemas de avaliação em larga escala pautados na ideia de que o conhecimento não tem profunda dependência com a realidade no qual integra-se e que tal conhecimento pode ser medido de maneira neutra.

Argumentamos, ainda, que historicamente o ensino de Ciências tem sido pensado por meio da relação entre produtos da atividade científica e processos científicos, ou, em outras palavras, entre o que sabemos (resultados) e como sabemos (formas de saber) (DUSCHL, 1990). Enquanto as formas mais tradicionais focam na transmissão dos resultados científicos como fatos estabelecidos, as abordagens mais progressistas focam na aquisição das formas científicas de pensar e nas habilidades investigativas. Nossa segunda categoria expressa, então, o **conteúdo da atividade educacional**, visando captar a relação entre produto e processo, indo além de modelos que estabelecem rígida oposição entre conhecimento verdadeiro e ideologia, retirando da práxis humana o locus de produção do conhecimento e legitimando uma visão elitista segundo a qual uma minoria de pessoas é capaz de produzir conhecimento supostamente verdadeiro somente pelo fato de estar inserido em uma comunidade específica: científica.

Não menos problemática é a tensão gerada em torno do **objetivo da atividade educacional**, nossa terceira categoria. Com ela buscamos compreender as reais possibilidades de desenvolvimento alcançadas por meio da atividade educacional, indo além da dicotomia entre o passivo receptor de conhecimentos e o ativo produtor de conhecimento. Esperamos, também, superar à crença fetichizada de que as objetivações humanas (como o conhecimento científico, cotidiano ou religioso) podem conter em si mesmas as possibilidades de alienação ou emancipação, sem que seja feita uma análise concreta do contexto de apropriação e da prática social em que se desenvolvem de tais objetivações.

Não menos importante, nossa quarta categoria busca expressar a problemática acerca dos meios pelos quais o processo de ensino-aprendizagem é possível, ou seja, a

problemática do **método da atividade educacional**. Com ela pretendemos superar a dicotomia entre o fazer manual e pensar do cérebro, heranças tanto dos modelos behaviorista e cognitivistas quanto das concepções empiristas e racionalistas acerca da origem do conhecimento.

A tese

Por fim, enunciemos nossa tese.

Nos últimos anos, a presença das disciplinas científicas nos currículos da escola básica tem sido justificada em termos da participação democrática dos indivíduos numa sociedade cada vez mais permeada por questões nas quais a ciência e tecnologia desempenham um papel fundamental. Argumentamos, no entanto, que no campo da educação em ciências as análises das relações entre os processos individuais de ensino-aprendizagem e os processos de participação na coletividade são fundamentalmente dualistas, consequência dos modelos cognitivistas-individualistas que naturalizam os processos humanos e esperam daí derivar um modelo de aplicação do conhecimento e de atuação política.

A superação deste dualismo somente é possível, neste momento histórico, a partir de uma alternativa concreta aos modelos cognitivistas-individualistas e que expresse, no nível ontológico-epistemológico, a unidade entre desenvolvimento humano, produção/consumo do conhecimento e manutenção/transformação da realidade.

Assim, dentro desta perspectiva teórica, a questão acerca da relevância do ensino de ciências e do papel de um conjunto específico de conhecimentos (o conhecimento científico) no desenvolvimento humano pode ser concretamente posta.

No capítulo seguinte nos dedicaremos a explicitar os pressupostos teórico-metodológicos a partir dos quais iniciaremos nossa discussão.

Capítulo 2: Pressupostos teórico- metodológicos

Antes de atacar o problema anunciado no capítulo anterior, parece-nos fundamental explicitar alguns dos pressupostos que orientam nossa análise. As primeiras linhas serão dedicadas a explorar o significado de um trabalho teórico, sobretudo em um período no qual as reflexões teóricas no campo da educação parecem ter sido relegadas a um plano inferior de importância. Dedicamo-nos, nas próximas três seções, a apresentar os três conjuntos teóricos sobre os quais estamos fundamentando nossa análise. Pretendemos compor, com esta fundamentação, as contribuições para uma reflexão filosófica sobre o ensino de ciências e trazer elementos para superar os dualismos presentes na prática educativa.

Na primeira seção explicitamos de maneira sintética elementos do pensamento marxista que, sob nosso ponto de vista, são fundamentais para que a Teoria da Atividade¹⁸ e o projeto freireano sejam profundamente compreendidos. Isto não significa, no entanto, afirmar que estas duas perspectivas possam ser reduzidas à perspectiva marxista, mas sim, que sem o marxismo, como uma visão de mundo e um modo concreto de superação da ontologia dualista do pensamento clássico, muitos dos pressupostos da Teoria da Atividade acerca do desenvolvimento humano ou muitas das proposições freireanas, no que diz respeito a natureza da realidade e do processo de transformação social, tornam-se esvaziados de significado.

Na segunda seção, alguns dos pressupostos da Teoria da Atividade são discutidos, e buscaremos ali compreender o processo de desenvolvimento humano e a unidade entre a atividade e a consciência. E na terceira seção os pressupostos freireanos são explorados de maneira a trazer a dimensão política para dentro de um conjunto particular de atividades que é a educação.

O lugar de um trabalho teórico em tempos de pragmatismo

Nada mais prático do que uma boa teoria
(Kurt Lewin)

¹⁸ Também nos referimos esse conjunto teórico como projeto vigotskiano.

Trazer um trabalho teórico no âmbito das discussões acerca da educação em ciências e, conseqüentemente da pesquisa sobre a educação em ciências, traz-nos também a tarefa de dedicar algumas linhas a afim de esclarecer o sentido que teoria assume dentro dos pressupostos que orientam este trabalho e o papel que desempenha dentro das reflexões que fazemos. Isto, sobretudo, em um momento particular no qual as discussões de natureza teórica são tornadas inferiores, dando lugar a uma tendência de aplicação, imediatista e pragmática – uma aplicação pelo propósito da própria aplicação.

Defender um lugar para as reflexões teóricas não se trata, porém, de declarar uma suposta supremacia da teoria sobre a prática ou uma impositação do pensamento sobre a realidade que se busca analisar ou transformar. Comumente, teoria tem sido utilizada como sinônimo de pensamento e como antônimo de prática, em oposição ao “real”.

Expressões do tipo “na prática a teoria é outra” expressam uma concepção dualista, segundo a qual pensamento e prática estão separados. É verdade que, em determinado estágio do desenvolvimento humano, o pensamento parece tornar-se autônomo, parece ganhar existência própria e independente da prática concreta na qual está inserido aquele que pensa. As concepções dualistas não conseguem captar que é somente no aspecto fenomênico, e não na sua essência, que se pode conceber o pensamento de maneira autônoma em relação à prática e que esta separação, mesmo que somente no nível fenomênico não existe para todo sempre como oposição – em outros períodos históricos esta relação foi concebida de maneira distinta e certamente o será no futuro. O que nos interessa efetivamente, e faremos isso com mais detalhes adiante neste capítulo, ao explorar o processo de desenvolvimento humano apoiados em Leontiev, é apontar que o desenvolvimento do pensamento humano – da consciência humana – só é possível na sua relação com a atividade prática:

[...] a realidade ou irrealidade do pensamento é uma questão escolástica à margem da prática, os problemas filosóficos fundamentais têm de ser formulados em relação à atividade prática humana, que assim passa a ter a primazia não só do ponto de vista antropológico - posto que o homem é o que é em e pela práxis -, histórico - posto que a história é, definitivamente, história da práxis

humana –, mas também gnosiológico – como fundamento e fim do conhecimento, e critério de verdade – e ontológico – já que o problema das relações entre homem e natureza, ou entre o pensamento e o ser, não poder ser resolvido à margem da prática. (VÁSQUEZ, 2007, p. 51)

Neste sentido, o pensamento teórico não é uma dimensão apartada da realidade ou uma instância essencialmente independente, mas existente somente em unidade com a prática social, na transformação da realidade pelo ser humano ao longo da história.

Ao falarmos em teoria não estamos nos referindo a supostos devaneios de um cérebro isolado ou como um conjunto de ideias concebidas sem conexões com a realidade, mas ao contrário, referimo-nos a expressão concreta da atividade humana, na sua totalidade. Neste sentido, um trabalho teórico não é um trabalho desprovido de realidade, mas uma análise crítica dos conteúdos de realidade expressos pelas diferentes perspectivas analíticas que estão em jogo nas práticas humanas. É possível dizer que todo conjunto teórico, em maior ou menor grau, é expressão de alguma realidade, que é validada pela própria prática, no sentido de que dela emerge e nela provoca transformações concretas e dela não se desvincula. As ideias, as teorias, as ideologias e os pensamentos têm força material, visto que sua existência é aquela que a própria materialidade lhe deu origem: a prática humana concreta e histórica.

Poder-se-ia questionar então a validade de conduzir um trabalho teórico, cuja aplicabilidade não está dada imediatamente na dimensão fenomênica, efêmera e passageira da realidade – aquela que seria considerada por muitos pesquisadores do ensino de ciências como a mais fundamental e necessária, por exemplo. A resposta é bastante direta: nenhuma utilidade, se o objetivo é unicamente solucionar os problemas locais, abstraídos da totalidade concreta na qual estão inseridos.

O pensamento pragmático é, e disso não temos dúvida, capaz de resolver localmente uma série de problemas, de responder a uma série de questões levantadas nos diferentes momentos históricos. Tem sua validade, sua função e sua aplicação bem-sucedidas dentro de relações já estabelecidas, dentro de uma lógica cristalizada, mas o faz de forma parcial, unilateral. Ele não é capaz de conceber a realidade na sua

totalidade, não é capaz de captar o complexo jogo entre as partes e o todo no seu movimento histórico. Está além dos limites do pensamento pragmático a possibilidade de apropriação consciente da construção histórica da humanidade. Não pode conceber-se como projeto consciente de transformação social, uma vez que, pela sua própria natureza imediatista, não é capaz de transcender o seu ‘aqui e agora’ e está inserido no movimento histórico de maneira a ser simplesmente conduzido por forças alheias a ele.

Marx: Dialética – Histórica e Concreta

Nos jogos eróticos, muito cedo Lucas encontrou um dos primeiros refratantes, obliterantes ou polarizadores do suposto princípio de identidade. Neles, imediatamente, A não é A, ou A é não A. Regiões de extremo prazer as nove e quarenta se tornarão de desprazer as dez e meia, sabores que exaltam o delírio incitariam ao vômito se fossem propostos por cima de uma toalha. (CORTÁZAR, 1979, p. 29)

Nossa intenção ao iniciar esta seção com a citação de Cortázar é tornar explícito aquilo que a lógica dialética e, conseqüentemente o método dialético, sobretudo na formulação marxiana, é capaz de trazer de forma mais rica: a possibilidade de compreender o caráter contraditório e processual da realidade, no seu vir-a-ser, superando os limites do pensamento formal, segundo o qual as coisas não são processos, mas estados fixos e imutáveis.

No entanto, fazer uma discussão de método em Marx e buscar explicitar aí potencialidades metodológicas que possam orientar nossa análise sobre a educação em ciências é uma tarefa duplamente perigosa.

Primeiro, porque o próprio Marx raras vezes dedicou-se a explorar de maneira sistemática o processo pelo qual investigou seu objeto. Assim, a discussão metodológica em Marx é, por sua própria natureza, um campo tortuoso, que dá margem a uma multiplicidade de interpretações, das quais muitas consistem de versões dogmáticas ou reinterpretações das chamadas três leis da dialética¹⁹. Estas versões não conseguem explorar de maneira profunda o caráter movente e contraditório dos processos reais,

¹⁹ A primeira lei é sobre a passagem da quantidade à qualidade, a segunda é a lei da interpenetração dos contrários e a terceira lei é a negação da negação (KONDER, 2008).

caindo nos mesmos mecanismos da lógica formal, que evita ou expurga todo movimento e as contradições.

Segundo, e de maneira mais fundamental, pela própria natureza do processo de investigação em Marx, o método não vem desvinculado do objeto de investigação, mas inserido na mesma processualidade histórica, que, por um lado, leva à emergência concreta do objeto investigado – sua existência objetiva – e, por outro, à emergência dos processos pelos quais a investigação acerca do objeto pode ser iniciada e realizada. Dimensões de uma mesma prática que, segundo Marx, não podem ser pensadas de maneira independente. Não há, portanto, em Marx, uma “recuperação do rumo tracejado na apreensão da lógica das coisas” como uma garantia da “completa e imediata acessibilidade aos nexos essenciais das coisas” (CHASIN, 2009, p. 17). Ou seja, inexistente um método universal que possa ser transposto a qualquer investigação e que por si só garanta o sucesso da investigação. Cada objeto de investigação requer, dentro desta perspectiva, um método particular que não é apreendido de antemão no processo investigativo, mas construído no próprio processo de conhecer, que não tem início nem tampouco um fim pré-determinados.

A possibilidade do conhecimento em Marx não é tomada em si mesma. Ele não discute se é possível conhecer de maneira geral, como diversos pensadores pós-Kant fizeram, na perspectiva de que antes de iniciar o processo de investigação, colocam a questão se o conhecimento é possível e explicitam os limites deste conhecimento, garantindo, nesta perspectiva, uma confiabilidade ao processo de investigação.

Marx também não busca fundar uma nova lógica como fez Hegel. Ele herda a lógica dialética hegeliana (idealista), subverte-a para que se torne materialista (compondo assim um dos pilares do seu pensamento²⁰) e dedica-se à possibilidade de conhecer um objeto *determinado*, o que leva Lenin a afirmar que o marxismo é a análise concreta de uma situação concreta e que “Marx não deixou uma Lógica, deixou a lógica de O capital” (LÊNIN, 1989, p. 284). Em outros termos, o método para Marx não está

²⁰ O legado hegeliano no pensamento de Marx tem sido negligenciado em muitas interpretações das obras de Marx. É fundamental notar que Marx não fez tábula rasa do conhecimento de seu período histórico, mas extraiu dele as máximas conquistas, como fez com a lógica de Hegel, com o socialismo francês e o pensamento econômico inglês. (NETTO, 2011)

desvinculado do objeto a ser investigado, não depende dele, não o precede, não tem existência absoluta. Apreender o método em Marx significa, então, apreender a análise presente no conjunto de sua obra, sobretudo na sua obra máxima: O Capital.

De maneira distinta, numa perspectiva positivista, que historicamente tem exercido grande influência tanto nas ciências chamadas naturais, como também nas ciências ditas humanas, o método é pensado como um conjunto de passos ou de regras autônomas, que antecedem a investigação, que independem do objeto a ser investigado. A isto se acresce, e é de maior significância, que o método no sentido positivista constitui-se de um artifício que garante a confiabilidade dos resultados obtidos na investigação. A validação dos resultados da investigação estaria na validade do próprio método, o qual passa a conter o critério da verdade.

Apesar da dimensão de particularidade do método de investigação, isto é, sua dependência com cada objeto particular, não significa que não se possa extrair daí elementos genéricos que caracterizam a concepção marxista de método. Compreendemos que os tais elementos genéricos do processo investigativo estão intimamente relacionados com a própria visão de mundo de Marx: da realidade como um processo histórico sem fim de autoconstrução (do mundo e do próprio homem), uma totalidade complexa em constante transformação, fundada no trabalho, na qual existe uma profunda inter-relação entre as partes e o todo que a compõem, não sendo as partes passíveis de serem concebidas sem o estabelecimento do seu lugar dentro desta unidade. E é neste sentido a rejeição de Marx pelo método cartesiano, segundo o qual o todo é dividido em partes menores e essencialmente autônomas, de maneira que o conhecimento do todo se apresenta como a soma dos conhecimentos destas partes. Partindo de Hegel, Marx é capaz de captar que a totalidade é mais que a soma das partes e que o conhecimento, então, não pode dar-se das partes para o todo por uma simples somatória.

Outro ponto é que o método em Marx, pela sua própria natureza histórica, está sempre aberto a reformulações e funda-se num processo de autocrítica permanente, num movimento cíclico: aquilo que hoje é resultado pode tornar-se (e tornar-se-á) objeto de reformulação posterior integrando a totalidade das reflexões alcançadas, num

contínuo movimento entre conceitos concretos e conceitos abstratos, que não podem, como veremos, serem tomados de forma isolada, independentes entre si e nem fora do seu movimento constitutivo, de maneira que sejam cristalizados apenas como concretos ou abstratos, como o pensamento formal os concebe.

Partindo, então, desses comentários iniciais, nos dedicaremos agora a explorar de maneira mais aprofundada a significação que as categorias de **totalidade**, **concreto** e **abstrato** assumem, sob o nosso ponto de vista, dentro da construção marxiana de método e que orienta nossa concepção de investigação.

Totalidade e a Lógica Dialética

Consideramos fundamental começar nossa exposição acerca do método em Marx a partir da categoria de totalidade. Nossa escolha se dá pela importância que tal categoria possui dentro do marxismo e dentro da visão de mundo por ele instaurada. Segundo Lukács (1974, p. 41) “é o ponto de vista da totalidade e não a predominância das causas econômicas na explicação da história que distingue de forma decisiva o marxismo da ciência burguesa”. Portanto, a distinção metodológica não está somente no plano das ações investigativas, mas na maneira de conceber o modo pelo qual a realidade opera.

O objeto de investigação de Marx, a gênese e o desenvolvimento da sociedade burguesa, não poderia ser captado na sua forma essencial por meio do método cartesiano de isolar pequenas partes, visto que mesmo as menores partes são também complexas e imbricadas entre si e com o todo da qual fazem parte. A concepção de Lukács, de que a realidade é um complexo de complexos nos parece bastante oportuna para caracterizar o tipo de objeto que aqui nos referimos. Imaginemos, por exemplo, ainda que de maneira muito simplista, sem intenção de que seja uma análise profunda, o computador por meio do qual este texto está sendo escrito e a rede complexa de determinações que permitem que ele exista objetivamente. Sua presença aqui pressupõe uma rede de distribuição de produtos, de produção em escala global, de extração de recursos minerais, de utilização do conhecimento científico e tecnológico acumulado ao longo da história, pressupõe uma imensidade de pessoas trabalhando, de energia elétrica que o alimenta, do conhecimento de como um texto é escrito, do uso

da linguagem e forma acadêmicas de escrita e uma série de outras determinações, que, se quisermos captar sua essência, não podem ser tomadas de maneira isolada, mas que compõem uma totalidade, que é viva, movente, histórica. O computador não desempenha o mesmo papel que a máquina de escrever mecânica desempenhava tempo atrás. Assim o faria somente se fosse tomado de forma completamente abstrata, como forma unilateral de instrumento para escrever, esvaziando por completo de sua concreticidade e das complexas determinações objetivas, suas relações concretas.

É importante salientar, como faz Kosik (2011), que totalidade concreta não significa totalidade holística, organicista ou neorromântica, que estabelece a supremacia do todo sobre as partes. Para a dialética, a totalidade não compreende o todo como previamente formalizado, uma vez que sua própria determinação se dá nas relações com as partes. Afirma que “[a] totalidade não é um todo já pronto que se recheia com um conteúdo, com as qualidades das partes ou com suas relações; a própria totalidade é que se concretiza e esta concretização não é apenas criação do conteúdo, mas também criação do todo” (KOSIK, 2011, p. 58-59).

Para Marx (e também Hegel, antes dele), o método dialético constitui-se mais como um conceito geral da estrutura inteligível do mundo e, conseqüentemente um programa que melhor capturaria tal estrutura (BAKHURST, 1991). Neste sentido, compreender um fenômeno é estabelecer o seu lugar e o seu papel no sistema concreto. É descobrir o modo de sua origem e a maneira como tal fenômeno emerge na totalidade concreta (ibidem). Lênin defende que:

O conhecimento é o processo pelo qual o pensamento se aproxima infinita e eternamente do objeto. O reflexo da Natureza no pensamento humano deve ser compreendido não de maneira ‘morta’, não ‘abstratamente’, não sem movimento, não sem contradição, mas sim no processo eterno do movimento, do nascimento das contradições e sua resolução. (LÉNINE, 1975, p. 123).

Ao contrário da lógica formal, que só é capaz de conceber contradição como erro do pensamento – uma contradição lógica –, a dialética, sobretudo a dialética materialista, coloca na contradição o motor do movimento histórico. O desenvolvimento histórico se dá pela superação de contradições e pelo surgimento de novas contradições que necessitam ser superadas e que existem objetivamente e não

estão somente presentes no pensamento daquele que investiga. Compreender o movimento histórico é compreender o desenvolvimento das contradições.

O processo de ascender ao concreto

O método dialético representa, para Marx, a própria cognição (o processo de vir-a-saber), o movimento do abstrato para o concreto. O concreto para Marx ganha um *status* radicalmente diferente daquele do subjetivismo idealista e passa a ser entendido como o início e o fim do processo de apreensão da realidade, mediado por um elo intermediário de abstração, que é vista como um processo de redução, uma vez que isola os elementos para assim, por meio da atividade racional, buscar as determinações que constituem o objeto, buscar a sua essência. A verdadeira ascensão para Marx reside na volta ao concreto, agora qualitativamente diferente do primeiro concreto (sensório), no qual se fazem presentes toda a complexidade e as contradições inerentes à realidade humana (ILYENKOV, 2009). Um objeto concreto é um “objeto integral”, rico em determinações, historicamente formado. Não é como um átomo isolado, mas como um organismo vivo, com suas partes interconectadas (BAKHURST, 1991). A natureza de cada parte é determinada pela sua posição e seu papel em relação ao todo. A concreticidade pode ser vista como força das relações entre os componentes do sistema. Quanto mais forte forem as determinações recíprocas mais concreto é o todo (*ibidem*, 1991). Segundo o próprio Marx (1859, seção 3):

O concreto é concreto porque é a síntese de múltiplas determinações e, por isso, é a unidade do diverso. Aparece no pensamento como processo de síntese, como resultado, e não como ponto de partida, embora seja o verdadeiro ponto de partida, e, portanto, também, o ponto de partida da intuição e da representação.

Em uma das poucas circunstâncias nas quais Marx expõe acerca de seu método ele reconhece a importância das abstrações no processo de captar a complexidade dos fenômenos, porém enfatiza que o processo de conhecimento não se limita a encontrar as abstrações, mas com elas retornar ao concreto, agora pensado, rico. Assim, a abstração não é o final do processo de conhecer e nem tampouco pode ser tomada de maneira isolada, autônoma:

Por uma análise cada vez mais precisa chegaríamos a representações cada vez mais simples; do concreto inicialmente representado passaríamos a abstrações progressivamente mais sutis até alcançarmos as determinações mais simples. Aqui chegados, teríamos que empreender a viagem de regresso até encontrarmos de novo a população²¹ - desta vez não teríamos uma ideia caótica de todo, mas uma rica totalidade com múltiplas determinações e relações. (ibidem)

E compreende os motivos pelos quais Hegel atribuiu à consciência como o fundante da realidade e não o contrário:

No primeiro caso, a representação plena é volatilizada numa determinação abstrata; no segundo caso, as determinações abstratas conduzem à reprodução do concreto pela via do pensamento. Eis por que Hegel caiu na ilusão de conceber o real como resultado do pensamento que, partindo de si mesmo se concentra em si mesmo, se aprofunda em si mesmo e se movimenta por si mesmo; ao passo que o método que consiste em elevar-se do abstrato ao concreto é, para o pensamento, apenas a maneira de se apropriar do concreto, de o reproduzir na forma de concreto pensado; porém, não é este de modo nenhum o processo de gênese do concreto em si. (ibidem).

Teoria da Atividade: Desenvolvimento humano concreto e a Unidade Atividade-Consciência

Nesta seção introduzimos e discutimos alguns dos princípios da Teoria da Atividade, cujas origens estão o começo do século XX nos trabalhos de Vigotski, Leontiev e Luria. Estes autores visavam a construção de uma psicologia sócio-cultural-histórica buscando, nos métodos de Marx, o caminho para o entendimento da mente humana nas condições reais de existência, em oposição aos modelos reducionistas que apartavam o desenvolvimento humano da vida concreta. De maneira geral, na literatura específica, a perspectiva vigotskiana tem sido concebida como responsável por enfatizar o caráter social e mediado do desenvolvimento humano, o que não excluiu uma multiplicidade de outras interpretações e desdobramentos.

Para além das discussões acerca das diferentes interpretações e desdobramentos da escola vigotskiana, o que nos interessa, efetivamente, é buscar neste conjunto teórico as possibilidades concretas de superação dos modelos

²¹ *População* é o exemplo que Marx usa para explicitar o seu método.

cognitivistas e individualistas acerca do conhecimento e do desenvolvimento humano, que ainda exercem, à maneira que na época em que Vigotski e colaboradores iniciaram suas críticas, grande influência nas áreas das ciências humanas e, sobretudo, na Educação. Tal influência nos impõe sérias limitações no que diz respeito à análise das relações entre ensino-aprendizagem e desenvolvimento e o papel exercido pelo conhecimento (científico no nosso caso específico) no interior das práticas sociais, sobretudo quando se visa a transformação social.

Logo de início é fundamental que alguns pressupostos da nossa interpretação acerca da escola vigotskiana sejam explicitados.

O primeiro pressuposto é justamente acerca existência de uma escola vigotskiana, visando superar a concepção de Vigotski como um gênio solitário, afastado das questões da sua época e de outros pensadores – interpretação bastante comum na historiografia da ciência, sobretudo do século XIX, que serve para a reforçar a ideia da ciência neutra e apartada do seu contexto concreto de produção. Consideramos que abordagens que se dedicam a separar Vigotski dos seus colegas constituem-se, no mínimo, de interpretações unilaterais e limitadas deste projeto, que leva o nome de Vigotski, mas que se efetiva concretamente em diversos outros autores, num projeto muito mais amplo, que transcende pesquisas mais específicas e que, apesar de possíveis divergências e enfoques locais diferenciados, não representam uma efetiva ruptura. Neste sentido, consideramos infundada a tentativa de separar Vigotski de Leontiev, seja no plano político, o que implicaria em afastar Vigotski de suas bases marxistas – negando sua busca por uma psicologia marxista com o seu “Capital” como sendo a psicologia científica –, seja no plano teórico, em que se buscava enfatizar o papel da linguagem em Vigotski em oposição ao papel da atividade social em Leontiev, desconsiderando as bases reais nas quais tais formulações estão fundamentadas e construídas – o projeto de desenvolvimento humano nas condições reais de existência, visando a transformação social: uma nova teoria para uma nova sociedade.

O segundo pressuposto enfatiza o caráter profundamente situado e historicizado do conhecimento humano. É evidente que, sob o nosso ponto de vista, a perspectiva vigotskiana oferece caminhos significativos para a superação dos modelos cognitivistas

e individualistas e das tradicionais dicotomias do pensamento cartesiano entre sujeito e objeto, entre o mundo “interior” (da consciência) e o mundo “exterior”, entre o cultural e o biológico²² e, sobretudo, na educação e ensino de ciências. Porém, os resultados alcançados por Vigotski e colegas não podem ser mecanicamente transpostos para a discussão atual como um conjunto fechado, pronto e imutável, sem uma profunda análise da problemática atual, que permite recolocar de maneira efetiva tais contribuições no embate contemporâneo de ideias. Por outro lado, defendemos enfaticamente que os trabalhos originais da escola vigotskiana não podem ser simplesmente substituídos pelos trabalhos de seus intérpretes, sob o preço de uma drástica limitação das reais contribuições, tanto teóricas quanto metodológicas, desta escola, sobretudo quando tais interpretações pautam-se em versões reduzidas ou simplificadas dos textos originais ou quando as obras são interpretadas por perspectivas teóricas incompatíveis com os pressupostos basilares da teoria de Vigotski e colegas. É fundamental compreender o projeto vigotskiano, de transformação social, inserido no seu momento histórico concreto – o da Revolução Russa e do desenvolvimento da psicologia soviética, principalmente considerando as influências marxistas no pensamento desta escola.

Por fim, e não menos importante, um terceiro pressuposto que apontamos é aquele sobre a nomenclatura adotada para nos referirmos aos trabalhos de Vigotski e colegas. Tal nomenclatura é bastante diversa na literatura e carrega consigo uma série de divergências na interpretação tanto dos pressupostos teóricos quanto dos papéis dos diferentes autores na construção deste arcabouço teórico sobre o desenvolvimento humano. Considerando o nosso primeiro pressuposto, o da existência da escola vigotskiana, utilizaremos então o termo “escola vigotskiana” e, também, Teoria da Atividade para nos referirmos aos trabalhos de Vigotski, Leontiev e Luria, considerando ampliações e desenvolvimentos posteriores em autores contemporâneos como Stetsenko (2008; 2013) e Jones (2009; 2011). Apesar da Teoria da Atividade²³ ser um

²² Debate ainda fortemente presentes nos debates contemporâneos nas ciências humanas em geral (por exemplo: Bronfenbrenner (1986); Godfrey-Smith (2012); Laland (2008); Laland et al. (2010) e Thelen e Adolph (1992).

²³ Ou Teoria da Atividade Cultural Histórica – da tradução do inglês CHAT.

termo relativamente novo (STETSENKO; ARIEVITCH, 2010), assumir uma pluralidade de significados²⁴ e de Vygotsky não ter analisado como foco principal das suas pesquisas a atividade humana, consideramos que o pressuposto de que “a atividade socialmente significativa pode servir como princípio explanatório em relação à consciência humana e ser considerada como gerador de consciência humana” (KOZULIN, 2002, p. 111) está presente desde o início dos trabalhos de Vigotski, Leontiev e Luria e nas formulações posteriores de outros autores no interior da Teoria da Atividade:

O nosso método geral consiste, portanto, em encontrar a estrutura da atividade humana engendrada por condições históricas concretas, depois, a partir desta estrutura, pôr em evidência as particularidades psicológicas da estrutura da consciência dos homens. (LEONTIEV, 2004, p. 106-107)

Duarte (2002, p. 280) afirma que a Teoria da Atividade é “um desdobramento do esforço por construção de uma psicologia sócio-histórico-cultural fundamentada na filosofia marxista” e que atualmente a Teoria da Atividade transcende o campo da psicologia “abarcando campos como a educação, a antropologia, a sociologia do trabalho, a linguística, a filosofia” (ibidem, p. 280). Davidov defende que o problema da atividade humana é interdisciplinar por natureza e somente foi formulada primeiramente no campo da psicologia devido às condições históricas que se apresentaram a esta disciplina em particular (DANIELS, 2002). Em outras palavras, foi a psicologia que em primeiro lugar deparou-se com os problemas que necessitavam da formulação de uma teoria como a Teoria da Atividade.

O projeto vigotskiano tem claro, desde o início, o seu desafio teórico-metodológico: a busca por um método de investigação que supere, na análise das funções mentais superiores, as limitações tanto da – como chamava Vigotski – velha psicologia, empírica e subjetiva, e a “nova psicologia objetiva”, o behaviorismo americano e a reflexologia russa²⁵. Ou seja, superar a limitação de “decompor as formas

²⁴ Engeström (1987), por exemplo, considera os trabalhos de Vigotski como sendo a primeira geração de Teoria da Atividade, Leontiev como a segunda geração e os seus como terceira geração.

²⁵ De acordo com Leontiev (LEONTIEV, 1979, seção 3): “É essencial observar a posição única de Vigotski. Ele foi o primeiro que já em seu artigo A Consciência como Problema da Psicologia do Comportamento levantou o problema da necessidade por um estudo psicológico concreto da consciência como uma realidade psicológica concreta. Ele fez a ousada (para a época) afirmação que nem a “nova” psicologia —

e estruturas mais elevadas em elementos primários e reduzindo-os às formas inferiores enquanto ignora problemas de qualidade, que não são reduzíveis a diferença de quantidades, isto é, ao pensamento científico não dialético” (VYGOTSKY, 1997b, p. 4 – tradução nossa). E, além disso, superar a limitação de buscar compreender os processos mentais superiores a partir dos processos naturais, “ignorando características e padrões específicos do desenvolvimento do comportamento cultural” (ibidem, p. 4 – tradução nossa).

As preocupações metodológicas não são periféricas nos trabalhos de Vigotski e colegas, que reconhecem a íntima relação entre o objeto investigado e o método pelo qual a investigação acontece:

Ao estudar uma nova área é necessário começar a procurar e desenvolver um método. Na forma de uma posição geral, podemos dizer que todas as abordagens novas para problemas científicos levam inevitavelmente a novos métodos e caminhos de investigação. O material e o método de investigação são intimamente relacionados. (ibidem, p. 27 – tradução nossa).

Para além das preocupações com questões teórico-metodológicas, Vigotski tem como desafio resgatar a “consciência” como objeto de investigação científica, que estava sendo negligenciada ou colocada em um plano inferior nas reflexões científicas. A concepção da consciência como iluminação interior, imutável, intimamente relacionada com a concepção ahistórica ou da concepção idealista burguesa de ser humano, cujo espírito (consciência) chega ao seu desenvolvimento máximo, independente das condições reais de desenvolvimento social, e não mais desenvolve-se, leva em grande medida, segundo ele, a preservar o dualismo e o espiritualismo da psicologia subjetivista (VYGOTSKY, 1997a, p. 65)

Ignorar a “consciência” implica também numa limitada compreensão do comportamento humano, conduzindo a investigação científica à simples “elucidação das mais elementares conexões de um ser vivo com um mundo” (ibidem, p. 63) e no

behaviorismo, que ignorou o problema da consciência — nem a “velha” psicologia — psicologia empírica subjetiva, que se declarou como sendo a ciência sobre a consciência — realmente a estudava”.

apagamento de qualquer fronteira entre o comportamento animal e o comportamento humano:

[...] a biologia devora a sociologia, a fisiologia-psicologia. O comportamento do homem é estudado como se fosse comportamento de um mamífero. O fundamentalmente novo que a consciência e a mente introduzem no comportamento humano é ignorado neste processo. (ibidem, p. 64).

É, então, na discussão sobre o surgimento e desenvolvimento da consciência humana, que as questões teórico-metodológicas ganham um patamar mais elevado e Vigotski reconhece a necessidade de uma abordagem dialética para a compreensão da natureza histórica e dinâmica da consciência e do desenvolvimento humano:

Estudar alguma coisa historicamente significa estudá-la em movimento. Precisamente este é o requerimento básico do método dialético. Englobar na investigação do processo de desenvolvimento de alguma coisa em todas as suas fases e mudanças – a partir do momento de seu aparecimento à sua morte – significa revelar a sua natureza, conhecer a sua essência, pois somente em movimento o corpo exhibe o que ele é. Assim, o estudo histórico de comportamento não é complementar ou auxiliar ao estudo teórico, mas é uma base deste último. (idem, 1997b, p. 43).

Além disso, Vigotski tem clareza das especificidades e da complexidade do seu objeto de investigação, que não está sujeito somente à evolução biológica, mas encontra-se submetido a um processo mais geral: história e evolução.

Toda a peculiaridade do psiquismo do homem está em que nele são unidas (síntese) uma e outra história (evolução + história). O mesmo no desenvolvimento infantil [...]. (VYGOTSKY, 2000/1929, p. 23)

A Teoria da Atividade é capaz de reconhecer que os seres vivos existem somente como parte de um sistema dinâmico. Desde o início, Vigotski é capaz de incorporar as ideias a respeito da complexa relação entre os organismos e o ambiente circundante, conhecimento que é acumulado na junção do pensamento evolucionista darwiniano e o conhecimento sobre a fisiologia do sistema nervoso. Dentro desta perspectiva, a escola vigotskiana coloca a si mesmo a pergunta acerca do lugar da mente humana na relação com o seu entorno, superando a concepção de desenvolvimento isolado do mundo no qual está inserido. Os primeiros trabalhos de Vigotski podem ser

considerados dentro desta perspectiva relacional de desenvolvimento humano (ARIEVITCH; STETSENKO, 2000, p. 236)²⁶.

O fundamental aqui, e que merece destaque, é a profunda compreensão de que a consciência não pode ser compreendida como uma transição binária entre dois estados abstratos: “não existir” e “existir”. A investigação torna-se vazia ao buscar encontrar o momento desta ruptura binária, a partir da qual a consciência ganha realidade e passa a operar. É somente pela análise, ao mesmo tempo genética (histórica) e sistêmica (nas suas complexas relações), que se é capaz de apreender a gênese e o desenvolvimento da consciência humana, intimamente relacionada com a própria emergência do trabalho²⁷. Assim, a consciência passa a ser compreendida não como um estado, mas como processo – ou seja, passa a ser compreendida na sua processualidade ontológica –, no interior do próprio processo histórico de desenvolvimento da humanidade. É nele que a efetivação de determinadas condições concretas permite, a partir de um certo estágio do desenvolvimento, a efetiva emergência da consciência.

Luria, por exemplo, ao falar do processo de escrita na criança deixa explícita a concepção histórica do desenvolvimento, que supera a concepção metafísica do “aparecimento”, da transição da não existência para a existência de uma atividade humana:

A história da escrita na criança começa muito antes da primeira vez em que o professor coloca um lápis em sua mão e lhe mostra como formar letras. O momento em que uma criança começa a escrever seus primeiros exercícios escolares em seu caderno de anotações não é, na realidade, o primeiro estágio do desenvolvimento da escrita. As origens deste processo remontam a muito antes, ainda na pré-história

²⁶ Neste sentido Vigotski está muito próximo de Dewey, com sua concepção transacional: “Nossa posição é simplesmente que, o homem, uma vez que evoluiu como um organismo entre outros organismos em uma evolução chamada ‘natural’, estamos dispostos a tratar, sob hipótese, todos os seus comportamentos, incluindo seus saberes mais avançados, não como atividades de si próprio sozinho, nem tampouco como suas, mas como processos da situação total do organismo-ambiente; e tomar esta situação total como aquela que está diante de nós, dentro dos saberes, bem como sendo a situação em que os próprios saberes emergem” (DEWEY; BENTLEY, 1948, p. 131 – tradução nossa). E dentro desta mesma perspectiva, outros autores também concebem uma profunda relação entre organismo e ambiente, por exemplo, Maturana e Varela (2001).

²⁷ Neste sentido, o texto de Engels (1977), *Sobre o papel do trabalho na transformação do macaco em homem*, apesar de algumas limitações no que diz respeito as mais modernas teorias científicas, possui uma reflexão bastante aprofundada sobre esta questão.

do desenvolvimento das formas superiores do comportamento infantil-, podemos até mesmo dizer que quando uma criança entra na escola, ela já adquiriu um patrimônio de habilidades e destrezas que a habilitará a aprender a escrever em um tempo relativamente curto. (LURIA, 1988, p. 143).

A categoria Atividade

Até o momento dedicamo-nos a fundamentar alguns dos pressupostos da Teoria da Atividade, compreendendo que este é um projeto que almeja analisar o desenvolvimento humano no interior da prática concreta e histórica da humanidade. Dessa forma visa superar concepções que naturalizam o desenvolvimento humano ou que compreendem o aparecimento das potencialidades humanas como transição binária entre estados de não existência e existência, não compreendendo a real gênese e dinâmica de tais potencialidades.

A Teoria da Atividade eleva a atividade ao nível ontológico da realidade humana, como o único tecido da vida humana e o núcleo do seu desenvolvimento, tomados para além da distinção dicotômica entre cultura e a natureza. Ou seja,

[...] atividade é vista como formando um novo nível de processos autorregulados e autodeterminados (no qual “auto” relaciona-se ao organismo-em-atividade e não a um agente tomado separadamente das interações como o mundo) exclusivo aos seres vivos. A mente, portanto, não é uma mera ramificação tanto de forças sociais quanto biológicas ou uma combinação delas, que age sobre os indivíduos; ao contrário, a mente é inerente às atividades de um organismo que, enquanto faz uso de recursos culturais e naturais e, sendo também constrangido por tais recursos e condições, todavia desenvolve-se de acordo com as regularidades e dinâmicas destas atividades. (STETSENKO; ARIEVITCH, 2000, p. 238 – tradução nossa).

Além disso, Davydov et al (1983, p. 31) bem colocam que um tratamento materialista dialético da atividade deve reafirmar sua natureza objetiva, o que não significa que o objeto da atividade exista por si só e que aja sobre o sujeito. É na atividade que a natureza humana se efetiva como unidade entre sujeito e objeto, entre processo e produto, entre gênese e estrutura. É “um processo no curso do qual a humanidade e o indivíduo realizam a própria verdade, operam a humanização do homem” (KOSIK, 2011, p. 23). Verdade que não está pronta e acabada de forma imutável na consciência do ser humano.

Questão de estrutura?

Além disso, a ênfase no caráter objetivo da atividade relaciona-se com o fato de a atividade estar orientada por seu objeto. Esta característica é bem analisada por Leontiev no seu exemplo sobre a caça primitiva. Uma atividade (coletiva) estrutura-se de maneira que a fome de diversos indivíduos do grupo seja saciada: enquanto um indivíduo mantém o fogo aceso, outro espanta o animal para que se dirija aonde um outro indivíduo o espera para abatê-lo. Atividade então desenrola-se composta por diferentes ações realizadas por diferentes indivíduos com um objetivo comum que é o de saciar a fome.

Neste exemplo o motivo da atividade é o de saciar a fome dos indivíduos. A possibilidade de que isto aconteça concretiza-se na organização coletiva e no conjunto de ações que se estabelecem afim de abater o animal e prepara-lo; porém, sem a mediação da consciência, esta atividade, da maneira como está organizada, não seria possível. O fim da ação daquele que se dedica a espantar o animal ou daquele de manter o fogo aceso não coincide com a possibilidade de saciar a fome. Espantar o animal ou manter o fogo aceso não estão diretamente associados à satisfação da necessidade que orienta esta atividade em específico. Em outras palavras, a atividade (que se orienta por um objeto-motivo) é composta por ações conduzidas por indivíduos (com fins específicos). Além disso, tais ações compõem-se ainda de operações mais elementares, relacionadas a condições concretas de realização, por exemplo, aquele que se utiliza do instrumento de caça o faz com certa destreza ou se movimenta, se esconde ou atinge o animal de maneira específica afim de atingir o fim de sua ação de abater o animal inserida na atividade de caçar para saciar a fome.

A separação da atividade em ações, cujos fins que não coincidem com o objetivo da atividade, é fruto de um longo processo de desenvolvimento e complexificação da atividade (meios de ação e transformação da natureza pelo ser humano) e também da consciência. Ou seja, esta atividade particular não é uma atividade isolada, nem teve sua origem no vazio. Insere-se em um processo histórico de desenvolvimento da sociedade na qual os indivíduos fazem parte. Em um determinado momento do seu desenvolvimento biológico, a espécie humana adquiriu a capacidade de transformar a

natureza de maneira que os resultados desta transformação ou os meios por meio do qual esta transformação ocorre puderam ser cristalizados e apropriados por outros indivíduos, permitindo um processo cada vez mais complexo de objetivação das forças humanas e apropriação das novas gerações destes meios de ação, implicando então em formas cada vez mais complexas de atividade e de consciência.

Nas palavras de Leontiev:

Esta relação específica estabelece-se no decurso do desenvolvimento da atividade que religa concretamente os organismos animais ao seu meio; é inicialmente biológica e o reflexo psíquico do meio exterior pelos animais é indissociável desta relação. Posteriormente, e pela primeira vez no homem, o sujeito distingue esta relação como sendo a sua, e toma consciência disso. De um ponto de vista psicológico concreto, este sentido consciente é criado pela relação objetiva que se reflete no cérebro do homem, entre aquilo que o incita a agir e aquilo para o qual a sua ação se orienta como resultado imediato. Por outras palavras, o sentido consciente traduz a relação do motivo ao fim. Devemos apenas sublinhar que não utilizamos o termo 'motivo' para designar o sentimento de uma necessidade; ele designa aquilo em que a necessidade se concretiza de objetivo nas condições consideradas e para as quais a atividade se orienta, o que a estimula. (LEONTIEV, 2004, p. 103)

Não nos interessa com esta citação estabelecer uma rígida distinção entre atividade humana e atividade animal, ou lançarmo-nos na empreitada de encontrar aquilo que é o tipicamente humano e que jamais, em circunstância alguma seria possível encontrar em atividades animais. A questão fundamental é, no entanto, encontrar a especificidade do processo que permite desenvolvimentos cada vez maiores das capacidades humanas.

A atividade então estrutura-se por meio de necessidades que visam ser superadas, que se concretizam no seu objeto, e é constituída de ações e operações que em diferentes níveis coordenam-se para gerar um nível superior na hierarquia, ou seja, as operações (relacionadas a condições instrumentais) quando coordenadas geram ações (com fins específicos), e estas quando coordenadas compõe a atividade (com seu motivo). Destacamos que a estruturação da atividade não se dá por uma simples lógica causal: operações coordenam-se para gerar ações, que se coordenam para compor a ação. Os diferentes níveis interpenetram-se, retroalimentam-se e determinam-se

reciprocamente, ou seja, apesar de a atividade ser composta da coordenação de ações e operações, é ela que quem determina o contexto para a coordenação possa acontecer. As operações constituem-se de atividades já internalizadas (realizadas de maneira mais automática, ou seja, realizadas sem a necessidade de deter-se atentamente a elas).

No que diz respeito às necessidades, que no exemplo utilizado por Leontiev trata-se da fome, não é possível, dentro desta perspectiva, considerar uma dicotomização entre necessidades biológicas e necessidades culturais, visto a complexa interconexão que elas podem apresentar – “saciar a fome” pode constituir-se, num determinado estágio do desenvolvimento do ser humano, de uma necessidade puramente biológica e primitiva, mas, por outro lado, também pode apresentar-se altamente imbuída de um conteúdo sócio-cultural-histórico: “[...] a fome que é saciada com carne cozida e consumida com faca e garfo é diferente da fome do que devora carne crua e a come com a mão, com unhas e dentes” (MARX, 1859, seção 2).

A diferenciação entre o objetivo da atividade e o fim da ação fica mais clara com a exemplificação de Leontiev sobre a leitura de um livro que é feita por um estudante. Imagine que o estudante é avisado que o conteúdo do livro não será parte da avaliação. O estudante pode deixar de ler o livro imediatamente ou pode continuar a lê-lo. Em ambos os casos tem-se que o estudante visa apreender o conteúdo do livro. Porém, no primeiro caso concluímos que a leitura do livro só tinha sentido na sua relação com a atividade de preparar-se para o exame. A leitura do livro constitui-se de uma ação de outra atividade. No segundo caso, em que o aluno continua a ler o livro, podemos que concluir que o motivo do estudante era o de apreender o conteúdo do livro, era esta sua atividade.

Este exemplo nos leva ainda a uma discussão acerca da atividade que é conduzida de maneira individual. Ao dedicar-se a leitura, o estudante lança mão de uma série de potencialidades humanas, que não são frutos individuais, nem conquistas de um sujeito isolado no mundo, nem tampouco a atividade de leitura independe de outras atividades nas quais o estudante está inserido. A capacidade de manusear o livro, de utilizar-se da linguagem, de focar-se na leitura, por exemplo, são produtos do desenvolvimento histórico da humanidade, como conjunto humano e que são

apropriadas pelo indivíduo para a construção da sua individualidade. Neste sentido, mesmo a atividade aparentemente mais individual/isolada não pode ser concebida apartada da coletividade humana, tanto no plano histórico, quanto no seu plano estrutural, ou seja, os indivíduos humanos formam-se apropriando-se das conquistas humanas, frutos do processo histórico de desenvolvimento ao passo que, no plano estrutural, nenhuma atividade está isolada de outras atividades, nenhuma atividade se dá fora do mundo das complexas relações humanas.

Então, no que diz respeito a relação entre a consciência individual e a consciência humana que emerge na história, podemos afirmar, apoiados em Leontiev, que a estrutura da consciência está associada à estrutura da sua atividade:

A análise psicológica mostra que a atividade interior teórica possui a mesma estrutura que a atividade prática. Por consequência devemos, também no pensamento, distinguir entre atividade propriamente dita, as ações e as operações e as funções cerebrais que as possibilitam. É precisamente a comunidade de estrutura da atividade interior teórica e da atividade exterior prática que permite aos seus diferentes elementos estruturais passar - e eles passam realmente - de uns para os outros; assim, a atividade interior inclui sempre ações e operações exteriores ao passo que a atividade exterior inclui ações e operações interiores de pensamento. (LEONTIEV, 2004, p. 126)

E no que diz respeito a aparente separação entre atividade mental e a atividade prática, Leontiev afirma que tal aparente separação só foi possível em uma determinada etapa histórica do desenvolvimento, mas que a “relação não é nem universal nem eterna” (ibidem, p. 127).

A relação Sentido e Significado e a relação entre Objetivação e Apropriação

Nas etapas iniciais do desenvolvimento da humanidade, a consciência individual não se distinguia de maneira clara da consciência coletiva. Em outras palavras, o conjunto das significações produzidas pela coletividade (ainda que de forma limitada e fortemente ligada às necessidades biológicas) era ainda em grande medida as significações presentes na consciência individual. Somente à medida que a atividade humana complexifica-se e, conseqüentemente, a consciência, é que começa a aparecer uma distinção entre o conteúdo da consciência coletiva, fixada e estabilizada na forma de linguagem, de significações linguísticas (objetivas e inseridas num “sistema de

ligações, de interações e relações”, que torna-se a “consciência real dos indivíduos”) e o conteúdo da consciência individual, o sentido que cada indivíduo no seu processo de desenvolvimento ontogenético estabelece com a realidade humana e com as significações cristalizadas (LEONTIEV, 2004, p. 100).

A significação é a generalização da realidade que é cristalizada e fixada num vector sensível, ordinariamente a palavra ou a locução. É a forma ideal, espiritual da cristalização da experiência e da prática sociais da humanidade. A sua esfera das representações de uma sociedade, a sua ciência, a sua língua existe enquanto sistemas de significações correspondentes. A significação pertence, portanto, antes de mais, ao mundo dos fenômenos objetivamente históricos. (ibidem, p. 100).

Por outro lado, o sentido estabelece uma relação consciente entre o fim de uma ação e o objetivo da atividade: “entre aquilo que o incita a agir e aquilo para o qual a sua ação se orienta como resultado imediato. Por outras palavras, o sentido consciente traduz a relação do motivo ao fim” (ibidem, p. 100). De outro modo:

A ação, que encontramos verdadeiramente pela primeira vez no ser humano, é um processo que é direcionado por um fim consciente. A característica especial deste processo é que o fim consciente, a que o processo é direcionado, pode não ser a mesma coisa, e não é a mesma coisa que satisfaz a necessidade que motivou a ação integralmente. (LEONTIEV, 2005, p. 62-63 – tradução nossa).

E no decurso do desenvolvimento humano, ações de atividades específicas entram em relação com outras atividades, tornam parte dela e funcionam como meio para realização de outras ações. É precisamente por este fato: que uma ação pode tornar-se meio para a realização de outra ação, ou em outras palavras, que uma ação pode tornar-se operação de uma nova ação que surge, que a atividade e a consciência humanas podem expandir-se de maneira ilimitada, tornando-se mais complexa e mais diferenciada (com ações específicas e divisões do trabalho mais mediadas) ao longo da história.

Assim, na atividade humana, o meio pelo qual uma ação é conduzida é capaz de cristalizar-se e transformar-se num instrumento que estará inserido em uma prática posterior. A ferramenta humana é, então, o veículo de um certo modo de ação, um método que foi desenvolvido numa atividade coletiva orientada a um determinado

objeto. “Especificamente porque não foi desenvolvido individualmente ou por acaso em uma situação ou outra, este método é ao mesmo tempo um método consciente, isto é refletido na mente humana e, portanto, associado pelo ser humano a este objeto” (ibidem, p. 66 – tradução nossa).

É precisamente neste processo dinâmico que a atividade assume o seu status ontológico de realidade humana. A história desenvolve-se, então, como um processo sempre aberto (no sentido que o futuro da humanidade não está escrito de maneira inexorável no período atual ou pela prática concreta), numa relação entre apropriação e objetivação. A transformação da realidade e o estabelecimento de novas atividades (e práticas sociais) se dão por meio da apropriação de objetivações de atividades anteriores, ao mesmo tempo que se objetivam como a nova realidade humana. Neste processo as potencialidades humanas, o que inclui a consciência, a individualidade, as artes, a ciência etc., podem objetivar-se de forma cada vez mais ricas e mais complexas. É neste sentido que uma transformação objetiva da realidade opera também uma transformação no plano subjetivo: a individualidade humana poderia desenvolver-se de maneira ilimitada (o que valeria para a totalidade dos indivíduos humanos) se impedimentos concretos e desumanizadores, oriundos de determinados modos de reprodução da vida social, fossem superados.

Freire: a Unidade Educação-Política

À maneira que fizemos ao iniciar a discussão sobre o projeto vigotskiano, é importante que algumas posições acerca da nossa leitura sobre Freire sejam explicitadas logo no início.

A primeira posição é a da consideração sobre o caráter profundamente situado e historicizado do conhecimento humano é pertinente novamente a fim que algumas interpretações acerca da obra de Freire sejam questionadas logo de início. Sem dúvida alguma Freire foi um dos educadores e pensadores mais importantes do século XX – tal importância pode ser constatada tanto na imensa variedade de idiomas para os quais suas principais obras foram traduzidas, estudadas e discutidas de maneira profunda tanto pelo reconhecimento de instituições em diversos países do mundo pela sua

contribuição significativa como pensador único. Porém, não significa que se pode encontrar na obra de Freire uma solução geral para os problemas da educação, muito menos um método geral que possa ser aplicado a qualquer contexto educacional independentemente de sua especificidade e da sua problemática particular. Nossa discussão na seção acerca do método em Marx tinha como objetivo caracterizar a profunda relação entre o objeto e método. Esperar tal método geral é, então, negligenciar a própria contribuição freireana acerca da necessidade de uma profunda análise das condições concretas onde o ato educativo toma lugar.

A segunda posição, que está de maneira bastante profunda conectada com a primeira, é sobre a relação entre Freire e o marxismo. Assumimos a posição de que o projeto freireano não pode ser compreendido na sua totalidade sem que o marxismo ali inserido seja também compreendido. Não significa, no entanto, assumir uma posição simplista, unilateral e binária considerando um Freire marxista contra a posição oposta de um Freire não marxista. Compreender o marxismo em Freire significa compreender de que maneira o marxismo, como uma “perspectiva teórica e metodológica embasada num complexo categorial necessariamente aberto e inconcluso, comportando uma diversidade muito ampla de desenvolvimentos” (NETTO, 1990, p. 79), entra na composição do pensamento de Freire e tem um peso decisivo no que diz respeito a sua concepção de conhecimento e da natureza humana²⁸. Qualquer discussão acerca de “quanto” Freire era marxista, sob nosso ponto de vista, não nos trará contribuição alguma para a reflexão que aqui buscamos fazer. Vale-nos ainda lembrar, como diz Sodr (1979), que o marxmetro, o padro para aferir a fidelidade aos clssicos e encontrar o verdadeiro marxismo, ainda no foi inventado e, portanto, de maneira geral, tais discusses tendem a ser completamente infrutferas.

Por fim, preciso destacar que com Freire estamos buscando resgatar o termo “poltica”, na perspectiva de que seu significado deve incluir toda a forma de organizao da vida social (ARONOWITZ; GIROUX, 1993), ou seja, a vida coletiva e as relaes de poder que ali se instauram e as contradies que surgem na e pela prtica humana e que so podem por ela e nela serem superadas. E nesse sentido, a atividade

²⁸ Para maiores detalhes consultar Au (2007).

educacional está longe de ser concebida como uma atividade neutra, como uma instância isenta das lutas que ocorrem na sociedade ou como um lugar no qual um suposto conhecimento isento de política é transmitido para os estudantes.

Mais uma vez, explicitados certos posicionamentos, agora sobre Freire, dediquemo-nos a explorar alguns dos pressupostos que nos são fundamentais para, junto com outros autores, sobretudo da escola vigotskiana, compor a nossa análise da educação em ciências.

Paulo Reglus Neves Freire, considerado o maior educador brasileiro e também uns dos mais influentes pensadores em todo o mundo, sobretudo no campo da chamada Pedagogia Crítica. Nasceu em Recife em 1921 teve como formação a advocacia, porém nunca exerceu tal profissão, tornou-se famoso pelo chamado Método Paulo Freire de alfabetização, porém sua obra de maior abrangência, publicada em diversos idiomas, foi Pedagogia do Oprimido, sendo mundialmente conhecida, estudada e discutida como já havíamos apontado.

A opção pedagógica de Freire é bastante clara desde o início: o compromisso com os excluídos (FREIRE, 1992), com os condenados da Terra (FREIRE, 2005), com os “esfarrapados do mundo e aos que neles se descobrem e, assim descobrindo-se, com eles sofrem, mas, sobretudo, com eles lutam” (idem, p. 31), visando a transformação da realidade opressora, transformação possível por meio de uma educação conscientizadora, permitindo que os seres humanos sejam construtores da própria vida, da própria história e não seres acabados cujo futuro é inexorável. Como argumenta Gadotti, diante deste compromisso com os excluídos e os condenados da Terra o ponto de vista de Freire foi sempre o mesmo. Aquilo que poderia ser chamado de “fases” são as diferentes ênfases dadas por ele em certas problemáticas, que se diversificam e evoluem. Assim, a dimensão política e a perspectiva da transformação social não são dimensões periféricas do pensamento freireano, mas constitutivos dele. A obra de Freire, então, não pode ser pensada fora do seu compromisso com a superação das formas de opressão e da luta por uma sociedade na qual a vocação humanizadora se realize.

Poder-se-ia argumentar, na tentativa de invalidar a contribuição de Freire no que diz respeito às possibilidades de pensar a educação e a sociedade, que a sociedade passou por transformações desde os seus primeiros escritos, afirmando que tais transformações mudam por completo o objeto analisado. É preciso enfatizar, porém, que as mudanças pelas quais a sociedade passou são transformações superficiais e que a natureza profundamente opressora e desigual do modelo econômico não foi suplantada ou superada a partir das mudanças ocorridas – o núcleo essencial do modelo social continua fundamentalmente o mesmo e, neste, sentido a obra de Freire constitui-se ainda de um poderoso instrumento de análise para a educação e para a sociedade de maneira geral, visto que as mudanças ocorridas não foram na direção de superação do tipo de opressão e de educação criticada por Freire. Como apontado por Saul (2012):

a relevância e a atualidade do seu pensamento vêm sendo evidenciadas pelo aumento das reedições de suas obras, em dezenas de idiomas, pelo crescente número de centros de pesquisas que se propõem a investigar o legado freireano e pelo expressivo número de congressos que se realizam anualmente, em redor do mundo, para debater a sua obra (p.1).

Ser inconcluso e que se sabe assim

De maneira a contribuir com a análise que nos propomos neste trabalho, nossa leitura e exposição passa necessariamente por aquilo que consideramos a concepção freireana de ser humano. Escolher como centro tal perspectiva não significa colocá-la num patamar superior ou afirmar que as outras categorias em Freire estão diretamente subordinadas a ela e podem dela serem derivadas. Em Freire não se pode, sob o pretexto de mutilar sua obra, isolar as categorias com as quais pensa a educação, a sociedade e, sobretudo, a transformação social e fazê-las categorias autônomas e apartadas do conjunto teórico no qual emergem. Partir da concepção de ser humano significa, no entanto, que este caminho nos conduz, neste caso particular, a uma melhor compreensão do projeto freireano e nos permite explorar melhor as potencialidades deste projeto no que diz respeito ao nosso problema de compreender o desenvolvimento humano numa perspectiva histórica e concreta e o papel do conhecimento científico neste processo.

Partiremos da hipótese que “vocação ontológica de ser mais” pode constituir um núcleo a partir do qual o conceito de ser humano pode ser explorado em Paulo Freire, além de permitir caminhos para que relações com outros conceitos fundamentais de sua obra possam ser estabelecidas.

“Vocação ontológica de ser mais” define-se, então, pela dupla característica dos seres humanos como “seres inconclusos” e “que se sabem assim”. Como seres inconclusos são detentores de uma natureza histórica, sem um fim pré-programado, que não se inicia com o nascimento de um indivíduo singular nem encerra-se com a morte deste indivíduo, mas inseridos no próprio processo de autoconstruir-se, transformar-se o mesmo tempo que transformar a realidade, nunca isolados, mas como parte da coletividade humana, do gênero humano. E é partir desta concepção de ser humano que Freire concebe seu projeto de educação como elemento fundamental para a transformação social visando, a superação das relações de opressão e desumanização. Para Freire, contudo, transformação não é sinônimo de educação, mas aquela não poderia ocorrer sem esta.

[...] alfabetização não é o equivalente de emancipação; de modo mais limitado, mas fundamental, ela é a precondição para o engajamento em lutas em torno tanto de relações de significado, quanto de relações de poder. Ser alfabetizado não é ser livre; é estar presente e ativo na luta pela reivindicação da própria voz, da própria história e do próprio futuro. (GIROUX, 2011, p. 50).

E, por outro lado, como seres que se sabem inconclusos, os seres humanos são conscientes de seu inacabamento e da sua condição histórica, podendo assumir intencionalmente caminhos possíveis ao longo de sua existência e são, portanto, seres do compromisso ético e político. A isto se acresce o fato de que os seres humanos são seres de relações e que tais relações não acontecem no vazio, mas são sempre relações concretas entre seres humanos concretos reais em situações concretas. Freire então assume, como Hegel e Marx uma concepção dialética da relação entre consciência e mundo, de uma consciência que se funda na própria realidade, na relação com o mundo e com os outros:

[...] como não há homens sem mundo, sem realidade, o movimento parte das relações homens-mundo. Daí que este ponto de partida

esteja sempre nos homens no seu aqui e no seu agora que constituem a situação em que se encontram ora imersos, ora emersos, ora insertados. (FREIRE, 2005, p. 85).

Não há nada, contudo, de mais concreto e real do que os homens no mundo e com o mundo. Os homens com os homens, como também alguns homens contra os homens, enquanto classes que oprimem e classes oprimidas. (idem, p. 151).

Porém, ao tomar a humanização como vocação ontológica de ser mais, constata-se ainda outra viabilidade ontológica: a desumanização, que é a negação da vocação de ser mais por meio da injustiça, da exploração, da opressão, da violência dos opressores (idem, p. 32). Negação que é uma realidade histórica. Por outro lado, tal vocação que é negada pode ser “também afirmada na própria negação, [...] afirmada no anseio de liberdade, de justiça, de luta dos oprimidos, pela recuperação de sua humanidade roubada” (idem, 32).

Para Freire:

É importante insistir em que, ao falar do “ser mais” ou da humanização como vocação ontológica do ser humano, não estou caindo em nenhuma posição fundamentalista, de resto, sempre conservadora. Daí que insista também em que esta “vocação”, em lugar do ser algo a priori da história é, pelo contrário, algo que se vem constituindo na história. Por outro lado, a briga por ela, os meios de levá-la a cabo, históricos também, além de variar de espaço-tempo a espaço-tempo, demandam, indiscutivelmente, a assunção de uma utopia. A utopia, porém, não seria possível se faltasse a ela o gosto da liberdade, embutido na vocação para a humanização. Se faltasse também a esperança sem a qual não lutamos. (FREIRE, 1992, p. 99).

Em Pedagogia do Oprimido Freire busca fazer uma diferenciação entre os seres humanos, como seres inacabados e históricos, e os animais como seres não históricos: “Na verdade, diferentemente dos outros animais, que são apenas inacabados, mas não são históricos, os homens se sabem inacabados” (FREIRE, 2005, p. 83-84). Entendemos, porém, que quando Freire refere-se ao inacabamento animal está se referindo a um tipo diferente de inacabamento daquele do humano. O animal não nasce pronto, no sentido que seu organismo deve desenvolver-se ao longo de sua vida, porém nunca transcendendo a condição biológica que lhe é própria. A ele são transmitidos geneticamente os mecanismos presentes em seus antecessores, outros

representantes da mesma espécie, alcançados pelo processo evolutivo. Sofrerá modificações, maturações, evoluções, mas sempre de maneira a se adaptar ao ambiente no qual está inserido.

O inacabamento do ser humano é de outra natureza. Também não nasce completamente pronto biologicamente, visto que seu organismo também sofrerá as modificações próprias da espécie humana. Mas seu inacabamento é, sobretudo, histórico. A consciência de sua inconclusão, a qual é capaz de alcançar, não é fruto do desenvolvimento biológico do indivíduo particular, mas conquistada historicamente pelo conjunto da humanidade na superação do puramente biológico, das condições naturais de sua existência. Apesar de não tratar a dimensão filogenética do desenvolvimento humano, compreendemos que Freire não busca, nesta comparação com a atividade animal, enfatizar os seres humanos como não pertencentes também ao mundo natural, como resultado do processo evolutivo²⁹. Quando Freire procura negar a condição biológica o faz por meio da negação no sentido hegeliano de superação dialética³⁰.

Sendo assim, a consciência de tal inconclusão, como a própria inconclusão de natureza histórica, pode existir no indivíduo particular somente pela sua inserção no mundo com outros seres humanos, por meio da educação no sentido mais amplo do termo:

Por isto mesmo é que os reconhece [a educação problematizadora] como seres que estão sendo, como seres inacabados, inconclusos, em e com uma realidade, que sendo histórica também, é igualmente inacabada. Na verdade, diferentemente dos outros animais, que são apenas inacabados, mas não são históricos, os homens se sabem inacabados. Têm a consciência de sua inconclusão. Aí se encontram as raízes da educação mesma, como manifestação exclusivamente humana. Isto é, na inconclusão dos homens e na consciência que dela têm. Daí que seja a educação um que-fazer permanente. Permanente,

²⁹ Apesar de o pensamento cristão exercer influência na construção do pensamento de Freire, a nossa compreensão é que, no que diz respeito à concepção de realidade, as concepções religiosas são superadas pelo seu materialismo dialético. As citações que apresentamos acerca de sua concepção de realidade corroboram com nossa interpretação.

³⁰ Para uma análise mais profunda das raízes hegelianas no pensamento de Freire, ver: Blunden (2013).

na razão da inconclusão dos homens e do devenir da realidade. (FREIRE, 2005, p. 83-84).

E é por meio deste processo educativo que os novos seres humanos são capazes de adentrar uma realidade que já não é independente do humano, nem das gerações que o precederam. “Neste processo histórico-cultural dinâmico, uma geração encontra uma realidade objetiva marcada por outra geração e recebe, igualmente, através desta, as marcas da realidade” (FREIRE, 1983, p.52). A nova geração então se depara com um mundo transformado pela atividade humana anterior, mas que nem por isso é imutável, fixa, acabada. É nestas condições reais e históricas, herdadas dos seus antecessores, que os novos seres estão limitados e ao mesmo tempo armados para fazerem a sua história. É estando no mundo que, dialeticamente, mundo e seres humanos se transformam:

o homem é homem e o mundo é histórico-cultural na medida em que, ambos inacabados, se encontram numa relação permanente, na qual o homem, transformando o mundo, sofre os efeitos de sua própria transformação. (FREIRE, 1983, p. 76).

E os seres humanos, como seres de construção, na sua permanente relação com a realidade não a transforma somente de maneira material, não produz somente objetos, coisas sensíveis, mas também as instituições sociais, suas ideias, suas concepções (FREIRE, 2005).

Consciência e conhecimento

Ao transformarem o mundo e transformarem a si mesmos *ad infinitum*, imersos nessa processualidade histórica – que constitui-se como a própria natureza do ser humano e que, do ponto de vista materialista histórico, é um sistema aberto cujo fim não está pré-determinado de maneira inexorável–, as relações que os seres humanos passam a estabelecer (com o mundo e consigo mesmos) tornam-se cada vez mais complexas a ponto de fazer com que possam separar-se de uma atividade particular e toma-la como objeto de reflexão, num momento em que a consciência, na sua relação dialética com a realidade de torna-se igualmente rica em complexidade. A atividade do ser humano pode então tornar-se objeto de sua investigação:

Mesmo que possa parecer um lugar-comum, nunca será demasiado falar em torno dos homens como os únicos seres, entre os

‘inconclusos’, capazes de ter, não apenas sua própria atividade, mas a si mesmos, como objeto de sua consciência, o que os distingue do animal, incapaz de separar-se de sua atividade. (FREIRE, 2005, p. 102).

Neste sentido, ao contrário dos demais seres vivos que não se sabem inacabados e não podem tomar-se a si próprios como objeto da consciência, o ser humano é capaz de afastar-se do mundo. Tal afastamento implica na possibilidade de estar com o mundo de maneira diferente, de maneira mais profunda: ausência que se faz presença crítica. Implica uma inserção na realidade de maneira a transformá-la, pois somente o afastamento é capaz de trazer a criticidade necessária, capaz de objetivar a realidade de maneira a trazê-la para o campo de ação humana, que é ao mesmo tempo ação e reflexão: a práxis constitutiva do ser humano.

Numa visão dialética da práxis, é falsa a compreensão da consciência como puro reflexo da objetividade externa, imutável, ahistórica, subtraída dos sujeitos históricos que dela participam e a constroem sendo ao mesmo tempo construídos por ela. Por outro lado, é também falsa a ideia que toda a realidade concreta é determinada pela consciência no plano ideal, como exteriorização da consciência individual. Nega-se, então, por meio da práxis, o realismo objetivista e o idealismo subjetivista.

Considerando a inserção crítica dos seres humano na realidade, sempre em processo de transformação pela atividade humana, o conhecimento é para Freire sempre histórico, em transformação, no seu processo de *estar sendo*, como a própria realidade na sua relação com os seres humanos. É neste sentido que conhecer não é um lugar a ser alcançado, não há um ato final do conhecimento, mas ao invés disso, um modo de viajar, um modo de ser no mundo, de interagir com o mundo e com os outros o mundo (FREIRE; HORTON, 2003).

Ao buscar a superação da educação bancária, cindida entre aquele que supostamente detém o conhecimento e o deposita sobre o outro vazio, Freire busca superar ainda a dicotomia entre a produção do conhecimento e o recebimento de conhecimento como um ato de passividade, de esvaziamento da sua totalidade como ser humano:

Esta prática, que a tudo dicotomiza, distingue, na ação do educador, dois momentos. O primeiro, em que ele, na sua biblioteca ou no seu laboratório, exerce um ato cognoscente frente ao objeto cognoscível, enquanto se prepara para suas aulas. O segundo, em que, frente aos educandos, narra ou disserta a respeito do objeto sobre o qual exerceu o seu ato cognoscente. (FREIRE, 2005, p. 79).

O ato educativo, sob a perspectiva freireana é compreendido com um ato cognoscente:

Como situação gnosiológica, em que o objeto cognoscível, em lugar de ser o término do ato cognoscente de um sujeito, é o mediatizador de sujeitos cognoscentes, educador, de um lado, educandos, de outro, a educação problematizadora coloca, desde logo, a exigência da superação da contradição educador-educandos. Sem esta, não é possível a relação dialógica, indispensável à cognoscibilidade dos sujeitos cognoscentes, em torno do mesmo objeto cognoscível. (idem, p. 78).

Diretividade, Ética, Transformação e Educação

Dada a natureza histórica dos seres humanos, estes não estão limitados pelo espaço e pelo tempo, superam o local e o tempo imediatos, constituem-se como seres capazes de projetar a própria existência, no sentido de construir conscientemente um futuro. Assim, os seres humanos, como seres inconclusos e que se sabem assim, portanto conscientes, além de historicizar-se são capazes de construir a ética e de eticizar-se:

[...] mais do que um ser no mundo, o ser humano se tornou uma Presença no mundo, com o mundo e com os outros. Presença que, reconhecendo a outra presença como um “não-eu” se reconhece como “si própria”. Presença que se pensa a si mesma, que se sabe presença, que intervém, que transforma, que fala do que faz mas também do que sonha, que constata, compara, avalia, valora, que decide, que rompe. E é no domínio da decisão, da avaliação, da liberdade, da ruptura, da opção, que se instaura a necessidade da ética e se impõe a responsabilidade. A ética se torna inevitável e sua transgressão possível é um desvalor, jamais uma virtude. (FREIRE, 2008, p. 18-19)

Ao falar de ética, Freire não fala de uma posição idealista, esvaziada de conteúdo concreto, não como a priori na história, mas gestada da própria história, como marca fundamental para a convivência humana. Escolher o caminho da ética significa escolher uma história na qual se busca a superação da opressão de seres humanos sobre outros

e da negação da vocação do ser mais, no qual se busca a superação das condições estruturais e sistêmicas que geram tais opressões. Escolher o caminho da ética significa, a nosso ver, escolher pelo caminho da transformação.

Como nos alerta Freire, se “este mundo histórico-cultural fosse um mundo criado, acabado, já não seria transformável” (FREIRE, 1983, p. 76), mas não o é, ele é criado pelo próprio ser humano e, portanto, transformável. Ao contrário do que a ideologia dominante nos faz acreditar, relações de opressão, divisão em classes, preconceito, exploração do trabalho infantil, escravidão etc. não nos foram dados prontos, assim como um furacão ou um terremoto, imutáveis, que nos assolam de maneira que não podemos modificá-las por completo e que, diante delas só nos resta aceitar, ou na melhor das hipóteses minimizar as suas consequências por remediações posteriores ou assistencialismo.

A denúncia da qual Freire nos fala passa então, nesta perspectiva que estamos apresentando, por um processo de desnaturalização do histórico, isto é, a explicitação de que ações humanas geradoras de opressão são históricas, criadas pelos próprios seres humanos no seio da sua atividade, que são, portanto, passíveis de serem transformadas.

Libertação e opressão, porém, não se acham inscritas, uma e outra, na história, como algo inexorável. Da mesma forma a natureza humana, gerando-se na história, não tem inscrita nela o ser mais, a humanização, a não ser como vocação de que o seu contrário é distorção na história. A prática política que se funde numa concepção mecanicista e determinista da história jamais contribuirá para diminuir os riscos da desumanização dos homens e das mulheres. (FREIRE, 1992, 100).

Freire nos chama a atenção que “a concepção e a prática bancárias”, imobilistas, “fixistas”, desconhecem os homens como seres históricos, ao contrário da educação problematizadora que tem como ponto de partida o caráter histórico dos seres humanos (FREIRE, 2005, p. 83). Neste sentido, a educação problematizadora é capaz de abrir caminhos para a superação das relações de opressão encontrando no diálogo um método para o desvelamento do mundo e inserção crítica na realidade.

A educação não deve ser entendida como um conjunto de ferramentas a ser adquirido pelos sujeitos, um conjunto de conteúdos meramente instrumentais, mas como algo indispensável para:

a compreensão da natureza socialmente elaborada da subjetividade e da experiência, e para a avaliação de como o conhecimento, o poder e a prática social podem ser moldados coletivamente a serviço da tomada de decisões que sejam instrumentos para uma sociedade democrática e não meramente concessões aos desejos dos ricos e poderosos. (GIROUX, 2011, p. 50).

A educação é, sobretudo, um projeto político por meio do qual “homens e mulheres afirmam seu direito e sua responsabilidade não apenas de ler, compreender e transformar suas experiências pessoais, mas também de reconstituir sua relação com a sociedade mais ampla” (idem, p. 44). Além disso, a educação tem suas raízes na existência concreta de indivíduos, que estão no interior de relações específicas de poder, em determinadas formações culturais e sociais. Por meio da educação, os sujeitos têm a possibilidade de dar sentido a sua própria existência e a existência do seu grupo social, exercendo seu direito de ser mais e ganhando voz crítica.

No que diz respeito ao processo educativo, Freire (2005) nos aponta o equívoco que parte de uma concepção ingênua do humanismo, que “na ânsia de corporificar um modelo ideal de ‘bom homem’, se esquece da situação concreta, existencial, presente, dos homens mesmos” (p. 97). Por outro lado, o humanismo consiste, então, “em permitir a tomada de consciência de nossa plena humanidade, como condição e obrigação: como situação e projeto” (p. 97).

O papel do educador não é o de falar da sua visão de mundo ou simplesmente tentar impô-la. Seu papel é sobretudo o papel do diálogo, por meio do qual a totalidade das visões de mundo, que manifestam as ações e a situação concreta no mundo tanto do educador quanto do educando se fazem presentes. É a partir deste diálogo, no reconhecimento do papel mediador na realidade, na consciência dos seres humanos, que o processo educacional e os conteúdos para a elaboração de um projeto educacional podem ser pensados. O diálogo é o método – aqui tomado na sua totalidade, como visão de mundo e concepção de educação – pelo qual o universo temático ou conjunto de temas geradores podem emergir fazendo que educação tenha

conexão orgânica e supere a simples narrativa de fatos e atingindo o verdadeiro ato cognoscitivo cuja verdadeira natureza é a transformação da realidade.

Assim, o projeto freireano constitui-se da luta pela afirmação dos seres humanos como seres detentores da vocação de ser mais, de serem mais humanos, de serem autores da sua própria história, de fazer com que a biologia transforme-se em biografia. Vocação que se constrói na própria história da humanidade e que é negada não somente aos oprimidos, mas também aos opressores, que ao exercerem sua opressão tornam-se também desumanizados. O processo libertador passa tanto pela liberação do opressor quando do oprimido. Porém, está nas mãos dos oprimidos, como o conjunto detentor do espírito revolucionário, a condução deste processo revolucionário que visa a emancipação da sociedade.

Capítulo 3: Apropriações dos projetos vigotskiano e freireano na Educação em Ciências

Tendo buscado situar historicamente a problemática a qual nos dedicamos e explicitar alguns dos pressupostos teóricos-metodológicos que orientam nossas análises, o presente capítulo tem como objetivo compreender algumas apropriações dos projetos vigotskiano e freireano por parte da Pesquisa em Educação em Ciências.

Em primeiro lugar é preciso destacar que nossa discussão não parte de um levantamento exaustivo acerca da presença dos referenciais freireano e vigotskiano na Educação em Ciências³¹, de maneira a criar um quadro preciso acerca de como tais referenciais têm sido utilizados/pensados/modificados. Nossa discussão parte, por outro lado, de alguns dos pressupostos que estão presentes em alguns autores e abordagens que estão em certa medida discutindo elementos aos quais queremos dar ênfase e explorar neste trabalho. Nossa análise não se dará no sentido único de encontrar o “verdadeiro” pensamento vigotskiano e freireano na educação em Ciências, mas sim, no sentido de explicitar, segundo o nosso ponto de vista, as limitações que quando superadas nos permitem avançar na discussão acerca do desenvolvimento humano e do papel da ciência (e do ensino de ciências) nesse processo.

Apesar da pesquisa em educação em ciências ainda não ter constituído, como apontamos na introdução deste texto, um conjunto bem articulado de reflexões acerca da natureza do fenômeno com o qual vem se relacionando (ou seja, não ter constituído a sua filosofia), não significa que as apropriações de teorias e perspectivas oriundas de outros campos sejam simplesmente transpostas, sem que passem pela mediação das práticas já estabelecidas. Neste sentido, a perspectiva vigotskiana que se estabelece na educação em ciências não é idêntica àquela da psicologia, da mesma maneira que a perspectiva freireana é distinta do campo da Educação de maneira geral. Apesar de as apropriações terem seus traços comuns ou partilharem de um determinado conjunto de pressupostos, elas têm especificadas que lhes impõem um modo particular de serem pensadas.

A perspectiva vigotskiana, por exemplo, adentra o campo da educação em ciências após grande influência da teoria piagetiana e do movimento de Mudança

³¹ Trabalho que de certa maneira é feita em outros autores, como por exemplo: (GEHLEN et al, 2008; GHELEN, 2009; GEHLEN; SCHROEDER; DELIZOICOV, 2007; GEHLEN; MALDANER; DELIZOICOV, 2010)

Conceitual, com a expectativa de superar as limitações encontradas por estas últimas no que diz respeito aos processos de ensino-aprendizagem de conceitos científicos (o Modelo de Perfil Conceitual, por exemplo, surge neste contexto). Assim, é bastante comum que as apropriações do projeto vigotskiano por parte da pesquisa em educação em ciências, sobretudo as primeiras, venham associadas a Piaget. Vigotski muitas vezes é tomado como continuação de Piaget ou complementar a ele:

Para finalizar essa discussão acerca do referencial de análise do processo de ensino, é necessário verificar se o sistema vygotskiano é compatível com todo o referencial teórico desenvolvido anteriormente, de modo a justificar o artifício de se usar esse sistema como uma formulação ad hoc ao sistema piagetiano e à noção de perfil conceitual. (MORTIMER, 2000, p. 169-170).

A fim de diferenciar Vigotski de Piaget, visando superar o suposto individualismo presente na teoria piagetiana e enfatizar a importância das relações sociais nos processos de ensino-aprendizagem de ciências, Vigotski acaba sendo enquadrado em um tipo diferente de construtivismo, o social (ou socioconstrutivismo), como vemos em:

Como é sabido, nos anos oitenta esse autor [Vigotski] tornou-se referência para a estruturação e fundamentação teórica do construtivismo social. (LABURÚ et al., 2013, p. 9).

Neste sentido, as apropriações de Vigotski no campo da pesquisa em educação em ciências acabam centrando-se nas discussões mais específicas acerca dos processos de ensino-aprendizagem ou do desenvolvimento cognitivo, sendo bastante raras as discussões mais gerais acerca do desenvolvimento humano ou de natureza política e de transformação social, que não são simplesmente periféricas em Vigotski, mas constitutivas da sua visão de mundo (RATNER, 1998).

Freire, por outro lado, adentra as reflexões acerca da educação em ciências de forma mais localizada, por meio de um grupo de professores, que viam nele as possibilidades de contrapor o ensino propedêutico e reformular os currículos de Física da escola básica, de maneira a estarem mais próximos da realidade vivida pelos estudantes e utilizar a Física como instrumento de emancipação humana (Menezes, 1997). Pela própria natureza do pensamento freireano, é bastante comum que ele venha, na educação em ciências, associado às perspectivas que buscam a transformação

das práticas pedagógicas e que possuem algum grau de reflexão política, o que não impede, no entanto, que tal dimensão esteja ausente em algumas apropriações. Ou seja, muitas vezes Freire é utilizado simplesmente para justificar práticas educacionais que tenham alguma relação com o cotidiano vivido³², ou de práticas nas quais o diálogo, que é uma categoria central em Freire, seja tomado como conversa entre os estudantes e o professor³³, mas sem a perspectiva de transformação social, que é justamente, sob o nosso ponto de vista, a contribuição central de Freire.

Saul e Voltas (2014), valendo-se do levantamento feito por Saul e Silva (2011), apontam, ainda que de maneira incipiente, limitações nas apropriações do pensamento de Freire como orientador de práticas educacionais, como a redução da pedagogia de Freire a uma técnica; a tomada da proposta de Freire de forma ingênua, como alavanca de mudança social; a inconsistência na montagem do pensamento de Freire, colocando-o com autores que lhe são antagônicos sem a devida crítica; ou a utilização do referencial freireano em pesquisas que não indicavam o compromisso ético-político com a transformação da sociedade³⁴.

Assim, estar apoiado nos referenciais freireano ou vigotskiano não implica necessariamente assumir uma perspectiva crítica, vislumbrando a possibilidade de transformação social, apesar de este ser um tema fundamental em ambas as perspectivas.

³² Por exemplo: “Estaremos assim, assumindo a realidade dos estudantes como uma opção do ponto de partida para a elaboração de um novo conhecimento ligado à cultura e aos interesses dos mesmos (FREIRE, 2005)” (GONZALEZ & SILVA, 2012, p. 180), ou ainda: “Segundo Freire [...], para compreender a teoria é preciso experienciá-la. A realização de experimentos, em Ciências, representa uma excelente ferramenta para que o aluno faça a experimentação do conteúdo e possa estabelecer a dinâmica e indissociável relação entre teoria e prática” (REGINALDO et al., 2012, p. 2).

³³ Para este caso específico, temos outro exemplo: “O ensino deve ter como base o diálogo, uma forma de nos relacionarmos com o mundo a fim de desvelar a realidade, por proporcionar o encontro de pessoas que ouvem umas às outras e, também, se expressam por meio de sua palavra [...]” (GONZALEZ; SILVA, 2012, p. 180).

³⁴ Por exemplo: “Assim como Marx e Freire, que buscavam uma sociedade com qualidade de vida para todos, as soluções dos alunos para buscar melhorias em seu local de residência demonstram o desejo de construir e viverem em uma sociedade melhor” (GARRIDO; MEIRELLES, 2014, p. 682).

Apropriações da Teoria da Atividade

Como já apontamos, nosso interesse na Teoria da Atividade (ou projeto vigotskiano) é o de buscar as possibilidades concretas de superação dos modelos cognitivistas e individualistas acerca do conhecimento e do desenvolvimento humano, que ainda exercem grande influência nas áreas das ciências humanas e, sobretudo, na Educação, que impõem limitações à análise das relações entre ensino-aprendizagem e desenvolvimento e o papel exercido pelo conhecimento (científico no nosso caso específico) no interior das práticas sociais, sobretudo quando se visa a transformação social.

As apropriações da perspectiva vigotskiana trouxeram contribuições relevantes para se pensar as salas de aula de ciências, sobretudo no que diz respeito ao papel desempenhado pelas relações sociais e pela linguagem nos processos de ensino-aprendizagem de ciências. (MORTIMER; SCOTT, 2003; NASCIMENTO; PLANTIN, 2009; EDWARDS, D.; MERCER, N., 1987; RODRIGUES, A. M., MATTOS, C. R, 2006; 2007)

Porém, como aponta Roth (2009), apesar do crescente interesse na perspectiva vigotskiana, tal referencial ainda não foi completamente apropriado pelos pesquisadores no campo da educação em ciências, de maneira que o seu potencial ainda não foi completamente aproveitado, sobretudo numa perspectiva marxista (RODRIGUES et al., 2014). Corroborando com esta posição, Gehlen et al. (2007) apontam que alguns aspectos da teoria vigotskiana têm sido tratados com certa superficialidade, sugerindo uma apropriação inconsistente deste referencial por parte dos grupos de pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil. Segundo Roth (2009), parte das dificuldades encontradas na apropriação desta perspectiva deve-se à sua ontologia materialista dialética, a qual não permite uma fácil integração na lógica formal e não dialética, que subjaz grande parte do pensamento vigente na área de ensino de ciências.

Neste sentido, apesar dos avanços já citados, muitos dos dualismos ainda estão presentes nas apropriações do projeto vigotskiano por parte dos pesquisadores em educação em ciências. A superação destes dualismos é, sob nosso ponto de vista, as

contribuições efetivas do projeto vigotskiano para a compreensão do processo de desenvolvimento humano.

Dualismos não superados

Os pesquisadores em educação em ciências, ao reconhecerem a importância das relações sociais no processo de desenvolvimento das habilidades cognitivas, dão passos significativos na superação dos modelos biológicos reducionistas de desenvolvimento humano, segundo os quais os processos cognitivos desenvolvem-se de maneira independente das atividades nas quais os indivíduos estão inseridos, ou seja, por uma lógica que lhe é própria, herdada por mecanismos genéticos e por eles exclusivamente determinados.

No entanto, a introdução da dimensão social para a compreensão do desenvolvimento cognitivo não traz uma mudança radical no modo de conceber a natureza dos processos de desenvolvimento humano, mas entram simplesmente como um fator a mais, que também teria ali uma contribuição, o que está explícito, por exemplo na afirmação de Mortimer (2000, p. 171):

Não nos parece que o acréscimo dessa dimensão social possa estar em contradição com a teoria da equilíbrio, que usamos como um dos suportes teóricos.

Neste sentido, as apropriações do projeto vigotskiano por parte de grande parte dos pesquisadores em educação em ciências ainda estão fundadas no dualismo entre interior e exterior (entre uma mente humana que existe dentro do indivíduo e o ambiente externo a ele), uma vez que não conseguiram apropriar-se efetivamente na natureza social do desenvolvimento humano, ou seja, para além da concepção da existência da individualidade e da sociedade como coisas distintas e que estabelecem influências mútuas. É fundamental notar que este dualismo presente nas apropriações do referencial vigotskiano não é devido as influências da teoria piagetiana. Esta última, apesar de ter uma tônica bastante biológica no que diz respeito ao desenvolvimento das funções cognitivas, é capaz de conceber uma profunda inter-relação entre organismo e ambiente no qual está inserido, superando tal dualismo (ALTMAN; ROGOFF, 1987). Ocorre que não há, efetivamente, na literatura em educação em ciências, uma discussão

sistemática acerca da natureza dos processos de desenvolvimento humano, de maneira que muitos dos avanços no que diz respeito a esta problemática, nas mais diferentes perspectivas, não adentram a pesquisa em educação em ciências.

O dualismo manifesta-se, por exemplo, nas concepções de ensino-aprendizagem apoiadas na perspectiva vigotskiana, de maneira que há uma clara distinção entre os processos internos e externos:

Uma questão importante para Vygotsky é como os processos externos são transformados para criarem processos internos, que não são idênticos, mas estão relacionados. (MORTIMER, 2000, p. 152).

Apesar de estabelecer que existe uma relação entre tais processos, a natureza deles, como dualista, mantém-se inalterada. Além disso, passa a existir, dentro deste modo de conceber a relação entre interior e exterior, uma causalidade linear, uma ordem temporal, de que primeiro acontecem as coisas exteriores que passam a serem interiores num momento exterior, como expresso em:

Um dos aspectos mais relevantes da abordagem sociocultural é a ênfase dada ao papel desempenhado pela interação social no desenvolvimento das funções mentais humanas. Na tradição vygotskyana, afirma-se que as funções mentais superiores têm origem social; elas surgem inicialmente no plano interpsicológico (isto é, entre indivíduos) para só mais tarde aparecerem no interior do indivíduo. Essa transição das formas de operações externas em funções psicológicas internas é mediada por instrumentos e signos [...] (PEREIRA et al., 2011, p. 106)

Os significados são vistos como polissêmicos e polifônicos, criados na interação social e então internalizados pelos indivíduos. (MORTIMER; SCOTT, 2002).

Capta-se de maneira apropriada que a gênese das funções mentais superiores está nas relações sociais e não no indivíduo de maneira isolada, mas o faz de maneira limitada, parcial. Primeiro, porque as relações sociais que dão origem aos processos mentais humanos não são simplesmente aquelas nas quais os indivíduos entram num dado momento particular, mas sim as relações sociais da totalidade da humanidade no seu desenvolvimento histórico. Segundo, porque ao conceber a formação das funções mentais superiores como um processo de mão única, por meio do qual as funções são

sempre oriundas do mundo externo em direção ao mundo interno, não consegue captar a complexa dinâmica entre apropriação e objetivação (DUARTE, 1999) que, ao mesmo tempo, permite que as conquistas humanas sejam cristalizadas para além do indivíduo singular e que um indivíduo singular possa apropriar-se destas conquistas, ou seja, o complexo e unitário processo de desenvolvimento histórico humano.

Tal dualismo é capaz de analisar, ainda que de maneira limitada, os meios pelos quais um indivíduo humano torna-se mais rico à medida que se apropria de aptidões humanas historicamente formadas, mas não consegue conceber o processo por meio do qual o gênero humano torna-se mais rico ao longo da história e acaba por atribuir uma primazia ao social, com uma existência anterior ao indivíduo, cuja participação na construção da coletividade fica teorizada de maneira insatisfatória. Isso ocorre, por exemplo, no Modelo de Perfil Conceitual (MORTIMER, 1995, 2000), que está focado essencialmente em compreender como os significados estabilizados pela cultura manifestam-se nos indivíduos particulares, em detrimento dos processos por meio dos quais tais significados tem sua origem e passam a compor a cultura humana³⁵, ou seja, parte-se da existência das significações já cristalizadas e analisa-se somente parte do processo, que é o de apropriação dos significados já estabilizados, sem a devida incorporação do processo de objetivação. A ênfase dada ao social, neste autor em particular (Mortimer), manifesta-se, sobretudo, nas tentativas de explicitar as possíveis influências de Durkheim no pensamento de Vigotski, no que diz respeito a um sistema de consciência supra-individual:

A ideia de um 'intelecto coletivo' como um sistema supra-individual de formas de pensamento [...] também desempenha um papel importante na teoria histórico-cultural de Vygotsky e seguidores. (MORTIMER, 1996, p. 30).

Os sistemas simbólicos que desempenham um papel fundamental na gênese dos processos mentais superiores nada mais são do que uma forma de “intelecto coletivo. (idem, 2000, p. 71).

³⁵ Tal ênfase nos significados estabilizados está expressa, por exemplo, em: “[...] podemos tentar definir o perfil conceitual como um sistema supra-individual de formas de pensamento que pode ser atribuído a qualquer indivíduo dentro de uma mesma cultura. Apesar de cada indivíduo possuir um perfil diferente, as categorias pelas quais ele é traçado são as mesmas para cada conceito” (MORTIMER, 2000, p. 80).

Van der Veer e Valsiner (2001) destacam que Vigotski apropriou-se dos constructos de Durkheim, uma vez que os considerou os mais avançados, naquele momento histórico específico, no que diz respeito aos processos de constituição da consciência individual. Isso não significa, porém, que Vigotski o tenha feito de maneira acrítica, mas repetiu, por outro lado, aquilo que fez com todos os autores do qual bebeu: os apropriou, os negou e os superou dialeticamente à medida que desenvolvia seu próprio método de conceber o problema da emergência da consciência humana e o papel ali desempenhado pelas relações sociais. Assim, sob nosso ponto de vista, é fundamental notar que não há na perspectiva vigotskiana, bem como no materialismo dialético, a existência de uma entidade supra-individual que seja anterior aos indivíduos (LÖWY, 1995).

A exagerada e unilateral ênfase no social, acaba por gerar, também, concepções educacionais que justificam a simples transmissão do conhecimento aos estudantes, ainda que tal transmissão seja necessária para a constituição da individualidade:

Ainda que não tenha elaborado uma teoria pedagógica propriamente, Vygotsky apresenta ideias sugestivas para a educação. Considerando a “natureza social” do ser humano, que desde o nascimento vive cercado por seus pares e em ambiente cultural, o autor defendeu que o desenvolvimento da inteligência é produto dessa convivência. Na perspectiva vigotskiana, o papel do professor é o de transmitir os conhecimentos social e historicamente produzidos, visto que o indivíduo precisa se apropriar desse conhecimento para construir o seu próprio. (SANTOS et al., 2011, p. 4)

Uma outra maneira por meio da qual o dualismo entre interior e exterior se manifesta é por meio da concepção de que a base biológica individual é influenciada pela cultura exterior ao indivíduo, ou seja, pela concepção dualista biológico versus cultural:

Em linhas gerais, a teoria de Vigotski propõe que o desenvolvimento cognitivo do ser humano se estabelece a partir de uma base biológica, inata, na qual se incorporam estruturas provenientes de duas raízes, uma ligada à história da espécie humana – a filogênese – e outra ligada à história do próprio indivíduo – a ontogênese. Apoiada nessa estrutura biológica, o desenvolvimento cognitivo se processa pela interiorização da fala – as estruturas de pensamento se originam nas interações sociais e se internalizam por meio da linguagem. (CASTRO, 2006, p. 38)

Considero que tanto Vygotsky como Piaget admitem que o entendimento do sujeito é formado não só pelo encontro adaptativo com o mundo físico, mas também através da interação entre as pessoas. Afinal, esse mundo não é inteiramente físico, mas cultural, com significados e significantes. Vygotsky, no entanto, enfatiza mais o papel do social no interacionismo que partilha com Piaget, ao acrescentar que esse mundo é feito assim principalmente através das ferramentas e sistemas simbólicos de mediação, sendo o mais importante deles a linguagem. (MORTIMER, 2000, p. 169-170).

Neste sentido, a concepção cognitivista da mente humana, ou seja, a concepção do cérebro humano que funciona como um dispositivo que recebe, ainda que não passivamente, informações do meio externo para processá-las, está longe de ser superada por este tipo de apropriação da perspectiva vigotskiana. Além disso, o desenvolvimento humano é compreendido numa lógica de múltiplos fatores, no qual tomam parte o fator biológico, o fator cultural etc., que simplesmente justapõem-se linearmente e não são compreendidos numa perspectiva sistêmica, como totalidade. Dentro desta perspectiva, a mediação é simplesmente um sistema de sinais que se coloca entre a mente humana e o ambiente externo³⁶, como expresso em:

A teoria [vigotskiana] propõe repetida ênfase na capacidade humana de criar sistemas de sinais para servirem de elementos mediadores entre os homens e entre estes e o mundo da estimulação física, de forma a reagirem em termos de sua própria concepção simbólica da realidade. (LABURÚ et al., 2013, p. 10).

Conjunto de sinais, que, numa perspectiva racionalista, passam a substituir a própria realidade:

Segundo Vygotsky, ao longo da evolução da espécie humana, a utilização de marcas externas acabou por se transformar em processos internos de mediação, passando o homem a utilizar signos internos, isto é, representações mentais que substituem os objetos do mundo real. (ibidem, p. 10).

Em suma, tais apropriações não conseguem captar a mais fundamental contribuição de Vigotski, que está na discussão da própria natureza histórica do desenvolvimento humano no nível ontológico, visando superar os dualismos entre

³⁶ Para ser mais preciso, tais apropriações encontram em Vigotski e desenvolvem a partir dele a concepção que ele buscou superar.

interior e exterior, entre biológico e cultural, e modelo cognitivista de desenvolvimento humano, o que não significa negar os polos da contradição, mas recoloca-los em um sistema que consiga conceber o processo de desenvolvimento humano numa perspectiva dinâmica.

Apropriações do Projeto Freireano

Reconhecemos que, na educação em ciências, as maiores contribuições do projeto freireano são aquelas para pensar o papel do problema e da problematização na organização da atividade educacional. A função do problema no processo de ensino-aprendizagem de ciências tem sido destacada por diversos pesquisadores sob as mais diferentes perspectivas (ver por exemplo: DELIZOICOV, GHELEN, 2009; PEDUZZI, 1997; CASTRO et al., 2000). Desde as abordagens mais tradicionais dos problemas fechados de lápis e papel às abordagens investigativas mais abertas e às problemáticas concretas da vida cotidiana, o problema desempenha uma função bastante importante, seja como meio de motivação ou como modo essencial de articular a atividade educacional.

Para Freire (2005), a problematização consiste em abordar questões que emergem de situações concretas da vida dos educandos e que estão relacionadas às contradições existenciais. É por meio da problematização que se pode exercer uma análise crítica da realidade, tomando consciência do lugar que ali se ocupa e reconhecendo a necessidade de transformação social. Além disso, é por meio da problematização que os educandos são postos diante das “situações-limites”, que deixam de ser tomadas como intransponíveis e passa a existir um novo horizonte de possibilidades. Assim, é por meio da problematização que se abre espaço na atividade educacional para a explicitação da dimensão política das práticas humana e do desvelamento de das funções sociais de formas específicas de conhecimento, como o científico. Daí a possibilidade de que o referencial freireano seja aproximado das perspectivas de democratização das tomadas de decisão em questões com conteúdo científico (AULER, 2002) e da problematização das relações entre Ciências, Tecnologia e Sociedade (SANTOS, 2008).

Delizoicov (1991) articula as ideias de Freire e Bachelard para discutir o papel da problematização na aquisição de conhecimento científico, uma vez que em que ambos os autores enfatizam o caráter problematizador do conhecimento, ou seja, o problema é entendido como a gênese da construção e apropriação do conhecimento. Para Delizoicov (2001), o ponto central da problematização no contexto educacional é proporcionar ao aluno a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém, ou seja, “procura-se configurar a situação em discussão como um problema que precisa ser enfrentado” (DELIZOICOV, 2001, p. 143).

O autor, no entanto, antes de dedicar-se aos problemas no âmbito educacional coloca o problema como gênese do conhecimento, ou melhor, que o conhecimento origina-se “da busca de soluções para problemas consistentemente formulados” (p. 133). Ele busca em Bachelard suporte para sustentar tal posicionamento e para destacar o papel do educador em Ciências, que deve reconhecer que os estudantes chegam para as aulas com conhecimento empíricos construídos na sua vida cotidiana e que, dentro desta perspectiva, não se trata de adquirir uma cultura experimental mas a de superar a cultura experimental da vida cotidiana. Neste sentido, problematizar as concepções dos estudantes tem o papel de:

aguçar as contradições e localizar as limitações desse conhecimento, quando cotejado com o conhecimento científico, com a finalidade de propiciar um distanciamento crítico do educando ao se defrontar com o conhecimento que ele já possui e, ao mesmo tempo, propiciar a alternativa de apreensão do conhecimento científico. (DELIZOICOV, 2001, p. 132)

E dentro desta perspectiva, Delizoicov (2001) concebe a problematização como um processo por meio do qual se dá a escolha de “problemas que devem ter o potencial de gerar no aluno a necessidade de apropriação de um conhecimento que ele ainda não tem e que ainda não foi apresentado pelo professor” (p. 132). E é neste sentido, que o problema deve possuir algum significado para o aluno, a fim de desempenhar esta função. Além disso, a problematização é um processo por meio do qual o professor, ao apreender os conhecimentos dos alunos, busca ali contradições e limitações dos conhecimentos dos alunos que vão sendo por eles explicitados, a fim de promover a

discussão em sala de aula e encontrar o momento oportuno de formular o problema que originará a busca por novos conhecimentos.

Do ponto de vista da organização do currículo, o conteúdo programático a ser desenvolvido na sala de aula emerge de uma situação-problemática, por meio do processo da investigação temática (Delizoicov, 1991; 2008). Tendo em vista as características do projeto freireano e a realidade concreta para a qual foi pensada, e, mais uma vez, levando em conta o caráter situacional e localizado da produção do conhecimento, uma simples transposição do projeto freireano para outro contexto sem um trabalho de mediação seria um esvaziamento da obra de Freire. É neste sentido que Delizoicov, ao pensar a perspectiva freireana para a educação formal, sintetiza a partir de Freire (2005) as cinco etapas da investigação temática. A primeira delas constitui-se do levantamento preliminar, por meio da qual busca-se reconhecer o ambiente em que vive o aluno. A segunda etapa é a análise das situações e escolha das codificações, ou seja, da escolha das situações que sintetizam as contradições vividas pelos estudantes na sua vida cotidiana. Na terceira etapa ocorrem os diálogos descodificadores, para que os temas geradores, que organizam a atividade educacional, possam emergir. Na quarta etapa uma equipe interdisciplinar realiza a redução temática a fim de elaborar o currículo a ser trabalhado e identificar os conhecimentos disciplinares necessários para o entendimento dos temas que emergiram. Por fim, a quinta etapa constitui-se do desenvolvimento do programa em sala de aula.

Por outro lado, Auler (2002) busca aproximar a perspectiva freireana do movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), considerando que os objetivos deste movimento, de democratização das tomadas de decisão em temas de Ciência e Tecnologia, estão em sintonia com os pressupostos freireanos de uma leitura crítica da realidade, problematizando as construções históricas em torno da atividade científico-tecnológica e superando os mitos por meio dos quais a atividade científica é analisada, sobretudo na educação em ciências: a suposta superioridade/neutralidade do modelo de decisões tecnocráticas, a perspectiva salvacionista/redentora atribuída à CT e o determinismo tecnológico³⁷. Strieder (2012) entende que a articulação Freire-CTS

³⁷ Já explicitados no primeiro capítulo.

representa uma possibilidade de atualização e transposição do Movimento CTS para o contexto educacional brasileiro, uma vez que tal movimento surge primeiramente em países desenvolvidos, cujas problemáticas não são as mesmas enfrentadas pela sociedade brasileira.

Auler e Delizoicov (2001) concebem a alfabetização científica como possuindo duas vertentes, uma reducionista, que está centrada no ensino dos conceitos científicos como um fim neles mesmo, e outra ampliada, segundo a qual os conceitos são instrumentos para a compreensão de temas socialmente relevantes e pode estar em sintonia com os pressupostos freireanos, sobretudo nas tentativas de superação dos mitos acerca das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Santos (2008) busca em Freire um humanismo radical para pensar as relações CTS. Segundo ele, é preciso conceber a educação ciência humanística para além de preparar os cidadãos para a sociedade tecnológica, mas com uma visão mais clara da educação científica como tendo uma função sociopolítica:

O argumento central defendido é o de que a justificativa sociológica para a inclusão das abordagens das inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino de ciências deve avançar do foco restrito sobre as discussões de suas implicações sociais para uma abordagem mais radical. Essa engloba na perspectiva freireana uma educação política que busca a transformação do modelo racional de ciência e tecnologia excludente para um modelo voltado para a justiça e igualdade social. Resgatar essas discussões no ensino de ciências possibilita uma recontextualização do movimento CTS. (SANTOS, 2008, p. 111)

Contradições a serem desenvolvidas.

As relações entre Freire e Bachelard, propostas por Delizoicov, não se dão de maneira aproblemática. Bachelard é, sem dúvida, capaz de trazer contribuições para pensarmos o ensino-aprendizagem de Ciências. Primeiro, por trazer uma perspectiva capaz de captar que a produção de conhecimento não se dá simplesmente por um processo de acumulação linear. Ele busca na história da ciência uma série de exemplos que são capazes de explicitar as rupturas que foram necessárias para o avanço do conhecimento científico. Em segundo lugar, pela natureza das suas preocupações

educacionais, Bachelard é capaz de reconhecer as dificuldades que são colocadas aos alunos ao buscarem aprender Ciências:

Acho surpreendente que os professores de ciências, mais do que os outros se possível fosse, não compreendam que alguém não compreenda. Poucos são os que se detiveram na psicologia do erro, da ignorância e da irreflexão. (BACHELARD, 2005, p. 23)

Além disso, ele é capaz de explicitar o papel desempenhado pelo erro, que não é algo a ser evitado, mas sim inerente ao processo de conhecer e, por este motivo, centra muita de sua atenção nos obstáculos ao avanço do conhecimento, os obstáculos epistemológicos:

Quando se procuram as condições psicológicas do progresso da ciência, logo se chega à convicção de que *é em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado*. E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano: no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos. É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia às quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos. (BACHELARD, 2005, p. 17 – grifos no original)

Porém, há, na formulação de Bachelard, a concepção de que o conhecimento científico se constitui de uma instância apartada da prática concreta no qual o processo de conhecer toma lugar (há um **dualismo entre o ser e o conhecer**), de maneira que os obstáculos epistemológicos são limitações do próprio ato de conhecer³⁸, como pura atividade do espírito humano. Além disso, para Bachelard, o espírito científico é aquele que consegue extrair a máxima abstração³⁹:

[...] é preciso passar primeiro da imagem para a forma geométrica e, depois, da forma geométrica para a forma abstrata, ou seja, seguir a

³⁸ Delizoicov (2001) utiliza-se de uma citação de Japiassu (1976, p. 171) para apontar que, para Bachelard, os obstáculos são "os retardos e perturbações que se incrustam, no próprio ato de conhecer, uma resistência do pensamento ao pensamento".

³⁹ "[...] a abstração desobstrui o espírito, que ela o torna mais leve e mais dinâmico" (BACHELARD, 2005, p. 8)

via psicológica normal do pensamento científico. (BACHELARD, 2005, p. 11)

Com efeito, ao examinar a evolução do espírito científico, logo se percebe um movimento que vai do geométrico mais ou menos visual para a abstração completa. (BACHELARD, 2005, p. 8)

Disto decorre que, sendo os conhecimentos científicos instâncias autônomas, não há, em Bachelard, espaço para uma crítica social dos processos de produção do conhecimento científico, uma vez que estes últimos seguem uma lógica própria, cujo critério de validação é a capacidade de abstração e a não contaminação com elementos da realidade concreta⁴⁰. Ao defender que a superação destes obstáculos ocorre unicamente através de rupturas, Bachelard assume uma posição unilateral, não conseguindo captar os elementos de continuidade no processo de produção de conhecimento, que, segundo sua ótica, não são jamais universais, mas sempre particulares⁴¹. E, neste sentido, estando a produção científica regida por uma lógica distinta e independente da prática social, não há, então uma relação orgânica entre as rupturas no conhecimento científico e as transformações que ocorrem na sociedade, apesar do espírito científico poder ser disseminado na sociedade, sobretudo por meio da educação científica. Afirma Bachelard (2005, p. 191):

Pouco a pouco, procuro liberar suavemente o espírito dos alunos de seu apego a imagens privilegiadas. Eu os encaminho para as vias da abstração, esforçando-me para despertar o gosto pela abstração. Enfim, acho que o primeiro princípio da educação científica é, no reino intelectual, esse ascetismo que é o pensamento abstrato.

Ainda no que diz respeito aos processos educativos, Bachelard (ibidem, p. 21) defende que a “noção de *obstáculo epistemológico* pode ser estudada no desenvolvimento histórico do pensamento científico e na prática da educação”. Delizoicov, porém, capta esta problemática (que o processo de problematização dos

⁴⁰ “[...] o espírito científico deve lutar sempre contra as imagens, contra as analogias, contra as metáforas (BACHELARD, 2005, p. 48). Uma vez que uma “ideia científica muito usual fica carregada de um concreto psicológico pesado demais, que ela reúne inúmeras analogias, imagens, metáforas, e perde aos poucos seu vetor de abstração, sua afiada ponta abstrata” (BACHELARD, 2005, p. 19).

⁴¹ “Já que todo saber científico deve ser reconstruído a cada momento, nossas demonstrações epistemológicas só têm a ganhar se forem desenvolvidas no âmbito dos problemas particulares, sem preocupação com a ordem histórica” (BACHELARD, 2005, p. 10).

conhecimentos científicos produzidos historicamente coincida com a simples explicitação das problemáticas que deram origem a tais conhecimentos), ao afirmar que:

por mais importantes que tenham sido os problemas e as perguntas relevantes feitas durante a História da Física e que culminaram com a produção de conhecimentos, o significado destes problemas para um aluno no início do seu aprendizado de Física no ensino médio, e mesmo no universitário, à priori não é o mesmo que para o físico ou o professor de física. (DELIZOICOV, 2001, p. 133).

É preciso, no entanto, analisar com mais detalhes esta afirmação. A expressão “à priori” ali utilizada leva-nos a interpretar que existe a possibilidades de à posteriori alguns dos problemas enfrentados pelos cientistas venham a ser os mesmos para os estudantes. Quando tomada de uma maneira abstrata, os processos de cognição dos cientistas e dos estudantes podem ser aproximados, de maneira que ambos, diante da mesma realidade, diante dos mesmos problemas poderiam apropriar-se das mesmas determinações e produzir a mesma forma de conhecimento. Porém, ao tomarmos a cognição de forma concreta e situada historicamente, somos impelidos a reconhecer que as atividades nas quais os cientistas e estudantes estão envolvidos são completamente distintas. Por exemplo, para o aspirante a cientista, a atividade de resolução de problemas dentro do paradigma representa a inserção na sua futura profissão, enquanto para um estudante do Ensino Básico, as determinações sobre aceitação como futuro cientista pela comunidade e o reconhecimento institucional são inexistentes. A dinâmica distinta das duas atividades faz com que os processos de apropriação dos problemas e o enfrentamento da realidade tenham sentidos distintos para o aprendiz à cientista e para o estudante de ensino básico. Não há, portanto, apesar da dimensão genérica das objetivações humanas, negligenciada por Bachelard (2005), nenhuma possibilidade que um mesmo processo cognitivo, tomado em um conjunto distinto de determinações concretas seja repetido.

Assim, a associação de Freire e Bachelard não traz somente benefícios. O racionalismo bachelardiano carrega, como apontamos, limitações sérias no que diz respeito às possibilidades de crítica social aos processos produção de conhecimento

científico e o dualismo entre concreto e abstrato opõe-se à concepção freireana de realidade humana fundada na práxis histórica.

À maneira como a associação entre Freire e Bachelard não traz somente benefícios, é preciso também considerar na nossa discussão as limitações das abordagens que buscam aproximações entre Freire e a abordagem CTS e o suporte para compreender os processos de tomada de decisão em questões de natureza científica.

Como aponta Strieder (2012), a postura crítica presente na perspectiva freireana está associada à possibilidade concreta de intervenção na realidade. Por outro lado, as abordagens CTS, apesar de visarem a formação de uma consciência crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, não estão focados necessariamente em promover alguma transformação na realidade.

As tentativas de relacionar a perspectiva freireana e a abordagem CTS deparam-se com diferenças naquilo que Auler et al. (2009) classificaram como “abrangência dos temas” e “origem dos temas”. No que diz respeito à abrangência, na perspectiva CTS, os temas, em sua maioria, estão relacionados a um universo mais geral, não estando vinculados a comunidades mais específicas, enquanto na perspectiva freireana os temas são relacionados com problemáticas da comunidade do educando, ou seja, são temas locais. No que tange a origem dos temas, nas abordagens CTS eles são escolhidos majoritariamente pelo professor e estão relacionados com a possibilidade de tratar um conteúdo específico de ciências ou dizem respeito a assuntos que estão presentes na mídia por exemplo. Além disso, os temas na perspectiva CTS acabam sendo sinônimos dos próprios conteúdos escolares, enquanto nas abordagens freireanas, por outro lado, os temas emergem da investigação temática. Neste ponto há, segundo Auler et al. (2009), divergências entre as abordagens CTS e a perspectiva freireana.

Os mesmos autores apontam que, no conjunto de trabalhos por eles avaliados, aqueles trabalhos que possuem inspiração freireana não estão restritos a disciplinas de uma única área do conhecimento, enquanto nas abordagens CTS as disciplinas envolvidas centram-se basicamente em uma área do conhecimento, as ciências exatas e, muitas vezes, em uma ou duas disciplinas somente.

Assim, apesar de ambos buscarem superar a tradicional divisão das disciplinas, as abordagens CTS acabam por focar-se em temas que não são significativos para a vida dos estudantes e somente o são para os professores e para os cientistas, uma vez que podem ser considerados “internos à ciência”, comprometendo o diálogo como ponto de partida no processo educacional (AULER et al., 2009). A isto se acresce que as abordagens CTS padecem de uma dicotomia no que diz a abordagem de “conteúdos puros de ciência” e “conteúdos de CTS”, ou seja, entre aquelas propostas que apoiam-se na perspectiva CTS como motivação para aprender ciências e aquelas que estão focadas somente nas relações entre ciência, tecnologia e sociedade abrindo mão dos conteúdos de ciência.

Neste sentido, a articulação entre a perspectiva freireana e os pressupostos não se dá de maneira direta. Daí os esforços de Auler (2002) e Santos (2008) para fazer tal articulação e reconhecer os elementos em cada uma destas abordagens que trazem contribuições significativas para uma prática educacional transformadora. De maneira mais fundamental, é preciso considerar que as abordagens CTS, apesar de apontarem para uma crítica das estruturas tradicionais do currículo e introduzirem críticas acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, apresentam fragilidades no que diz respeito a relação entre os processos de produção do conhecimento e aplicação dos conhecimentos. Fragilidades que se manifestam por exemplo em Santos (2008, p. 368):

[...] perspectivas humanísticas da ciência poderiam ser vistas como adequadas dentro de uma visão freireana, uma vez que estabelecem como o objetivo da alfabetização científica inserir os estudantes no mundo para transformá-lo, que é um dos princípios educacionais de Freire.

Na afirmação de Santos torna-se explícito que alguns estudantes não estão no mundo e, portanto, precisam nele serem inseridos para transformá-lo. Por um lado, temos a existência de indivíduos que não estão inseridos na complexa malha de relações sociais e podem não participar das problemáticas sociais. Quando a realidade humana é concebida sob uma perspectiva sistêmica, todos os indivíduos humanos desempenham um papel social na manutenção/transformação do status quo, todos os indivíduos já estão, conscientemente ou não, participando de coisas que acontecem no mundo. Por outro lado, para que os indivíduos adentrem o mundo para transformá-los,

eles precisariam apropriar-se de um conjunto específico de conhecimentos, aqueles produzidos pela comunidade científica. Esta concepção traz implicitamente a dicotomização entre atividades humanas que são produtoras do conhecimento científico e atividades que são consumidoras deste conhecimento. É possível encontrar, ainda, atividades que não são nem produtoras nem consumidoras, as quais devem, por meio da educação científica, terem a oportunidade de tornarem-se consumidoras a fim de participar criticamente da transformação da realidade.

A mesma dicotomia manifesta-se na concepção de alfabetização científica apresentada por Sasseron e Carvalho (2008)⁴²:

Nesse trabalho, defendemos uma concepção de ensino de Ciências que pode ser vista como um processo de “enculturação científica” dos alunos, no qual esperaríamos promover condições para que os alunos fossem inseridos em mais uma cultura, a cultura científica. Tal concepção também poderia ser entendida como um “letramento científico”, se a consideramos como o conjunto de práticas às quais uma pessoa lança mão para interagir com seu mundo e os conhecimentos dele. No entanto, usaremos o termo “alfabetização científica” para designar as ideias que temos em mente e que objetivamos ao planejar um ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico. (SASSERON & CARVALHO, 2011, p. 61)

O indivíduo deve, dentro desta perspectiva, adentrar outra cultura e apropriar-se das produções dela, mas não é produtor de conhecimento. Assim, os processos por meio dos quais determinadas formas de conhecimento são legitimadas, ou quem é legitimado a conhecer, não são objetos de crítica. Estão em jogo somente a possibilidade de socialização dos conhecimentos produzidos ou os meios científicos de sua produção. Mais uma vez, se a práxis humana não é tomada como fundantes dos processos de conhecer, não há possibilidades de se fazer a crítica dos processos de produção de

⁴² Neste trabalho, Sasseron e Carvalho (2008) dedicam-se a fazer um levantamento bibliográfico acerca do conceito de alfabetização científica/ letramento científico. Este trabalho nos é interessante, em primeiro lugar pelo próprio levantamento, mostrando a multiplicidade de sentidos e práticas em torno destes conceitos. Em segundo lugar, pela ressonância que este trabalho tem entre os pesquisadores em ensino de ciências, seja pela síntese que ele expressa, seja por referenciar muitos outros trabalhos. Ou seja, ele é capaz de sintetizar uma concepção de educação em ciências bastante difundida na atualidade.

conhecimento. A crítica poderia existir somente no plano da utilização deste conhecimento, de maneira que a tradicional concepção de uma ciência neutra e a tecnologia como aplicação deste conhecimento não é superada.

Além disso, há, nas abordagens CTS, uma carência de integração entre os três eixos. Os enfoques ora são na ciência, ora na tecnologia e raramente na sociedade, o que permite interpretações unilaterais acerca da função social da ciência, como por exemplo:

As sociedades modernas passaram a confiar na ciência e na tecnologia como se confia em uma divindade. A lógica do comportamento humano passou a ser a lógica da eficácia tecnológica e suas razões passaram a ser as da ciência (BAZZO, 1998). (SANTOS & MORTIMER, 2002, p. 1)

Tal afirmação capta corretamente a fetichização da ciência como uma divindade, mas não compreende de maneira profunda que a lógica da sociedade não é a lógica da ciência unicamente, mas sim a lógica da produtividade do capitalismo. Neste sentido, tratar a lógica da ciência e da sociedade de maneira indiscriminada não nos permite avançar efetivamente no papel social da ciência, ou seja, quando todos os malefícios que a sociedade enfrenta na atualidade são transferidos à ciência, o modo por meio do qual a sociedade se reproduz (o modo capitalista) se mantém protegido, uma vez que desconstrução da ciência moderna não implica na superação do modo capitalista de produção e muito menos numa lógica menos opressiva de reprodução social.

Em suma, há limitações que devem ser enfrentadas pelas abordagens que se apropriam do referencial freireano. A primeira delas (não em ordem de importância) é a do tratamento da relação entre global e o local na escolha dos temas da atividade educacional. É necessário pensar um conjunto teórico que consiga captar esta relação na forma de totalidade concreta e não de maneira dicotômica, ou seja, de que o local exclui o global e vice-versa. A segunda limitação está na dicotomia entre produção e consumo de conhecimento, que não permite colocar corretamente a crítica da função social da ciência para além da aplicação deste conhecimento. Por fim, a limitação de compreender o que efetivamente significa apropriar-se de uma forma específica de conhecimento e agir por meio dele de maneira a transformar a realidade, ou seja, a

explicitação da relação entre ser, conhecer e transformar – a problemática do desenvolvimento humano.

A unidade problema-humanização

A problemática do desenvolvimento humano na educação em ciências é colocada por com Gehlen (2009) e Gehlen e Delizoicov (2012), quando buscam analisar o papel desempenhado pelos problemas nos processos de ensino-aprendizagem de ciências e no processo de humanização, recorrendo aos trabalhos de Vigotski e Freire para fundamentar tal análise.

De maneira a compreender como pesquisadores referenciam os trabalhos de Vigotski, no que diz respeito ao papel desempenhando pelos problemas, Gehlen (2009) analisa os trabalhos do ENPEC (do primeiro ao sexto encontro) e identifica duas classes por meio dos quais os problemas são abordados: abordagem conceitual e abordagem por temas.

Na abordagem conceitual, busca-se na resolução de problemas a possibilidade de aprofundar e articular aspectos formulados no interior de uma determinada teoria científica. Neste sentido, a organização didático-pedagógica é regida pelos conhecimentos científicos, visando o desenvolvimento cognitivo dos alunos. Destaca-se que Nery e Maldaner (2009) argumentam que a noção de problema na obra de Vygotsky não assume a perspectiva de Resolução de Problemas. No entanto, para os autores, esses problemas são importantes para o desenvolvimento cognitivo e explicam que —no pensamento dele (Vygotsky), resolver exercícios problemas, bem formulados, de fato ajuda os estudantes a significar os conceitos em outros níveis e para outros contextos|| (NERY e MALDANER, 2009, p. 99).

Na abordagem por temas, as disciplinas escolares estão subordinadas ao tema que estrutura o currículo escolar. A autora destaca na abordagem por temas, a escolha do problema a ser tratado não está necessariamente vinculada ao seu aspecto humanizador, mas há, no entanto, mas há um avanço quanto à compreensão da função do problema na organização de atividades educativas. Alguns trabalhos por ela

analisados mostram uma compreensão epistemológica do problema muito próxima da perspectiva vigotskiana. Porém, os critérios para a escolha do problema a ser desenvolvido em sala de aula, ainda não suficientemente explicitados, parecem um artifício que o professor deve utilizar para uma abordagem interdisciplinar de conceituação científica, considerando a potencialidade conceitual que o problema possui.

A dimensão epistemológica do problema

Gehlen e Delizoicov (2012) defendem que na obra de Vigotski a noção de problema vincula-se diretamente ao processo de humanização e que, numa dimensão epistemológica, o problema é mediador na relação entre sujeito e objeto do conhecimento, assumindo um papel na gênese da produção e apropriação dos signos:

Os problemas que o homem enfrentou no processo de humanização também fazem parte das relações sociais, da prática social do ser humano, inclusive nas suas relações com a natureza. Isso pode indicar que o processo de mediação entre o homem e a natureza se dá em função da necessidade de resolução de problemas específicos enfrentados pelo homem no processo de humanização — tal qual concebido por Marx (1983). (ibidem, p. 66).

O signo na perspectiva de Gehlen e Delizoicov (2012) é tomado “como uma construção do homem, é uma representação da realidade com a finalidade de proporcionar a comunicação entre os sujeitos. Um exemplo disso são os nós que os povos primitivos amarravam para estimular a memória” (p. 62). Os signos estão, então, relacionados com construções histórico-culturais e, conseqüentemente, com o processo de humanização, uma vez que têm a capacidade de interferir nos sujeitos durante o processo de sua produção⁴³.

Porém, são as reflexões acerca dos processos de mediação em Vigotski que levam Gehlen e Delizoicov (ibidem) a enfatizem a dimensão epistemológica do problema. Os autores utilizam-se da figura 1 que “[d]e forma sintética [...] representa a

⁴³ “A partir do estudo sistematizado de algumas obras de Vygotsky argumentou-se que o surgimento e o desenvolvimento de conceitos são proporcionados por problemas os quais estão relacionados com o processo de humanização. Desta forma, a proposição de Vygotsky, ao considerar a assimilação do conhecimento científico como condição para o desenvolvimento cognitivo, insere-o no contexto do processo de humanização da espécie, cuja gênese seria o trabalho consciente, no sentido marxista, decorrente de problemas com os quais o homem vai se constituindo” (GEHLEN; DELIZOICOV, 2012, p. 75).

ação do homem sobre a Natureza por meio de instrumentos técnicos (ferramentas) e semióticos (sistema de signos) que permitem transformar a Natureza em produções culturais” (p. 62). Nesta perspectiva, é por meio da mediação que “ao mesmo tempo em que o homem se reapropria dessas produções, ele se transforma, isto é, adquire novos saberes, capacidades e habilidades” (p. 63). Além disso, segundo os autores, é na figura 2 que está a representação da referida dimensão epistemológica, uma vez que “a mediação semiótica permite que o objeto de conhecimento seja, ao mesmo tempo, fonte e produto do saber humano” (p. 63). Em outro momento, os autores apontam que “que o problema apresenta uma relação direta com a fonte do saber, e, neste caso, os artefatos culturais seriam o produto do saber, que num determinado momento histórico também passam a ser a fonte do saber” (p. 66).

Figura 1: Ação sobre a natureza (Ghelen & Delizoicov, 2012)

Figura 2: Dimensão epistemológica da mediação (GHELEN & DELIZOICOV, 2012, p. 63)

Para além da dimensão epistemológica

Buscamos com as citações recém apresentadas explicitar uma limitação que é imposta ao tomar a mediação somente na sua dimensão epistemológica. Na formulação dos autores, o conhecimento (ou o saber) ganha autonomia em relação à práxis humana e passa a ser ele mesmo fonte do conhecimento e não a própria realidade (a natureza é convertida em produções culturais). O tratamento da mediação em termos epistemológicos não permite aos autores captar o processo por meio do qual cada ação humana opera uma transformação que é incorporada na totalidade da realidade, de maneira que o conhecimento produzido não está fora, não está para além desta totalidade, mas é ele também parte desta nova realidade que é transformada pela

atividade humana. Assim, a fonte do conhecimento não poderia ser somente um artefato cultural abstrato, mas o lugar que ele ocupa na realidade concreta, ou seja, o conjunto de relações/transformações por ele operados. Colocado em outros termos, cada ação humana é capaz de operar generalizações tanto no plano subjetivo quanto no plano objetivo: a subjetividade humana torna-se mais rica à medida que opera transformações e a realidade transforma-se continuamente incorporando aquilo que o mundo passa a ser após as transformações operadas pelas atividades humanas. Assim, não há separação entre sujeito e objeto e a mediação não é um elo intermediário que conecta sujeito e objeto, mas é uma relação constitutiva de ambos, de sujeito e objeto, ou seja, constitutiva da realidade humana⁴⁴.

Neste sentido, é preciso problematizar a afirmação de Gehlen e Delizoicov (2012, p. 61):

O que Vygotsky propõe é outra forma de resolução de uma situação-problema estabelecendo um elo intermediário entre o estímulo que é provocado pelo meio exterior (objeto) e a resposta do sujeito. O elemento intermediário é caracterizado pela ferramenta de mediação (X), que inserido no contexto dos processos que procuram levantar possíveis soluções a problemas, assume uma importante função: a de que o sujeito se aproprie de condições/conhecimentos para se envolver ativamente na busca de uma solução aceitável.

Os autores reconhecem que esta formulação de Vigotski, bastante inicial e ligada à reflexologia, foi superada pelo próprio autor e estaria supostamente superada no trabalho deles também. Sob nosso ponto de vista, porém, a abordagem unicamente epistemológica da mediação não permite tal superação, uma vez que a concepção de realidade permanece inalterada: continua a ser algo externo à práxis humana e mediação é, por mais complexa que seja, somente um elo conectivo entre sujeito e objeto. O elo intermediário não é uma opção, não é simplesmente uma escolha de Vigotski para o tratamento das questões, mas está inscrito de maneira profunda no modo por meio do qual os seres humanos se constituem e o modo por meio do qual a realidade humana chegou a ser o que é hoje. Ou seja, a mediação está posta ontologicamente e não epistemologicamente na existência humana. Não há, numa

⁴⁴ O que trataremos nos capítulos seguintes com maiores detalhes.

perspectiva vigotskiana, a possibilidade de que ação humana não seja mediada, ou seja, que uma ação não esteja inserida na complexa malha de relações sociais que a sustentam.

Mover para além da dimensão epistemológica – o que não significa ignorá-la, mas reposicioná-la – nos permite ainda compreender o real papel das objetivações no processo de humanização. O artefato cultural, mesmo sintetizando potencialidades humanas, não contém em si as possibilidades de humanização. Tais possibilidades, assim como a síntese operada pelo artefato, só existe à medida que a prática social é capaz de reproduzir os traços humanizadores da atividade na qual tal artefato emergiu. Consideremos que uma escultura grega tem um potencial humanizador, no que diz respeito, por exemplo, ao desenvolvimento de apreciações de natureza estética. Não significa que a escultura por si só é a responsável por fazer que o indivíduo se aproprie de potencialidades humanas, mas, ao contrário, que a prática social na qual o indivíduo está inserido é capaz de recuperar, por meio da síntese operada na escultura, tais potencialidade humanizadoras. E de maneira mais radical é preciso explicitar que a história humana manifesta elementos de continuidade, de maneira que não é a estátua grega, de maneira isolada, que chega aos dias de hoje, mas um conjunto de práticas sociais para as quais a apreciação estética tem lugar.

Desta maneira, explicitadas, sob nosso ponto de vista algumas limitações nas apropriações dos projetos vigotskiano e freireano, nos dedicaremos, no próximo capítulo a superá-las.

**Capítulo 4: Atividade Potencial -
Conceitualizando desenvolvimento
humano nas convergências e
complementariedades dos projetos
Vigotskiano e Freireano**

“Decifra-me ou devoro-te”

O desafio “decifra-me ou devoro-te: que criatura tem quatro pés de manhã, dois ao meio-dia e três à tarde?” – cuja resposta, aquela dada por Édipo, é o homem, que engatinha quando bebê, anda sobre dois pés na idade adulta e usa um arrimo (bengala) quando é ancião – nos é posto continuamente, de diferentes maneiras e em diferentes momentos históricos. Hoje, a “Esfinge” nos desafia a compreender de maneira profunda o que significa ser esse animal que age de distintas maneiras ao longo da sua vida e mais que isso, de distintas maneiras ao longo da sua história.

A busca por caracterizar aquilo que é essencialmente humano – os supostos atributos imutáveis ou aquilo que diferencia o ser humano das outras criaturas – esteve presente nas mais diversas correntes do pensamento ao longo da história humana: da filosofia à psicologia, da religião à neuropsicologia contemporânea. Mesmo que de maneira implícita, as grandes teorias explicativas acerca do que significa o desenvolvimento humano ou os meios pelos quais os seres humanos se constituem, aprendem e relacionam-se estão presentes em todas as formulações de questões sociais, moldando até mesmo as mais aparentes empreitadas atóricas, que alcança também o campo educacional (STETSENKO, 2008, p. 475), no qual diferentes correntes pedagógicas têm assumido, explícita ou implicitamente, diferentes concepções de ser humano/sociedade, que se refletem nas diferentes formas de efetivação da prática educativa, por exemplo, quando o presidente da Universidade de Harvard, uma das mais renomadas do mundo, afirma que homens têm um desempenho melhor em ciências comparado às mulheres devido a “diferenças biológicas e que a discriminação não é mais um problema para mulheres na academia” (GOLDENBERG, 2005).

A concepção de que as diferenças entre seres humanos podem ser reduzidas à diferença genética traz consigo a simplificação no tratamento de uma problemática muito mais complexa, que no ensino de ciências manifesta-se, por exemplo, nas diferenças de interesse e participação efetiva de mulheres em cursos de ciências na escola básica, nas diferenças do desempenho em tarefas específicas e no prosseguimento em carreiras científicas. Temas que, frequentemente, se fazem

presentes na literatura específica e, que segundo esta perspectiva reducionista⁴⁵, poderiam ser explorados como simples diferenças biológicas, independentemente dos fatores sociais e históricos, do contexto concreto no qual tais problemas desenvolvem-se. Apesar do esforço de diversos autores⁴⁶, a concepção de que as diferenças biológicas são o fundamento de diferenças cognitivas entre homens e mulheres é ainda muito presente, em maior ou menor grau, explícita ou implicitamente nos discursos da sociedade e nas pesquisas científicas, por exemplo, a concepção de que as mulheres têm uma competência intata para criação de filhos e para interações sociais maior do que os homens, que seriam, por natureza, mais aptos para resolução de problemas, tarefas analíticas e raciocínio abstrato (SIKORA; POKROPEK, 2012; WATTS, 2007)⁴⁷.

De maneira pouco problematizada, aquilo que é conhecido como ser humano nas principais correntes científicas é construído a partir de generalizações de um grupo muito restrito, basicamente oriundo de sociedades ocidentais, educadas, industrializadas, ricas e democráticas⁴⁸. Henrich et al. (2010), no caso particular da psicologia, apontam que grande parte das pesquisas publicadas nos principais jornais científicos consideram que existe pouca variação entre as populações mundiais ou que os sujeitos padrões são representativos. Porém, tais indivíduos, oriundos de tais sociedades e que compõem a amostra das investigações, não são representativos no

⁴⁵ Podemos usar o trabalho de NEOKOSMIDIS et al. (2013) como exemplo desse tipo de abordagem reducionista, uma vez que busca fundamentar a baixa participação de mulheres nas carreiras científicas e tecnológicas por meio do modelo Lotka-Volterra, que simula a competição entre espécies biológicas. Mais grave ainda, sob o nosso ponto de vista, é a tentativa dos autores de fundamentar sugestões ou encaminhamentos para a solução de problemáticas sociais a partir de tais modelos biológicos.

⁴⁶ Bryce e Blown (2007), por exemplo, ao investigarem os processos de ensino-aprendizagem de conceitos de astronomia, não identificam qualquer diferença significativa entre meninos e meninas e, também, entre diferentes culturas nestes processos. O desenvolvimento conceitual, os padrões de aquisição de conhecimentos, o desenvolvimento cognitivo, e mudança conceptual, são semelhantes para meninos e meninas em todas as culturas e grupos étnicos.

⁴⁷ Concepções que já estavam presentes no sistema aristotélico, são reforçadas durante os séculos XVI e XVII, quando as concepções dualistas mente/corpo, razão/emoção, masculino/feminino tomaram forma (WATTS, 2007, p. 288) e tornam-se institucionalizada quando, por exemplo, a psicologia constrói a diferença de gêneros (SHIELDS, 2007).

⁴⁸ Henrich et al (2010) extraem destas palavras em inglês uma sigla bastante interessante: WEIRD (que em português significa estranho) - *Western, Educated, Industrialized, Rich, and Democratic*, a fim de fazer referência ao “estranho” grupo (alheio a totalidade da humanidade) cuja produção é a fonte a partir da qual tem-se generalizado o que se conhece acerca do ser humano.

que diz respeito a generalidade do ser humano, sobretudo em aspectos centrais da psicologia, motivação e comportamento. Isso indica uma necessidade real de que as generalizações acerca do tipicamente humano não podem ser tomadas de maneira descontextualizada ou aproblemática, sobretudo quando vêm falseadas de um conhecimento verdadeiro oriundo de um processo cumulativo da investigação científica.

Como já apontamos, as conceituações acerca do que significa ser humano não são entidades vazias, mas possuem reflexos profundos na atividade prática, ou seja, estão imbricadas na totalidade das práticas humanas. Quando Herbert Spencer, a partir do seu apreço pela teoria darwiniana, busca aplicar as leis da evolução a todos os níveis da atividade humana, ou quando Francis Galton, apoiado na Teoria da Evolução visa criar um projeto de desenvolvimento humano “melhorando” o processo natural de seleção genética, a força material e ideológica destas concepções ou projetos teóricos, inerente a toda objetivação humana, acerca do que é ser humano e das relações que este estabelece com outros humanos e com o mundo, torna-se evidente. Darwinismo Social e Eugenia, pautados em uma concepção específica de ser humano e sociedade, não encerram-se no abstrato e positivista “somente teórico e neutro” mas tem consequências nas práticas humanas concretas.

Exemplos como este não estão somente no passado, mas encontram-se explícita ou implicitamente nas práticas educacionais atuais. É o caso, por exemplo, da excessiva medicalização nos supostos problemas como hiperatividade e o famoso déficit de atenção que a escola contemporânea vem enfrentando (MEIRA, 2012). Teorias reducionistas acerca do desenvolvimento humano, visões específicas do comportamento humano, expectativas da sociedade e uma série de outros determinantes, que estão fora da nossa análise aqui, conduzem, no caso particular da educação formal, à supervalorização dos medicamentos como elemento único na superação de possíveis transtornos, sem a profunda avaliação do contexto no qual os estudantes, familiares e professores estão inseridos e no qual desenvolvem sua prática concreta.

Menos explícita, mas de tremendo impacto, são as concepções de ser humano e de sociedade imbricadas em exames como o PISA⁴⁹, supostamente neutros e cujos dados são vistos como “fatos e como um jeito de dizer a verdade sobre a sociedade, escolarização e as crianças” (POPKEWITZ, 2011, p. 331).

Porém, apesar de procuramos explicitar a necessidade real de uma profunda análise do que significa ser humano e da construção de um projeto de desenvolvimento humano, muitos pesquisadores, incluindo aqueles das ciências humanas e mesmo do campo da Educação, têm evitado tratar dessa necessidade e têm se dedicado à aspectos mais efêmeros e superficiais das práticas humanas, na fluidez da identidade e da subjetividade e, sobretudo, suspeitando das grandes teorias ao invés de explicitamente conceitualizar a natureza e o desenvolvimento humanos (DUARTE, 2012a; 2012b; STETSENKO, 2008).

As discussões sobre ontologia foram iniciadas no segundo capítulo. Estiveram presentes na problemática do método em Marx e na constituição do objeto de investigação; método que tem sua determinação ontológica e não existência transcendental. Estiveram presentes ainda na interpretação do projeto vigotskiano e a natureza histórica da consciência humana. E, de maneira mais explícita, com a discussão de natureza ontológica está trazida por Freire, na sua “compreensão da história como possibilidade e não determinismo” (FREIRE, 1999, p. 92) e na explícita concepção do ser humano com sua vocação de ser mais.

Questões Ontológicas

Ser radical é agarrar as coisas pela raiz. Mas, para o homem, a raiz é o próprio homem. (MARX, 2005, p. 151).

Assumimos que as linhas anteriores, as quais serviram de introdução a este capítulo, foram relevantes, dentro dos limites que nos são impostos, para explicitar a

⁴⁹ Programme for International Student Assessment. É um programa internacional de avaliação, desenvolvido e coordenado pela OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) No Brasil, o INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira) é responsável pela aplicação da avaliação.

necessidade do tratamento de questões da natureza humana – que não são formulações vazias ou abstratas, mas possuem implicações sérias nas práticas sociais (STETSENKO, 2008). Assim, procuramos introduzir nossa perspectiva, que é a de superar as tentativas de conceber a natureza humana como dada, imutável e ahistórica e a de demonstrar a artificialidade das formulações que concebem a individualidade humana como um átomo isolado, como um Robinson Crusoé, que mesmo solitário numa ilha é capaz de conter, por si mesmo, todas as potencialidades humanas. Abstração que está presente tanto na literatura quanto na economia e política (Smith e Hobbes) e também na filosofia (no “ego” cartesiano), não conseguem captar a malha complexa de relações sociais às quais os indivíduos estão inexoravelmente submetidos (MÉSZÁROS, 2011, p. 375). Assim, a individualidade humana, com sua aparente autonomia, é um fenômeno somente possível com o também desenvolvimento da humanidade como gênero, da complexificação do ser social, ou seja, da profunda unidade entre o ser social e a individualidade e não um fenômeno a priori da própria humanidade.

Além disso, torna-se urgente explicitar que as possibilidades de desenvolvimento humano estão limitadas unicamente pelo modo de reprodução social⁵⁰, ou seja, que os limites ao desenvolvimento humano são impostos pela própria atividade humana em uma formação social específica e não são dados por uma suposta essência humana imutável (LESSA, 2001; 2012). A problemática dos limites do desenvolvimento humano perde o sentido se essa limitação for percebida “como emanando da constituição essencial do indivíduo, e não das específicas e superáveis condições históricas de sua existência social” (MÉSZÁROS, 2011, p.375), e, portanto, não dependente concretamente dos meios pelos quais o ser social pode reproduzir-se e desenvolver-se.

O momento histórico atual nos impõe a necessidade de superar a concepção conservadora de seres humanos como proprietários privados, egoístas e concorrenciais, características da individualidade burguesa que foram elevadas à essência imutável de toda a humanidade. Concepção de ser humano que faz com que a própria noção de Estado (como fez Hobbes, por exemplo) e as concepções modernas de democracia

⁵⁰ O conceito de reprodução aqui não é necessariamente negativo, no sentido de reiteração do mesmo, como simples cópia, mas como o processo pelo qual os seres humanos mantêm-se como gênero.

(como reguladora do livre mercado) sejam fundadas nesta premissa e, portanto, não superáveis do ponto de vista das teorias que consideram o capitalismo (e consequentemente o modelo burguês da sociabilidade humana) como o último estágio do desenvolvimento humano. Nesta perspectiva nos restaria o aperfeiçoamento dos aparelhos sociais regulatórios (Estado, legislações etc.) para que a natureza humana atinja o seu máximo potencial dentro do espírito concorrencial que supostamente favorece o conjunto da humanidade. Pensadores neoliberais defendem explicitamente a ideia de que a livre concorrência individualista, além de consistir da plena realização da essência humana burguesa, é também o caminho para que a sociedade como um todo desenvolva-se da melhor maneira possível, o que constitui uma premissa bastante questionável, considerando as distorções causadas pelo modelo neoliberal no que diz respeito, por exemplo, ao aumento da desigualdade e da exploração dos trabalhadores, do esgotamento de recursos naturais e toda a problemática ambiental, presentes de maneira sistemática nas reflexões da atualidade.

O nosso ponto de vista aqui não é exclusivamente econômico – uma análise econômica aprofundada está longe dos limites deste trabalho – mas do ponto de vista do desenvolvimento humano na sua totalidade, cujos limites em escala global, são impostos pelo modelo econômico, balizando todas as dimensões da vida humana⁵¹. Isto significa que todo o conjunto das relações sociais passa pela mediação do mercado financeiro, o que inclui a própria produção do conhecimento e o processo pelo qual o conhecimento científico produzido passa a circular pela sociedade na forma de mercadoria e é regulado pelas mesmas leis do mercado.

⁵¹ É importante que nossa afirmação não seja interpretada como concebendo a realidade e os problemas como somatória ou confluência de muitos fatores: fator social, fator econômico etc. Na perspectiva da totalidade concreta, que sintetiza a concepção da problemática que aqui apresentamos, a realidade não se dá pela superposição de múltiplos fatores, mas existe somente na forma unitária, como um todo orgânico e, portanto, qualquer análise feita sobre ela tem que levar em conta tal unidade. Ao não proceder assim, corremos o risco de mutilar o objeto investigado e obter, na melhor das hipóteses, uma análise unilateral dos fenômenos investigados.

A superação da Ontologia Dualista

Nossa discussão sobre ontologia passa por um resgate histórico, ainda que muito breve, que permita situar os recursos teóricos disponíveis para desenvolver a discussão acerca da natureza humana e dos limites do desenvolvimento humano⁵².

Falar de ontologia necessariamente nos remete à uma antiga, porém não superada questão: a da relação entre essência e fenômeno. Durante quase toda a história da Filosofia, dos gregos até Hegel, a existência do mundo é explicada por meio de concepções dualistas. De um lado, a existência de uma esfera essencial, que teria o estatuto do verdadeiro ser, que seria aquilo que é eterno (ahistórico) e fixo, de outro, a esfera do ser menor, corrompido, que é efêmero e passageiro, no qual a história humana acontece. Aquilo que é efêmero é determinado pela esfera do essencial, mas não é capaz de alterar aquilo que acontece nela.

É preciso destacar que as grandes explicações de mundo não são essencialmente negativas, ou enganadoras, nem que mascaram a realidade, visto que mesmo as mais mitológicas ou fantasiosas explicações de mundo desempenharam um papel fundamental no processo de reprodução social. Estas explicações de mundo são o máximo de consciência que a humanidade conseguiu desenvolver num dado período histórico, que permitem que a experiência cotidiana seja generalizada e que a acumulação da cultura humana possa ocorrer. Por outro lado, isso não significa que este tenha sido um caminho escrito de maneira inexorável na história da humanidade, que teria sido o único possível, mas que o processo pelo qual a humanidade se reproduziu até o momento, como analisado por Lukács (2012), se deu por meio da criação de ontologias, ou visões de mundo. Este processo de criação é contraditório, uma vez que ora desenvolvem-se no sentido de tornaram-se mais verdadeiras no que diz respeito a explicação dos complexos processos na realidade e ora por meio de interpretações místicas acerca dos processos reais. No caso das explicações míticas do mundo, ocorre

⁵² Muitas das questões sobre ontologia serão feitas nos apoiando em Lessa (2001; 2012) e, consequentemente, em Lukács (2012), mesmo que de forma indireta muitas vezes. O que não implica fazer uma análise completa da evolução do pensamento lukacsiano e as modernas controvérsias em torno da sua obra, como a filiação ou não a Stalin no campo da política ou das suas deficiências na conceitualização de uma teoria de transição, exploradas sobretudo por Mészáros (1995).

uma “antropomorfização do ser”, ou seja, uma explicação pela qual a teleologia humana, que está presente:

nos atos singulares dos indivíduos historicamente determinados, é estendida a toda a natureza, convertendo-se em categoria que confere sentido à ordem universal. A teleologia humana é restrita ao ser social, torna-se divina, universal. Os poderes humanos são potencializados e absolutizados em poderes divinos, o acaso e o desconhecido são explicados pela vontade — esta, muitas vezes inexplicável — dos deuses. (LESSA, 2012, p. 28).

Em Aristóteles, por exemplo, o Cosmos é constituído pela esfera das estrelas fixas, que representa o eterno e, no seu centro, a Terra, onde tudo é mudança, efêmero. No modelo aristotélico, encontrar a essência das coisas é achar o seu lugar no interior deste modelo cosmológico, o que equivaleria a achar o seu “lugar natural”. Dentro desta perspectiva, o lugar do ser humano vai desde os bárbaros, que são seres menos humanos, até os atenienses, os seres mais humanos. Como aponta Lukács (2012), estes últimos (a sociedade ateniense, mais especificamente nos seres humanos masculinos de Atenas) corresponderiam ao máximo do desenvolvimento humano e, portanto, a essência humana.

Com a transição do sistema escravista ao sistema feudal de produção, a humanidade experimenta um longo período de decadência, o que gera uma concepção bastante pessimista da história. É neste período que as religiões que concebem a vida na Terra como um lugar de sofrimento — o que inclui a Igreja Católica — alcançam lugar nas explicações de mundo no período medieval e passam a constituir o pensamento hegemônico deste período. Da maneira como ocorre na ontologia grega, a ontologia medieval é dualista. Na esfera essencial está deus, imutável e na esfera do fenomênico os seres humanos, que são a manifestação efêmera e corrompida do divino. O ser humano é então, por essência, pecador.

O período moderno⁵³ tampouco conseguiu romper com a concepção dualista de mundo e de uma essência ahistórica de ser humano (LESSA, 2001). A burguesia eleva à

⁵³ O termo moderno e modernidade aqui estão sendo utilizados no sentido histórico/sociológico, como um conjunto de práticas e concepções de um período da humanidade, aqueles que foram produzidos pela burguesia, entre o renascimento cultural e comercial e a Revolução Francesa. Isso não significa, no entanto, que a humanidade desenvolveu-se de maneira homogênea em todo o planeta e que as

categoria universal e eterna, da essência humana, as características do indivíduo burguês: egoísta, comerciante e proprietário privado. Para o pensamento moderno, a sociedade havia chegado ao seu máximo de desenvolvimento e a essência humana estaria agora realizada. No modo de produção capitalista não haveria mais contradição entre o sistema produtivo e a essência humana. Para Hegel, o movimento histórico e as revoluções eram justamente explicados pela contradição entre a essência humana, inscrita como universal e eterna da individualidade burguesa e os modos de vida anteriores: o sistema escravista e o sistema feudal, por exemplo. Assim, na perspectiva hegeliana, não seriam mais necessárias revoluções para que a realidade humana fosse ajustada à essência humana.

Além disso, é fundamental destacar que toda explicação de mundo dualista é também conservadora, no sentido de também manifestar a tentativa da classe dominante de justificação de sua posição na divisão social, de manutenção do *status quo*. Isto é o que ocorre, por exemplo, em Aristóteles, quando considera a sociedade ateniense como limite do desenvolvimento humano e, portanto, tomando os seres humanos masculinos de Atenas como a classe dominante por excelência; ocorre também em Santo Agostinho, quando a essência pecadora do homem necessita da Igreja para sua comunicação com o divino, o que justifica o clero como a classe dominante; e, ainda, no indivíduo burguês, cuja a plena realização está no desenvolvimento econômico, e, portanto, assumindo o nível econômico como critério de desenvolvimento humano de posição superior na hierarquia social. Esse modelo de justificação impões limites insuperáveis para o desenvolvimento humano, visto que tais limites estão fora da história e das atividades humanas.

Dentro desta perspectiva, a ciência moderna não escapa das mesmas limitações quando introduz o dualismo entre a natureza (tomada de maneira eterna, imutável e, sobretudo, externa a própria humanidade) e o conhecimento produzido sobre a natureza (que é efêmero, que busca sempre se aproximar da realidade em si, sem que

concepções de mundo foram as mesmas em todos os lugares. Assim como no primeiro capítulo buscamos caracterizar a vertente dominante do ensino de ciências, estamos aqui explicitando o pensamento hegemônico da humanidade que, em larga medida, compõe o pensamento hegemônico da atualidade.

a própria realidade seja alterada, transformada). Dentro da perspectiva cientificista, sintetizada sobretudo nas formulações do positivismo, que caiu no

[...] equívoco de ter considerado uma certa imagem da realidade como a realidade mesma, e um determinado modo de apropriação da realidade como o único autêntico. Com isso, em primeiro lugar ele negou a inexauribilidade do mundo objetivo e sua irredutibilidade à ciência, que é uma das teses fundamentais do materialismo; e em segundo lugar empobreceu o mundo humano, por ter reduzido a um único modo de apropriação da realidade a riqueza da subjetividade humana, que se *efetiva* historicamente na *práxis* objetiva da humanidade". (KOSIK, 2011, p. 31)

Além disso, o positivismo e o neopositivismo “aparecem com a pretensão de assumir uma posição de perfeita neutralidade em todas as questões relativas à concepção de mundo”, caracterizando como pseudoproblema, “irrespondível por princípio”, qualquer questão relativa ao complexo de problemas acerca do que a realidade é. (LUKÁCS, 2012, p. 38).

No que diz respeito ao seu caráter conservador, o dualismo entre conhecimento efêmero e a natureza eterna não está desvinculado da tentativa de restringir o número de pessoas que tem “permissão” para produzir conhecimento verdadeiro e neutro sobre a realidade, colocando na posição dominante aqueles que têm acesso a realidade por meio da atividade científica, fazendo da ciência um projeto elitista. Não significa, no entanto, afirmar que as ontologias dualistas não foram (e não são – visto que ainda não estão superadas) capazes de produzir conhecimento verdadeiro. Mesmo as mais fictícias visões de mundo expressam níveis de verdade, as quais se pretendem explicar esse mundo e produzidas na prática social onde tem sua função. Neste sentido, a ciência é capaz de produzir conhecimento verdadeiro e humanizador, mas tem limites impostos pelo modo de reprodução da sociedade no qual emerge.

A superação do dualismo como concepção do mundo começa a ser possível com Hegel. Apesar de não superar efetivamente tal dualismo, Hegel traz elementos analíticos para compreender o desenvolvimento histórico da humanidade e é capaz de sintetizar aquilo de mais avançado que a burguesia revolucionária foi capaz de produzir.

É fundamental notar que a possibilidade de olhar a história e compreendê-la como processo é bastante recente no pensamento da humanidade. As pirâmides do Egito, por exemplo, antes do final do século XVIII, eram consideradas simplesmente pedaços de pedra no meio deserto sem significação alguma e não como produto de uma organização social que viveu no passado. Não eram, portanto, objetos de investigação histórica, porque a própria noção de história, como processo ou relação entre passado, presente e futuro, que é uma visão moderna, não estava presente na consciência da humanidade até este período (POPKEWITZ, 1997). Desta maneira, então, com Hegel, a humanidade pôde olhar para a sua história e atribuir a ela uma racionalidade⁵⁴.

É com Marx, no entanto, que a superação da ontologia dualista é alcançada. Para Marx, essência e fenômeno não são mais diferenciados pela imutabilidade da primeira e pela efemeridade do segundo, mas passam ambos a serem inerentemente históricos, categorias fundamentalmente processuais. Conforme aponta Lessa (2001, p. 94):

[...] teríamos em Marx uma concepção radicalmente nova da relação entre os homens e sua história. Esta seria, em todas as suas dimensões, mesmo as mais essenciais, um construto humano, e não haveria nenhuma dimensão transcendente à história a determinar os processos sociais. Os homens seriam os únicos e exclusivos demiurgos do seu destino, não haveria aqui nenhum limite imposto aos homens senão as próprias relações sociais construídas pela humanidade.

Esta afirmação não pode, porém, ser tomada de maneira abstrata, isolada da prática concreta e alheia ao processo histórico no interior do qual atividade humana pode efetivar-se. Como bem aponta Marx: “Os homens fazem a sua própria história; contudo, não a fazem de livre e espontânea vontade, pois não são eles quem escolhem as circunstâncias sob as quais ela é feita, mas estas lhes foram transmitidas assim como se encontram” (MARX, 2011, p. 25).

Dentro desta perspectiva é fundamental destacar que os seres humanos nas suas ações estão sempre contribuindo para “alguma coisa que está acontecendo no mundo, mesmo que apenas numa escala pequena, e mesmo que não fazendo nada (porque este

⁵⁴ É claro que Hegel não fez tábula rasa do que a humanidade tinha produzido até então. Ele se apropria, por exemplo, da categoria de continuidade que havia sido formulada por Santo Agostinho ou do pensamento econômico clássico e daquilo que a burguesia na Revolução Francesa estava produzindo.

último tipo de ‘contribuição’ muitas vezes ajuda a perpetuar o status quo existente e para sufocar as mudanças na sociedade)” (STETSENKO; ARIEVITCH, 2004, p. 495).

No que diz respeito às discussões ontológicas, Stetsenko (2008) (apoiada em Marx, Vigotski e Leontiev) busca na transformação do mundo o fundamento ontológico da realidade, que ela sintetiza como *Posição Ativista Transformadora* (do inglês *TAS – Transformative Activist Stance*). Nesta perspectiva, as pessoas vêm a conhecer a si mesmas e o mundo e, em última instância, tornar-se humanos por meio do processo de transformar o mundo de maneira colaborativa, considerando seus propósitos e interesses, vinculados necessariamente à herança do passado quanto à visão que possuem acerca do futuro, não existindo, então, nenhuma ruptura ou dualismo entre agir, ser e conhecer, que existem somente em unidade. Todas as atividades humanas, assim, estão relacionadas com algum grau de transformação da realidade e estão profundamente imbuídas de ideologias e valores (STETSENKO, 2008).

Atividade Potencial

Despierta, has de pintar, nuevas constelaciones
para que navegantes extraviados en la noche
encuentren el camino que les acerca al mañana
en el que prometeo burla al Dios y trae la llama.
Que el destino no parió la miseria en la que duermes,
nació de las voluntades de mil hombres y mujeres
que nada está escrito para siempre
despierta.
(Despierta - Ismael Serrano)

A formulação de uma ontologia histórica nos traz a possibilidade de superar as concepções idealistas acerca do desenvolvimento humano, segundo as quais a essência humana, supostamente eterna e imutável, residiria fora da história e não estaria sujeita às transformações que ocorrem na esfera fenomênica da realidade. O desenvolvimento humano seria, dentro da concepção idealista, a simples realização desta essência fixa e pré-determinada e, assim, o futuro da humanidade já estaria dado de forma inexorável por uma entidade transcendente ao mundo humano.

Resgatando o segundo capítulo desta tese e agora de posse de uma reflexão sobre ontologia, buscamos avançar na conceitualização do desenvolvimento humano,

explorando as convergência e complementariedades dos projetos vigotskiano e freireano – objeto de análise deste e do próximo capítulo, quando discutiremos à luz do caso específico da prática educativa.

Como já apontamos, dadas as diferentes problemáticas as quais estes dois projetos se debruçaram, podemos encontrar, com ênfases diferenciadas, tanto no projeto vigotskiano quanto no freireano, a concepção histórica do desenvolvimento humano que vimos explicitando neste capítulo.

Sob o nosso ponto de vista, partindo destes dois projetos (vigotskiano e freireano) temos elementos para superar o dualismo reconhecendo a profunda interconexão entre os planos individual e social na análise dos processos de formação humana. Isto, tanto no que diz respeito ao processo histórico de surgimento da consciência humana por meio do trabalho e a sua posterior complexificação, quanto nos processos de ensino-aprendizagem. Além disso, temos elementos para analisar o papel da herança histórica e das visões sobre o futuro (o que inclui um projeto de transformação social e de sociedade) na emergência de novas atividades e novas formas de consciência, sobretudo por meio de um conjunto específico de atividades às quais chamamos, em sentido estrito, de educação.

Um aspecto, porém, que não esteve presente de forma explícita nas nossas discussões até o momento, é aquele que move a atividade humana, aquilo que faz com o que uma atividade humana se desenvolva: a contradição. É sua superação que permite que transformações na realidade possam ocorrer, satisfazendo novas necessidades e resolvendo novos problemas que emergem na prática social.

Este aspecto da dimensão problemática do desenvolvimento humano é captado de diferentes formas por diversos autores ao longo da história, como por exemplo, Hegel e Marx no desenvolvimento histórico, em Freire, na educação, em Popper e Bachelard na ciência⁵⁵. Estes autores apontam a contradição e as necessidades como

⁵⁵ “Em primeiro lugar, é preciso saber formular problemas. E, digam o que disserem, na vida científica os problemas não se formulam de modo espontâneo. É justamente esse sentido do problema que caracteriza o verdadeiro espírito científico. Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta.

propulsores do desenvolvimento humano, do surgimento de ferramentas, do enriquecimento dos meios de produção, da complexificação das relações sociais, da emergência da linguagem e da possibilidade do conhecimento na forma de ciência e filosofia como centrais na análise do desenvolvimento humano. E não menos importante, Gehlen e Delizoicov (2012), como analisamos no terceiro capítulo, foram capazes de captar essa dimensão fundamental do problema na constituição da atividade educacional no Ensino de Ciências. De um lado, Leontiev concebe o mundo que é apresentado aos seres humanos como “problema a ser resolvido”, por outro, Freire convoca-nos, por meio da educação problematizadora, a uma luta concreta de construção de um projeto de sociedade e ser humano – o de assumirmos nosso papel de fazer a própria história de maneira consciente, o que significa apropriar-nos dos meios pelos quais a nossa história é feita, apropriar-nos dos meios pelos quais as atividades podem emergir e constituir o tecido da realidade humana de forma consciente e não mais como simples e unicamente guiados por forças alheias à vontade humana. Isto significa que a própria categoria *problema*, como motor do desenvolvimento humano e da emergência das atividades que se constituem do tecido da vida humana, necessita ser problematizada, ampliada, reformulada, tomada na sua totalidade e no seu fundamento ontológico.

Três pontos devem ser levados em conta. O primeiro deles é a própria natureza do problema na sua existência objetiva, que não existe necessariamente na consciência individual. O segundo ponto é o processo pelo qual o problema a ser enfrentado passa a existir efetivamente como objeto da consciência individual, o processo pelo qual este problema passa a ser apropriado. Por fim, o terceiro ponto, a apropriação do problema acontece sempre no interior das práticas concretas, nas quais a intencionalidade, o caráter teleológico da ação humana, desempenham um papel fundamental.

Utilizaremos, então, a categoria **Problema-em-si** para expressar a dimensão objetiva do problema, que emerge no mesmo processo de desenvolvimento da humanidade, e que deve ser analisado nas suas dimensões **genética** – processo por meio

Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído” (BACHELARD, 2005, p. 18).

do qual veio a existir historicamente; e **estrutural** – dentro do conjunto de relações com outras partes do sistema/totalidade humana, do gênero humano. Ressaltamos de maneira enfática que esta noção de problema-em-si não significa existência ahistórica, imutável, fora da atividade humana. Este esclarecimento se justifica pelo nosso esforço na construção de uma ontologia histórica, a fim de expurgar qualquer concepção idealista dos processos históricos, evitando qualquer análise metafísica ou abstrata da realidade problemática.

Utilizaremos a categoria **Problema-para-si** para expressar o processo por meio do qual o problema, como motor do desenvolvimento humano, tem a possibilidade de existir efetivamente na consciência individual, processo pelo qual o problema, que era antes tomado exclusivamente na sua dimensão fenomênica, passa a ser apropriado de maneira concreta na constituição da individualidade humana, permitindo portanto, a apropriação dos meios pelos quais a atividade humana pode emergir na sua relação com a dimensão problemática da realidade

E por fim, a categoria **Ontologia do ser mais** para expressar, de forma concreta, as possibilidades de desenvolvimento humano em um dado momento histórico. Com esta categoria pretendemos explicitar a possibilidade de que a história humana seja concebida como projeto consciente e não como fruto de forças alheias à própria humanidade. Neste sentido, os indivíduos são essencialmente coautores neste projeto de autoconstrução. Direito que, quando é negado, o é por uma configuração social específica e não por uma limitação própria da natureza de alguns seres humanos.

Este conjunto de categorias estão dentro do movimento de constituição do que chamamos de **Atividade Potencial**. Este conceito expressa o conjunto coordenado de atividades humanas que conseguem captar, de maneira concreta, a dimensão problemática do desenvolvimento humano e a unidade entre consciência e atividade, de maneira a proporcionar o máximo de desenvolvimento possível. Ela é, então, a atividade consciente de maior potencial humanizador num determinado momento histórico concreto.

As categorias apresentadas, expressam, em um primeiro momento, a vinculação dos projetos freireano e vigotskiano, ao passo que busca avançar, como síntese deles.

Para compreender a significação da Atividade Potencial, consideramos fundamental resgatar a afirmação marxiana acerca dos problemas que são possíveis de serem resolvidos:

É por isso que a humanidade só levanta os problemas que é capaz de resolver e assim, numa observação atenta, descobrir-se-á que o próprio problema só surgiu quando as condições materiais para o resolver já existiam ou estavam, pelo menos, em vias de aparecer. (MARX, 1983), p. 25.)⁵⁶

A “observação atenta” de qual Marx fala se refere a uma profunda análise da problemática concreta, a fim de que sejam evitadas quaisquer análises abstratas na busca por soluções, evitando interpretações simplistas por meio das quais as soluções apareceriam por si só, mecanicamente.

Tomemos esta afirmação com mais cautela e lancemos mão de um exemplo histórico para ilustrá-la. A produção em série e as péssimas condições dos trabalhadores quando do surgimento da indústria moderna é ao mesmo tempo opressora, mas gera a possibilidade de que os trabalhadores fiquem mais próximos, se unam, se organizem. Desta maneira, o problema da opressão por meio das condições de trabalho emerge ao mesmo tempo da possibilidade concreta de luta pela superação desta opressão, o que não significa que ela é necessariamente superada, mas que as condições para sua possível resolução estão em vias de aparecer.

Tomemos, ainda, de forma bastante sintética um segundo exemplo, a fim de o significado que estamos atribuindo a citação marxiana torne-se mais claro. Quando, no século XVII Galileu aponta a luneta para o céu e registra irregularidades na superfície da Lua, a presença de tais irregularidades contradiz de maneira fundamental os dogmas da Igreja Católica e o modelo aristotélico (que está na base dos princípios católicos). Porém, a possibilidade de formular esta problemática: das irregularidades da Lua, do

⁵⁶ É interessante notar que Gramsci afirma, mesmo sem conhecer este texto de Marx, publicado no período em que esteve na prisão, algo bastante semelhante: “É necessário mover-se no âmbito de dois princípios: 1) o de que nenhuma sociedade se põe tarefas para cuja solução ainda não existam as condições necessárias e suficientes, ou que pelo menos não estejam em vias de aparecer e se desenvolver; 2) e o de que nenhuma sociedade se dissolve e pode ser substituída antes que se tenham desenvolvido todas as formas de vida implícitas em suas relações (...)” (GRAMSCI, 2001, v. 3, p.36)

movimento da Terra, do modelo heliocêntrico não se dão em um período sem data. Ela emerge no mesmo período no qual as concepções religiosas estão passando por profundos questionamentos pela burguesia emergente, o que permite que o universo seja pensado de outras formas que não a partir dos dogmas religiosos. Além disso, a arte está desenvolvendo-se de maneira muito rica, sobretudo do ponto de vista técnico, o que permite que Galileu represente com precisão as irregularidades da superfície lunar⁵⁷. Neste sentido, o desenvolvimento histórico no qual a problemática está emergindo permite também a emergência dos meios pelos quais a problemática pode ser explorada e possivelmente superada⁵⁸.

Problema-em-si

A categoria *problema-em-si* remete inevitavelmente à categoria do gênero humano como totalidade, nas suas múltiplas conexões e interações, no que tange a transformação e constituição da própria realidade. Com o desenvolvimento do capitalismo e o processo de globalização, o gênero humano assume um patamar jamais visto na história da humanidade no que diz respeito ao número, complexidade e extensão das conexões entre os seres humanos em todo o planeta. A ameaça real de destruição do planeta por meio de uma guerra nuclear, o processo de transformação da natureza em escala global, da destruição de ecossistemas, o problema da energia e dos subprodutos inerentes à manutenção do modo de produção predatório são capazes de colocar indivíduos de todo o planeta em profunda conexão. Conexão que não se dá de maneira imediata na consciência de cada ser humano, nem tampouco de maneira não contraditória: o aumento das conexões entre os indivíduos em todos os cantos do mundo, seja pela mediação do mercado ou qualquer outro processo de troca, não se deu sem a supressão de muitas variedades locais de sociabilidade ou formas específicas de vida que não foram capazes de competir com a produtividade capitalista, ou seja, do ponto de vista da sua sobrevivência sob a lógica produtiva e de opressão que lhes fora

⁵⁷ Para maiores detalhes dessa relação entre o desenvolvimento da arte e da ciência moderna consultar: Edgerton (2006) e Reis, Guerra e Braga (2006).

⁵⁸ No capítulo 5 voltaremos a isso com maiores detalhes.

imposta⁵⁹. Ao mesmo tempo que o gênero humano ganha uma dimensão global, o desenvolvimento humano (isto é, de toda a humanidade) ficam confinados aos limites deste modelo de produção.

É neste sentido que, dentro da perspectiva da totalidade, nenhum problema poderia ser concretamente concebido fora deste complexo sistema, fora do “complexo de complexos”, na perspectiva de Lukács (2012). Todo problema que emerge no interior das atividades humanas possui, ao mesmo tempo, uma dimensão genérica (que necessariamente o coloca em relação com o gênero humano, na totalidade do mundo) e outra dimensão de singularidade; uma dimensão global e outra dimensão local, processos que somente podem ser concebidos de maneira unitária, mesmo que muitas vezes esta unidade não se manifeste imediatamente na consciência humana. Aqui está precisamente a ideia captada por Marx (1983, p. 271) que “se a aparência e a essência das coisas coincidissem, a ciência seria desnecessária”, significando que o processo de conhecer necessita um esforço e é um contínuo processo de superação de aparências (KOSIK, 2011).

Para que estas ideias se tornem mais claras, tomemos como ponto de partida para a temática um exemplo apresentado por Ferreira Gullar no poema “O açúcar”⁶⁰. O

⁵⁹ É fundamental notar que a sociedade de classes e o modo de exploração do ser humano por outro ser humano não estavam inscritos de modo inexorável na história humana, na suposta essência humana imutável e a-histórica. Não há, de maneira alguma, no momento da emergência da sociedade, nenhuma determinação concreta que levaria a sociedade a este modelo, como único possível. Ocorre que a sociedade de classes, do ponto de vista de acumulação das riquezas pela classe dominante, é muito mais eficiente e foi capaz de subjugar por meio da força física outras formas de sociabilidade humana durante a história. Por isso o nosso esforço em mostrar que não se pode conceber nenhuma essência humana que esteja fora da própria história humana e como consequência das próprias ações humanas: a história poderia ter sido muito diferente e, mais importante, o futuro pode ser outro.

⁶⁰ O branco açúcar que adoçará meu café
nesta manhã de Ipanema
não foi produzido por mim
nem surgiu dentro do açucareiro por milagre.
Vejo-o puro
e afável ao paladar
como beijo de moça, água
na pele, flor
que se dissolve na boca. Mas este açúcar
não foi feito por mim.
Este açúcar veio
da mercearia da esquina e tampouco o fez o Oliveira, dono da mercearia.
Este açúcar veio

autor busca mostrar que o açúcar que adoça seu café não aparece, na sua totalidade, ali diante dele, de forma mágica, mas que está inserido numa malha de relações sociais que permitem a sua existência. A possibilidade de que seu café seja adoçado o conecta com os lugares distantes onde não “há hospitais e onde os homens não sabem ler e morrem de fome aos 27 anos”. É claro que o poema não esgota⁶¹ todos os processos ou todas as mediações que fazem com que o açúcar exista concretamente em Ipanema adoçando um café numa particular situação. Mais fundamental, ainda, é perceber que cada um dos elos desta cadeia, cada elemento desse processo, é também outro grupo complexo, rico em mediações. Tomemos, por exemplo, os meios pelos quais o açúcar foi transportado, o que pressupõe uma rede de distribuição, de meios de transporte, de combustíveis, de pessoas trabalhando, organizando, pressupõe um mercado que regula o preço etc. Tomemos agora o processo pelo qual a cana-de-açúcar se transforma em açúcar branco: o plantio, a colheita, produção necessitam do conhecimento científico acumulado historicamente; a indústria pressupõe meios de produzir em larga escala etc. Assim procedendo, poderíamos continuar indefinidamente explicitando as inúmeras conexões entre as partes, e indo mais fundo visto que cada parte não tem existência isolada e é também um complexo.

de uma usina de açúcar em Pernambuco
ou no Estado do Rio
e tampouco o fez o dono da usina.
Este açúcar era cana
e veio dos canaviais extensos
que não nascem por acaso
no regaço do vale.
Em lugares distantes, onde não há hospital
nem escola,
homens que não sabem ler e morrem de fome
aos 27 anos
plantaram e colheram a cana
que viraria açúcar.
Em usinas escuras,
homens de vida amarga
e dura
produziram este açúcar
branco e puro
com que adoço meu café esta manhã em Ipanema.

⁶¹ Nem possui essa intenção, visto que seu objetivo é outro, partimos dele somente como exemplo das múltiplas mediações das relações sociais.

Independentemente do grau de consciência que um indivíduo singular tenha acerca da natureza problemática do desenvolvimento humano, a sua existência individual⁶², desde os primórdios não escapa desta malha de relações, que é o mundo humano e a partir do qual sua consciência e suas atividades poderão emergir:

O mundo real, imediato, do homem, que mais do que tudo determina sua vida, é um mundo transformado e criado pela atividade humana. Todavia, ele não é dado imediatamente ao indivíduo, enquanto mundo de objetos sociais, de objeto encarnando aptidões humanas formadas no decurso do desenvolvimento da prática sócio-histórica enquanto tal apresenta-se a cada indivíduo como um problema a resolver. (LEONTIEV, 2004, p. 178)

Retornando ao nosso exemplo, significa que o café é adoçado e a cana-de-açúcar é plantada sem que necessariamente aquele que indivíduo singular que adoça ou que aquele que produz tenham consciência da complexa malha e da multiplicidade de determinações que compõem a realidade na qual estão inseridos. É claro que não estamos afirmando que a consciência não desempenha papel algum no processo⁶³, mas sim que o processo produtivo tem existência objetiva e, portanto, não é simplesmente criação ou invenção daquele que toma o café ou que planta a cana-de-açúcar. A existência do café adoçado e da exploração daquele que planta são objetivamente constituídos nas práticas sociais concretas e são estas realidades que se manifestam de maneira mais imediata desde os primeiros momentos da existência singular de cada indivíduo⁶⁴, realidade na qual inserem-se e buscam transformá-la.

Práxis como tecido da vida humana

⁶² Não tomada de maneira isolada, mas reconhecendo a individualidade como emergente na própria práxis humana.

⁶³ Além disso, do ponto de vista que estamos aqui defendendo, a consciência não se constitui de um estado intramental individualista, mas um processo que emerge da própria prática concreta. Neste sentido, a consciência somente se transforma com a transformação da atividade prática na sua totalidade, tendo em vista a unidade entre atividade e consciência, que é o ponto central da nossa argumentação. A isto retornaremos.

⁶⁴ Mészáros (2011, p. 375) diria que: “indivíduo real ser subsumido sem cerimônia à sua classe desde o momento em que tateia por uma consciência; de ser capturado pela malha de determinações sociais, não apenas devido ao seu pertencimento de classe, mas também devido à preponderante reciprocidade de confrontações de classe em virtude das quais o indivíduo é de fato submetido a uma *dupla* dependência de classe”.

A citação de Leontiev (2004, p. 178), anteriormente utilizada, nos traz de volta a questões de natureza ontológica: acerca do “mundo transformado e criado pela atividade humana”. Estas questões, como tratam do fundamento da ontologia humana, podem ser identificadas em Freire, que as explora de forma extensiva na sua relação com a práxis:

Por outro lado, o homem, que não pode ser compreendido fora de suas relações com o mundo, de vez que é um “ser-em-situação”, é também um ser do trabalho e da transformação do mundo. O homem é um ser da ‘práxis’; da ação e da reflexão. Nestas relações com o mundo, através de sua ação sobre ele, o homem se encontra marcado pelos resultados de sua própria ação. Atuando, transforma; transformando, cria uma realidade que, por sua vez, “envolvendo-o”, condiciona sua forma de atuar. Não há, por isto mesmo, possibilidade de dicotomizar o homem do mundo, pois que não existe um sem o outro. (FREIRE, 1983, p. 28)

Perspectiva que está em sintonia com aquilo que viemos explorando até o momento, acerca da constituição da realidade: a perspectiva materialista dialética. É bastante conhecida a afirmação de Marx, presente nas suas Teses sobre Feuerbach, que “[o]s filósofos apenas *interpretaram* o mundo de diferentes maneiras; porém, o que importa é *transformá-lo* (MARX, 2007, p. 539 – itálicos no original). Como aponta Stetsenko (2008), esta afirmação deve ser tomada para além da sua dimensão epistêmica, de que os seres humanos conhecem o mundo por meio da transformação que nele operam, mas sim na perspectiva da não existência de uma separação entre transformar o mundo e conhecê-lo, nem tampouco uma separação entre transformar o mundo, conhece-lo e ser (tornar-se) humano (STETSENKO, 2008).

Detenhamo-nos neste ponto e aprofundemos o significado da transformação do mundo como fundamento ontológico e o coração do desenvolvimento humano. Tomemos, como exemplo, o trabalho de um marceneiro, que transforma a madeira para a construção de um objeto. Para que a madeira seja transformada, o marceneiro lança mão de uma série de instrumentos que já estão prontos e disponíveis para ele (formão para esculpir a madeira, por exemplo) – instrumentos que se formaram/estabilizaram ao longo da história da marcenaria e dos trabalhos artesanais, ou seja, no interior de práticas sociais nas quais desempenham uma função. Cada situação, porém, na qual tais instrumentos são utilizados é singular, único na sua totalidade: um pedaço de madeira

nunca é idêntico ao outro, aquilo que um cliente encomenda não é exatamente igual ao que fez anteriormente e assim por diante. Em face desta singularidade sempre presente e não suprimível da prática concreta (e podemos extrapolar esta característica para todas as práticas humanas), toma lugar um processo (unitário) por meio do qual, primeiramente (não em ordem cronológica, ou numa sequência causal), objetiva-se os meios de ação do marceneiro: o marceneiro, apropriando-se dos instrumentos disponíveis, inicia a transformação da madeira e, portanto, testa os limites de tais instrumentos no que diz respeito a sua capacidade de responder às necessidades de transformação deste objeto singular. Na medida em que cumprem seu papel ou que precisam sofrer ajustes – por exemplo, um formão com formato específico necessitaria ser construído – a classe dos instrumentos de marcenaria/artesanato passa a cristalizar-se, ao mesmo tempo que evolui historicamente (justamente pelo fato que toda situação é ao mesmo tempo singular e genérica), ganhando existência autônoma em relação a este ato singular de transformação. Se olharmos um período histórico maior vamos perceber a maneira por meio da qual as ferramentas evoluíram e podem ser utilizadas em uma miríade de situações, que sem dúvida alguma, devem estar em maior ou menor grau em conformidade com as determinações que deram origem ao instrumento e ao seu modo específico (genérico) de atuação⁶⁵.

Em segundo lugar, a realidade, após o ato de transformação realizado pelo marceneiro, é outra, está transformada. O objeto construído pelo marceneiro ganha uma existência que não é dada somente pela consciência dele, mas passa a existir na malha concreta de relações sociais: passa a fazer parte da realidade. É fundamental destacar que o trabalho do marceneiro somente é possível pela mediação da consciência. A famosa citação de Marx (2013)⁶⁶ n'O Capital, de que diferente de uma

⁶⁵ Isso significa que o formão é genérico na medida em que, uma vez existindo objetivamente, passa a fazer parte da totalidade do mundo, da totalidade da realidade e pode participar na transformação desta realidade.

⁶⁶ “Uma aranha executa operações semelhantes às do tecelão, e uma abelha envergonha muitos arquitetos com a estrutura de sua colmeia. Porém, o que desde o início distingue o pior arquiteto da melhor abelha é o fato de que o primeiro tem a colmeia em sua mente antes de construí-la com a cera. No final do processo de trabalho, chega-se a um resultado que já estava presente na representação do trabalhador no início do processo, portanto, um resultado que já existia idealmente” (MARX, 2013, p. 255-256).

aranha que constrói com perfeição suas teias, um arquiteto, por pior que seja, já tinha na mente o resultado do seu trabalho, expressa o fato que o trabalho humano não está desvinculado de uma intencionalidade. Como aponta Leontiev (2004), o papel desempenhado pela possibilidade de superar as dicotomias da prática humana (ato de intencionalidade que dirige as ações) é fundamental na emergência da consciência, tanto filogeneticamente (na transição para as formas humanas de sociabilidade), quanto nos atos singulares por meio dos quais a consciência individual pode emergir.

Em terceiro lugar, quanto mais executa o trabalho de marceneiro, mais ele se constitui como tal (e não como padeiro, professor ou outra profissão qualquer). Ao longo do tempo, sua sensibilidade como marceneiro vai complexificando-se, ele vai conhecendo melhor os diferentes tipos de madeiras, o modo de utilizar cada uma delas nas situações mais apropriadas: o conhecimento sobre a realidade vai tornando-se mais complexo. Ele vai, num ponto de vista marxista, se exteriorizando como tal.

É fundamental ainda destacar que as finalidades são sempre produzidas pelas relações sociais. A necessidade de produzir uma ferramenta específica para construir um detalhe específico em um pedaço de madeira não poderia ter existência alguma fora de um conjunto específico de relações sociais, fora de um conjunto específico de atividades. A finalidade que se manifestou no momento singular da construção da ferramenta pode desaparecer em um período maior de tempo, porém a transformação realizada por tal ferramenta objetiva-se na realidade e os meios de praticar a transformação enriquecem a subjetividade do marceneiro, assim, cristaliza-se os meios pelos quais as transformações são realizadas, ou seja, o conhecimento sobre a realidade, que não é separado da própria transformação da realidade, não são instâncias distintas, mas faces de um mesmo processo unitário de constituição da humanidade.

Se no ato singular há um nítido predomínio da finalidade sobre a seleção dos meios, no desenvolvimento histórico mais amplo é o desenvolvimento dos meios que fixa socialmente a acumulação realizada. (LESSA, 2012, p. 23).

Unidade entre Linguagem, Atividade e Consciência

Temos explicitado o papel desempenhado pela teleologia, como conjunto de antecipações que operam na consciência humana, no processo de complexificação da própria consciência e da atividade humana ao longo da história. É fundamental, no entanto, apontar que nenhum ato teleológico seria possível sem a linguagem, e, portanto, desde o início do trabalho humano existe a unidade entre linguagem, trabalho (e sua dimensão teleológica) e a própria sociabilidade humana. Unidade que é captada tanto por Leontiev (2004) quanto Freire (2005) e sintetizada por Marx e Engels:

A linguagem é tão antiga quanto a consciência – a linguagem é a consciência real, prática, que existe para os outros homens e que, portanto, também existe para mim mesmo; e a linguagem nasce, tal como a consciência, do carecimento, da necessidade de intercâmbio com outros homens. Desde o início, portanto, a consciência já é um produto social e continuará sendo enquanto existirem homens. [...] [P]or outro lado, a consciência da necessidade de firmar relações com os indivíduos que o cercam constitui o começo da consciência de que o homem definitivamente vive numa sociedade. (MARX; ENGELS, 2007, p. 34-35).

Daí o esforço de Freire (2005) de afirmar a possibilidade de dizer a própria palavra como um direito (e não como privilégio) de todo indivíduo (FREIRE, 2009, p. 90). Dizer a própria palavra implica na transformação concreta da realidade, visto que “não há palavra verdadeira que não seja práxis. Daí que dizer a palavra verdadeira seja transformar o mundo” (FREIRE, 2005, p. 89), e, portanto, da construção da própria história, da própria existência, assumindo a condição humana de se fazer por meio da palavra (FIORI, 2005, p. 12):

A palavra instaura o mundo do homem. A palavra, como comportamento humano, significante do mundo, não designa apenas as coisas, transforma-as; não é só pensamento, é “práxis”. Assim considerada, a semântica é existência e a palavra viva plenifica-se no trabalho. (FIORI, 2005, p. 19).

As palavras, assim, não são recursos linguísticos vazios, mas o tecido da própria existência humana, que se funda na transformação da realidade. Porém, não são as palavras somente enquanto símbolos ou sinais linguísticos capazes de tal transformação, mas sim, as palavras enquanto portadoras de significados, que são constituídos nas práticas humanas e sínteses (das contradições que foram superadas) históricas e que podem constituir-se do conteúdo da consciência real dos indivíduos:

A significação é aquilo que num objeto ou fenômeno se descobre objetivamente num sistema de ligações, de interações e de relações objetivas. A significação é refletida e fixada na linguagem, o que lhe confere a sua estabilidade. Sob a forma de significações linguísticas, constitui o conteúdo da consciência social; entrando no conteúdo da consciência social, torna-se assim a “consciência real” dos indivíduos, objetivando em si o sentido subjetivo que o refletido tem para eles. (LEONTIEV, 2004, p. 100)

Não é por acaso que Vigotski toma o “significado da palavra” como “unidade de análise” da relação entre pensamento e linguagem, como sendo a menor unidade capaz de captar a complexidade do processo por meio do qual o pensamento humano está relacionado com a linguagem e, assim, superar o dualismo entre aquilo que acontece fora da mente humana, no mundo exterior das ações (na qual a fala está incluída), e aquilo que acontece na consciência individual, no mundo interior, dos pensamentos. Para Vigotski, então, o significado da palavra é a generalização que permite o reflexo da realidade na consciência humana como síntese de múltiplos processos, assim como o açúcar de Goulart, Leontiev exprime essa ideia:

A minha consciência não reflete uma folha de papel apenas como um objeto retangular, branco, quadriculado ou como uma certa estrutura, uma certa forma acabada. A minha consciência reflete-a como uma folha de papel. Como papel. As impressões sensíveis que percebo da folha de papel refratam-se de maneira determinada na minha consciência, porque possuo as significações correspondentes; se não as possuísse, a folha de papel não passaria para mim de um objeto branco, retangular, etc. (LEONTIEV, 2004, p. 101-102)

Os modos particulares de relacionar-se com a realidade, os modos de conceber, são, assim, construções históricas, sínteses de modos particulares de atividades, objetivações que tem a potencialidade de serem apropriadas pelos indivíduos na construção da sua individualidade. No exemplo de Leontiev, a percepção do papel enquanto tal, somente é possível em um determinado momento do desenvolvimento humano no qual tal significação está disponível objetivamente para que as individualidades dela se apropriem, ao passo que tal significação só foi possível pela transformação na natureza operada pelo conjunto das individualidades.

Leontiev explora este processo da emergência da consciência individual tanto do ponto de vista de ampliação das possibilidades que não estão presentes no indivíduo,

caso seja tomado isoladamente, quanto do ponto de vista das suas limitações, uma vez que os limites da consciência são dados pelo modo que a humanidade se reproduz:

O homem que percebe e pensa o mundo enquanto ser sócio-histórico, está ao mesmo tempo armado e limitado pelas representações e conhecimentos da sua época e da sua sociedade. A riqueza da sua consciência não se reduz à única riqueza da sua experiência individual. (LEONTIEV, 2004, p. 101).

A consciência individual e a consciência social não estão de modo algum separadas, ambas caminham numa unidade e os limites dessa unidade somente podem ser superados com a superação dos limites do modo como a sociedade se produz e reproduz. No exemplo do marceneiro, ao estar inserido num conjunto de relações sociais concretas específicas, ele se exterioriza como marceneiro, se constitui cada vez mais como marceneiro e o trabalho de marcenaria faz a mediação dele com a totalidade do gênero humano. Em outras palavras, a riqueza do gênero humano, conquistada historicamente, não se manifesta imediatamente a ele, mas passa pela mediação do conjunto das relações sociais concretas no interior do qual se constitui como ser humano. Neste sentido, a ampliação da consciência do marceneiro passa pela necessária ampliação dos limites dos meios pelos quais ele se relaciona com o gênero humano na sua totalidade, ou seja, a superação do trabalho alienado.

Detenhamo-nos neste aspecto lançando mão de outro exemplo. Rodrigues (2013), ao analisar a formação de professores de Física, explicita os limites institucionais no que diz respeito ao desenvolvimento da agência dos professores em formação. Não significa que os professores não possam desenvolver-se, mas que a ampliação do seu desenvolvimento está limitada. A superação dos limites impostos para a formação de professores no momento histórico atual passa necessariamente pela superação do modelo institucional estabelecido, no qual a universidade é concebida como a detentora dos conhecimentos que devem ser levados para a escola, os professores, por outro lado, aprendem os conhecimentos teóricos na universidade e os aplicam na escola assim que finalizam a sua formação acadêmica. A superação da dicotomia entre teoria e prática passa, nesse caso, pela superação da institucionalização desta dicotomia, que transcende um indivíduo de forma isolada, seja ele o professor em formação, o

professor universitário ou mesmo o professor em serviço na escola em que os estudantes realizam os estágios docente.

É, ainda, de fundamental importância o fato de que a significação geralmente não é o objeto da própria consciência: “quando eu percebo um papel, percebo este papel real e não a significação do papel. Introspectivamente, a significação está geralmente ausente da minha consciência: ela refrata o percebido ou o pensado, mas ela própria não é conscientizada, não é pensada” (LEONTIEV, 2004, p. 102). Isto é relevante na medida em que, sendo as significações o conteúdo concreto da consciência real dos indivíduos, elas não são tomadas como problemáticas, ou na sua dimensão *para-si*. A realidade aparece como fixa e imutável. No nível da “consciência real”, das significações estabilizadas e cristalizadas, os seres humanos não conseguem perceber além daquilo que Freire concebe como “situações-limites” (situações que são tomadas como intransponíveis, não superáveis) e não conseguem conceber as possíveis soluções de uma problemática específica: o “inédito viável” (FREIRE, 2005, p. 108).

Problema-para-si

Se a categoria *Problema-em-si* expressa a dimensão objetiva dos problemas que emergem na prática humana, a categoria *Problema-para-si* expressa a possibilidade concreta de superação do estado de imutabilidade por meio da qual a realidade aparece na consciência humana. Ou seja, a possibilidade concreta do problema ser apropriado de maneira consciente a fim de orientar a emergência de novas atividades nas quais os indivíduos participam e conseqüentemente novas formas de consciência. É importante salientar, mais uma vez, que consciência não está sendo tomada aqui de maneira abstrata. Como toda potencialidade humana, consciência não pode ser reduzida a um estado intramental individualista, mas é, por outro lado, fundada na práxis. Sob este ponto de vista não se pode falar de consciência sem a respectiva prática social na qual tal consciência emerge⁶⁷. Neste sentido, o surgimento de uma nova consciência se dá pelo surgimento de novas atividades diante de problemas concretos (que permitem a

⁶⁷ Estamos assumindo aqui então de maneira radical a tese marxista que a consciência está fundada na atividade humana, pressupondo então a unidade entre atividade-consciência, não de maneira mecânica, não como identidade, mas como processos que não podem ser concebidos concretamente de maneira separada, isolada.

emergência de novas formas de consciência). É neste sentido que Freire (2009) procura mostrar que as situações-limites não são o ponto final, onde terminam as possibilidades, mas, ao contrário, onde novas possibilidades têm seu ponto de partida.

A fim de avançar nesta discussão, buscaremos explicitar que o fato dos problemas aparecerem como imutáveis e intransponíveis para os seres humanos⁶⁸ é resultado de configurações concretas e situadas historicamente e não devido a uma imposição dos próprios problemas ou das próprias das situações-limites (FREIRE, 2005). Como apontamos anteriormente, apoiados em Marx, a possibilidade concreta de formular problemas está associada ao processo de emergência das condições de superação destes problemas. Isto não significa, porém, que tais possibilidades concretas existirão para todos os indivíduos de um grupo social num determinado momento histórico. Por exemplo, a possibilidade de produzir ciência, filosofia, arte etc., ao longo da história, como respostas aos problemas da existência humana, deu-se de maneira efetiva somente para uma parcela muito pequena da sociedade, aquela que poderia dispendar pouco, ou quase nenhum, tempo trabalhando para manter-se vivo e dedicar-se a outras atividades⁶⁹, enquanto a grande maioria da população esteve (e ainda está) fadada a ter que trabalhar massivamente, não sobrando recursos para que possa desenvolver-se para além da reprodução nos níveis mais elementares de manutenção da vida. No interior deste processo desigual de desenvolvimento, a maioria dos indivíduos são privados de humanizar-se na sua totalidade. O caráter alienado da vida cotidiana faz, pelo seu próprio caráter de imediatez e localidade, com que os indivíduos não sejam remetidos necessariamente a totalidade do gênero humano, nem a problemáticas totalizantes. Desta maneira, o desenvolvimento das individualidades e dos instrumentos analíticos para enfrentar e formular problemas torna-se empobrecido em relação às capacidades produzidas pelo gênero humano.

Isto não significa, porém, que as classes dominadas não foram capazes de desenvolver ciência, filosofia, arte etc., mas que a este desenvolvimento deu-se de forma bastante limitada em relação às objetivações das classes dominantes, tanto do

⁶⁸ Freire (2009) diria que também se instaura um clima de desesperança diante das situações-limites.

⁶⁹ São exemplos disso a arte e filosofia gregas, a arquitetura romana, a ciência moderna etc.

ponto de vista da possibilidade da sua produção (como acabamos de destacar) quanto da sua difusão e sobrevivência diante das imposições da cultura, ideologia e formas de vida da classe dominante, como sendo as únicas verdadeiras e as quais devem ser almejadas por todos os indivíduos da sociedade⁷⁰. É dentro desta perspectiva, então, que Freire concebe a relação opressor-oprimido, reconhecendo que “a verdade do opressor reside na consciência do oprimido” (FIORI, 2005, p. 8), processo que se dá por meio da prescrição:

Toda prescrição é a imposição da opção de uma consciência a outra. Daí o sentido alienador das prescrições que transformam a consciência recebedora no que vimos chamando de consciência “hospedeira” da consciência opressora. Por isto, o comportamento dos oprimidos é um comportamento prescrito. Faz-se à base de pautas estranhas a eles – as pautas dos opressores.

Assim, a emancipação do oprimido não é possível pela simples troca de papéis, fazendo que o oprimido torna-se o opressor, mas sim pela completa superação da própria natureza opressora que funda a relação opressor-oprimido, possível quando os oprimidos, assim reconhecendo-se, entram na luta concreta pela superação da sua condição (FREIRE, 2005). A educação libertadora, conduzida pelos oprimidos (não para eles, como uma imposição, como uma nova prescrição) é aquela que poderá conduzir à libertação tanto dos oprimidos quanto dos opressores.

No que diz respeito à transmissão da cultura dominante, Apple (2002) faz sua análise por meio de um processo que ele chama de tradição seletiva, segundo o qual uma série de significados e práticas são tomados como “a tradição” e “o passado significativo”, enquanto outros são negligenciados ou excluídos. Ele ainda destaca que, de maneira mais crucial, “alguns destes significados são reinterpretados, diluídos ou colocados em formas que suportam ou pelo menos não contradigam outros elementos no interior da cultura dominante efetiva” (ibidem, p. 6). De maneira mais específica e que diz respeito diretamente com a problemática que aqui abordamos, as disciplinas

⁷⁰ É neste sentido que a dominação pela classe dominante não se dá de forma unilateral, somente no plano econômico, pelo lucro sobre o trabalho, mas de forma totalizante. Ao fazê-la estamos deixando de lado a tarefa de explorar a ciência e a filosofia que foram produzidas fora do *mainstream* da sociedade ocidental. Porém, do ponto de vista que aqui nos interessa, e nos é possível neste momento tratar, é a ciência mais difundida e tomada como verdadeira, cujo potencial de opressão é maior.

científicas nos currículos escolares são fundadas naquilo que Apple (ibidem) caracteriza como ideal positivista. Ele aponta que:

Nas nossas escolas, o trabalho científico está tacitamente sempre ligado com os padrões aceitos de validade e é visto (e ensinado) como sempre sujeito à verificação empírica, sem influências externas, sejam pessoais ou políticas. Na ciência, "escolas de pensamento" não existem ou, caso existam, os critérios "objetivos" são usados para persuadir os cientistas de que um lado está correto e o outro errado (ibidem, p. 88 – tradução nossa)

Ele analisa também que aos alunos é apresentada uma “teoria consensual da ciência”, por meio da qual não são enfatizadas “as sérias discordâncias acerca da metodologia, dos objetivos e outros elementos que constituem o paradigma da atividade dos cientistas” (ibidem, p. 89). Ou seja, o caráter problemático da atividade científica, motor da produção de novos conhecimentos, é negligenciado dando lugar a uma concepção segundo a qual ciência que cresce de maneira linear e aproblemática. Cria-se uma imagem segundo a qual as controvérsias e os problemas são aspectos negativos do desenvolvimento de qualquer atividade intelectual.

O momento histórico atual nos impõe a tarefa da construção de uma visão de mundo que seja capaz de superar as formas de conceber a realidade atualmente dominantes, o que significa “a passagem do senso comum à filosofia; a passagem de uma interpretação inconsciente, fragmentária e mecânica da realidade a uma concepção de mundo consciente, elaborada, orgânica e, por isso, original” (GRAMSCI, 1984, p. 33). Neste sentido, esta outra forma de conceber a realidade, esta nova consciência do mundo, está associada à ação transformadora, superando as visões que não concebem a realidade como totalidade e que não concebem o próprio ser humano como totalidade. Segundo Freire, a efetiva tomada de consciência:

É uma apropriação que faz o homem da posição que ocupa no seu aqui e no seu agora, do que resulta (e ao mesmo tempo produz) o descobrir-se em uma totalidade, em uma estrutura, e não “preso”, ou “aderido” a ela ou às partes que a constituem. Ao não perceber a realidade como totalidade, na qual se encontram as partes em processo de interação, se perde o homem na visão “focalista” da mesma. A percepção parcializada da realidade rouba ao homem a possibilidade de uma ação autêntica sobre ela. (FREIRE, 1983, p. 34)

Assim, estamos buscando apontar que a categoria *Problema-para-si*, como movimento de apropriação do problema, explicita a necessidade de que a realidade seja captada como totalidade (expressa pela categoria *Problema-em-si*), possível concretamente, neste momento histórico, por meio do método de ascender ao concreto (sintetizado por Marx), que é operado, necessariamente, por uma consciência que é também uma totalidade, conceitualizada por Freire e Leontiev na unidade entre atividade e consciência, e da unidade entre sujeito e objeto, como processos históricos. Como aponta Gramsci:

O início da elaboração crítica é a consciência daquilo que somos realmente, isto é, um 'conhece-te a ti mesmo como produto do processo histórico até hoje desenvolvido, que deixou em uma infinidade de traços recebidos sem benefícios no inventário. Deve-se fazer, inicialmente, este inventário. (GRAMSCI, 1984, p. 12).

Ascensão ao concreto como método

É bastante recorrente o discurso de que as concepções positivistas de método e de realidade já estão superadas. Porém, o que se identifica é que tais concepções permeiam, mesmo que implicitamente, grande parte da pesquisa em ciências humanas e educação em ciências (KINCHELOE; TOBIN, 2009), apesar das possibilidades concretas de sua superação. De maneira menos implícita no ensino de ciências, o positivismo é dominante, manifestado sobretudo na concepção de que o pensamento formal e a abstração (como fim a ser alcançado), são a expressão máxima das formas humanas de pensamento, concebendo a realidade na sua forma estática, unilateral dividida em partes essencialmente autônomas e a totalidade como somatória destes elementos.

A discussão acerca do método dialético, da ascensão ao concreto foi tratada no segundo capítulo. Nosso objetivo, no entanto, não é fazer novamente a discussão sobre o método, mas avançar a partir dali na argumentação que nos interessa aqui: a possibilidade de lançar mão do método dialético na compreensão e transformação da realidade, ou seja, da superação do pensamento formal como dominante nos debates educacionais (no campo da educação em ciências).

Voltemos rapidamente ao exemplo do café. Do ponto de vista da totalidade concreta, não existe um único caminho por meio do qual o café, aquele que está sendo

tomado em Ipanema, seja conectado com os trabalhadores no campo dada a complexa malha de mediações entre o café e os trabalhadores. Nem tampouco o caminho para se conhecer a realidade é a justaposição do conjunto isolado de conhecimento produzido sobre cada uma das partes isoladas que fazem parte deste longo processo. O conhecimento é, no entanto, um modo de apropriar-se da relação destas partes com o todo, conhecendo o seu mecanismo de reprodução e, sobretudo, a maneira como veio a existir e como pode ser superada de maneira consciente pela humanidade. Dentro das atividades educacionais, o desafio é o “de propor aos indivíduos dimensões significativas de sua realidade, cuja análise crítica lhes possibilite reconhecer a interação de suas partes” e, ainda, de forma mais fundamental, os indivíduos devem ser capazes de reconhecer que tais partes em interação são “dimensões da totalidade” (FREIRE, 2005, p. 134).

Freire reconhece que a análise da totalidade não seria possível sem o recurso da abstração, uma vez que “na captação do todo que se oferece à compreensão dos homens, este se lhes apresenta como algo espesso que os envolve e que não chegam a vislumbrar”, porém o que não significa, para ele, “a redução do concreto ao abstrato, o que seria negar a sua dialeticidade, mas tê-los como opostos que se dialetizam no ato de pensar” (FREIRE, 2009, p. 112), ou seja, a proposta educacional freireana é fundada na concepção de que o conhecimento se dá na forma de totalidade, por meio da ascensão ao concreto, na qual a abstração é um recurso intelectual fundamental, mas que, por si só, não é capaz de captar a totalidade da realidade.

É por meio dos “temas geradores”, que estão inseridos em um “universo temático mínimo”, e do processo de “codificação e decodificação”, que a concepção de Freire acerca do método de ascender ao concreto torna-se explícita:

Este movimento de ida e volta, do abstrato ao concreto, que se dá na análise de uma situação codificada, se bem feita a decodificação, conduz à superação da abstração com a percepção crítica do concreto, já agora não mais realidade espessa e pouco vislumbrada” (FREIRE, 2009, p. 112).

Os temas geradores expressam, antes de tudo, a concepção educacional de Freire: que a educação não pode ser feita senão partindo da realidade vivida, não pode

ser feita à margem das condições concretas nas quais os sujeitos estão imersos. O universo temático mínimo estabelece o ponto a partir do qual as diferentes visões de mundo, as diferentes consciências da realidade, entrarão em diálogo. O diálogo, tomado como o fundamento da educação problematizadora, começa no interior do universo temático, mas não permanece ali. Por meio do processo de codificação e decodificação, parte-se do concreto imediato e a ele retorna-se de maneira crítica, complexa, nas suas múltiplas determinações. O concreto imediato passa então a ser outro: pensado, complexificado, “menos espesso” e possível de ser captado da sua totalidade⁷¹. A superação da abstração, por meio da descodificação, a qual Freire se refere, é precisamente a ascensão ao concreto, o método por meio do qual a realidade pode ser apreendida de maneira crítica pela consciência dos indivíduos.

Atividade-Consciência como processo

Para Freire (2009), os temas são chamados de geradores porque “qualquer que seja a natureza de sua compreensão como a ação por eles provocada, contêm em si a possibilidade de desdobrar-se em outros tantos temas que, por sua vez, provocam novas tarefas que devem ser cumpridas” (FREIRE, 2009, p. 108, nota de rodapé). A investigação temática freireana apoia-se justamente no reconhecimento de que o universo temático mínimo expressa o conteúdo real da consciência dos indivíduos, “o seu pensamento-linguagem referido à realidade, os níveis de sua percepção desta realidade, a sua visão do mundo” (FREIRE, 2005, p. 101) e que tal investigação não acontece nos seres humanos isolados da realidade ou no mundo isolado dos seres humanos, mas, por outro lado, somente se dá verdadeiramente nas “relações homens-mundo” (ibidem, p. 100).

A unidade entre atividade e consciência e a natureza histórica dessa relação foram extensamente discutida até aqui. Para além de destacar que esse é um ponto de convergência entre os projetos vigotskiano e freireano, nos é fundamental, neste momento, avançar nas consequências e potencialidades de conceitualizar o

⁷¹ Nunca é demais chamar atenção para o fato que ao falarmos de totalidade não estamos falando de todas as coisas, mas de um modo pelo qual a realidade opera, que foi explorado no segundo capítulo.

desenvolvimento humano dentro da perspectiva histórica/concreta e apontar quais limitações das concepções idealistas estamos buscando superar.

Como vimos apontando, as concepções idealistas de desenvolvimento humano manifestam-se nos dualismos entre a atividade interior (mental) e atividade exterior (prática), entre o mundo essencial (imutável, ahistórico) e o mundo fenomênico (mutável, histórico). No ensino de ciências, como apontamos na introdução deste capítulo, mesmo que de maneira velada, este dualismo está presente, por exemplo, nas justificativas sobre o fracasso escolar em disciplinas científicas, atribuindo o mau desempenho a uma incapacidade inata ou à falta de interesse que nasce com o indivíduo e o acompanha durante toda a vida, uma vez que as atividades que desempenha ao longo da vida não podem transformar a esfera essencial da sua individualidade, ou seja, aquilo que os indivíduos realizam na sua prática social não é capaz de alterar a suposta essência imutável do ser humano.

Esta concepção ahistórica dos seres humanos não consegue captar que os indivíduos, suas finalidades, seus motivos e suas intenções estão em processo de constante transformação bem como a própria realidade⁷². Ao adentrar um novo conjunto de atividades, uma nova prática social na qual operam transformações, os indivíduos têm a possibilidade de que sua essência seja alterada, que os motivos que dirigem sua existência sejam transformados de maneira radical, ou seja, a essência humana não estaria dada de uma forma estática, de uma vez para sempre, seja no conjunto da humanidade, seja no desenvolvimento da individualidade. Aqui está a radicalidade de assumir um projeto histórico de desenvolvimento humano: a prática social não opera transformações simplesmente na esfera fenomênica, mas também transformações das práticas sociais na sua totalidade, possibilitando a emergência de novas formas de sociabilidade humana e, portanto, novas formas de essência humana.

⁷² “É preciso que nos convençamos de que as aspirações, os motivos, as finalidades que se encontram implicitados na temática significativa, são aspirações, finalidades, motivos humanos. Por isto, não estão aí, num certo espaço, como coisas petrificadas, mas estão sendo. São tão históricos quanto os homens. Não podem ser captados fora deles, insistamos” (FREIRE, 2005, p. 115)

Entendemos, então, que é dentro desta perspectiva que os temas geradores de Freire estão inseridos. O processo educacional parte dos temas geradores, mas não permanece ali. O diálogo tem como ponto de partida o universo temático mínimo, mas tem como pressuposto a sua superação, um processo que almeja a consciência máxima possível. Busca-se então a análise das condições mínimas necessárias para a emergência de uma atividade no interior da qual os indivíduos possam engajar e, a partir dela, almeja-se a sua transformação, sua evolução, a construção de uma atividade que seja a maior potencial humanizador num dado momento histórico, de máxima consciência possível: **a atividade potencial**. O processo educacional dentro desta perspectiva é, então, assumido não de maneira periférica, mas como central no processo de desenvolvimento humano e de transformação social.

A “arte” da educação seria então, segundo Leontiev (2004), aquela de possibilitar concretamente a emergência de novos motivos que orientaram as atividades dos indivíduos no sentido de ampliação de sua consciência do mundo e da realidade na qual estão inseridos, na ampliação dos possíveis caminhos a serem tomados, de maneira que sua história seja construída de maneira consciente e não mais como forças alheias. Partamos do exemplo de Leontiev (ibidem), acerca da leitura de um estudante, a fim de explorar a possibilidade de que os motivos se transformem. Um estudante, por exemplo, pode reconhecer as potencialidades da leitura para sua formação, mas isto não é suficiente para que o estudante se dedique a ela; não é um motivo para ele. Imagine, porém, que este mesmo estudante comece a fazer parte de um grupo de amigos no qual a leitura (de histórias em quadrinho, por exemplo) é um hábito compartilhado. O estudante, a fim de fazer parte do grupo, começa a ler; fazer parte do grupo passa a ser um motivo para a leitura.

É possível que após algum tempo o estudante passe a ler frequentemente, que a leitura seja uma de suas atividades rotineiras, agora motivada pelo interesse de desenvolver-se intelectualmente e não mais pela necessidade de fazer parte do referido grupo de amigos. Dentro de condições concretas de efetivação, a leitura pôde tornar-se um motivo para o estudante. Porém, é fundamental destacar, apoiados em Leontiev (2004), que o surgimento do novo motivo somente foi possível na medida em que ele estava fora do conjunto de atividades nas quais o estudante estava efetivamente

envolvido⁷³. A leitura (e o que viria a ser o novo motivo efetivo) existia como possibilidade concreta, estava no horizonte da possível consciência deste estudante, mas não fazia parte do seu conjunto atual de atividades, ou seja, é na relação com outra atividade, externa a ela, que o novo motivo e consequentemente a nova atividade encontram a emergência de novas condições concretas para sua efetivação.

Assim, Freire e Leontiev estão apontando que o motivo do estudante ao adentrar uma atividade educacional sofrerá transformações ao longo do tempo diante das novas necessidades e potencialidades que emergirão neste processo. Daí a possibilidade e a necessidade de a educação partir da realidade concreta, vivencial, dos motivos mais imediatos para então remeter necessariamente para além dela, de maneira que novos motivos possam emergir e novas formas de consciência e atividade possam tomar forma, a fim de que a própria realidade existencial seja apropriada e transformada de maneira cada vez mais crítica.

Ontologia do ser mais

Além de expressar o conteúdo real da consciência dos indivíduos e a possibilidade concreta do problema existir na forma *para-si*, nosso objetivo agora é o de centrar os esforços na possibilidade que a história humana seja tomada como projeto consciente. No que diz respeito à história humana, a categoria *Problema-em-si* explicita os meios pelos quais a herança histórica chega até nós na forma de problemas a serem resolvidos. A categoria *Problema-para-si*, ainda no que diz respeito à história, parte da herança do passado para reconhecer as possibilidades concretas de que a realidade seja apropriada e que a história seja feita de maneira consciente. Aqui, a categoria *Ontologia do ser mais*, reconhecendo a herança do passado e as possibilidades instauradas pela prática humana atual, busca expressar o desenvolvimento humano não como simples estado atual de coisas, mas como processo de vir-a-ser histórico, assumindo de maneira radical que “que a História é tempo de possibilidade e não de determinismo, que o futuro [...] é problemático e não inexorável” (FREIRE, 2008, p. 19).

⁷³ “[...] que não pertencem à esfera das relações em que a criança está efetivamente inserida, mas a uma esfera de relações que caracterizam o lugar que a criança poderá ocupar no estágio seguinte do seu desenvolvimento” (LEONTIEV, 2004, p. 319).

Como bem aponta Freire, “[...] os homens podem tridimensionalizar o tempo (passado-presente-futuro) que, contudo, não são departamentos estanques. Sua história, em função de suas mesmas criações vai se desenvolvendo em permanente devenir [...]” (idem, 2005, p. 107). Contrastando a atividade humana e animal, ele aponta que o animal, ao não separar-se do objeto da sua atividade, carece de finalidades que sejam propostas por ele (ibidem). Para os seres humanos, no entanto, o seu entorno não é um mero suporte, ou simplesmente estimulante, mas problemático. Os seres humanos pela sua condição histórica podem comprometer-se e assumir sua própria vida, construindo-a (ibidem). De maneira mais profunda, a possibilidade de apropriar-se do tempo, de projetar o futuro por meio de atos teleológicos e assumir-se como construtores da sua própria vida, coloca os seres humanos como seres da ética: “Como presença consciente no mundo não posso escapar à responsabilidade ética no meu mover-me no mundo” (idem, 2008, p. 19).

É fundamental, no entanto, que a categoria *Ontologia do ser mais* não seja tomada de maneira abstrata, à margem das condições concretas da efetivação de um futuro possível, de um vir-a-ser como potencialidade inscrita na história real humana:

Ai de nós, educadores, se deixamos de sonhar sonhos possíveis. E o que é que eu quero dizer com sonhar o sonho possível? Em primeiro lugar, quando eu digo sonho possível é porque há na verdade sonhos impossíveis, e o critério da possibilidade ou impossibilidade dos sonhos é um critério histórico-social e não individual. O sonho viável exige de mim pensar diariamente a minha prática; exige de mim a descoberta, a descoberta constante dos limites da minha própria prática, que significa perceber e demarcar a existência do que eu chamo espaços livres a serem preenchidos. O sonho possível tem a ver com os limites destes espaços e estes limites são históricos. (FREIRE, 1982, p. 98-99).

É neste sentido que Marx fala da criação das condições necessárias dentro da estrutura da antiga sociedade, ou seja, de que novas formas de organização social não podem emergir senão a partir da sociedade atual e não de uma sociedade abstrata. Marx, além de tudo está consciente de que as condições necessárias para a transformação social não devem dar-se apenas no modo de produção material, mas também no desenvolvimento apropriado de condições políticas e culturais/teóricas, e, consequentemente educacionais (ou seja, na totalidade da sociedade, uma vez que o

todo orgânico do modo de organização social, como já apontamos, não pode, do ponto de vista concreto, ser concebido como a somatória de diversos fatores: culturais, sociais, econômicos, políticos etc.) Daí que Marx e Engels (2007, p. 533) enfatizam que “o próprio educador tem de ser educado”) e que Freire advoga pela necessária superação da dicotomia entre educador e educando para uma educação verdadeiramente libertadora.

Além disso, a análise concreta da situação existencial, na elaboração de um projeto de individualidade e sociedade, é fundamental para a superação das concepções ingênuas de humanismo que não são capazes de conceber a situação concreta na qual os seres humanos vivem para assim caminhar para o verdadeiro humanismo como “condição e obrigação”, “como situação e projeto”⁷⁴ (FREIRE, 2005, p. 97).

Educação como possibilidade de autoria da própria história

Assumir-se como situação e projeto, implica, para além da denúncia das práticas desumanizadoras, fazer o anúncio de “uma realidade em que os homens possam ser mais” (FREIRE, 2005, p. 84). Ambos, anúncio e denúncia, não são, de modo algum, palavras vazias, mas o contrário, compromisso histórico fundados numa análise da realidade concreta a partir da qual se busca a transformação e a instauração de novas práticas sociais.

A denúncia específica que aqui fazemos é acerca da tendência que tem dominado práticas educacionais e documentos oficiais, sobretudo da educação em ciências, que é o esvaziamento do conteúdo concreto da educação em busca de supostas habilidades e competências genéricas para qualquer que seja o lugar onde a educação se efetiva ou para qualquer que seja a atividade futura na qual os indivíduos poderão engajar-se. A análise dessa tendência neoliberal no campo da educação é explorado de maneira extensa por diversos autores (ver por exemplo: Duarte (2006; 2010)). Porém, o que nos interessa destacar é que este conjunto de discursos e práticas

⁷⁴ “Um dos equívocos de uma concepção ingênua do humanismo, está em que, na ânsia de corporificar um modelo ideal de “bom homem”, se esquece da situação concreta, existencial, presente, dos homens mesmos. “O humanismo consiste, (diz Furter) em permitir a tomada de consciência de nossa plena humanidade, como condição e obrigação: como situação e projeto.” (FREIRE, 2005)

trazem, mesmo que implicitamente a concepção de que o futuro não pode ser tomado de forma consciente pelas novas gerações e que o papel da educação é o de adaptar-se ao movimento do mundo do trabalho. A possibilidade concreta de transformação social desaparece dos discursos educacionais.

Por outro lado, o anúncio que sintetizamos aqui é aquele expressado por Leontiev (2004), de que o futuro da humanidade pode ser grandioso e que os seres humanos podem desenvolver-se de maneira ilimitada, sem que se tenha que esperar por uma transformação biológica da espécie humana, mas esse fim só é possível “em condições que permitam libertar realmente os homens do fardo da necessidade material, de suprimir a divisão mutiladora entre trabalho intelectual e trabalho físico” (LEONTIEV, 2004, p. 302), e, dentro desta perspectiva, torna-se fundamental “criar um sistema de educação que lhes assegure um desenvolvimento multilateral e harmonioso que dê a cada um a possibilidade de participar enquanto criador em todas as manifestações de vida humana” (LEONTIEV, 2004, p. 302).

Neste sentido, a educação não é uma atividade alheia ao conjunto da sociedade e seu papel não é periférico na manutenção ou transformação do status quo, seja ela tomada no sentido mais amplo, por meio do qual os processos culturais mais amplos, fundamentais para a continuidade da humanidade como gênero, são apropriados por cada nova geração de indivíduos⁷⁵, seja nos processos específicos da educação escolar que, explícita ou implicitamente, ao escolher conteúdos, priorizam determinadas formas sociais e carregam pressupostos políticos de participação na coletividade. Leontiev bem aponta que:

Quanto mais progride a humanidade, mais rica é a prática sócio-histórica acumulada por ela, mais cresce o papel específico da educação e mais complexa é a sua tarefa. Razão por que toda a etapa nova no desenvolvimento da humanidade, bem como no dos diferentes povos, apela forçosamente para uma nova etapa no desenvolvimento da educação: o tempo que a sociedade consagra à educação das gerações aumenta; criam-se estabelecimentos de ensino, a instrução toma formas especializadas, diferencia-se o trabalho de educador do professor; os programas de estudo

⁷⁵ “O movimento da história só é, portanto, possível com a transmissão, às novas gerações, das aquisições da cultura humana, isto é, com educação” (LEONTIEV, 2004, p. 291)

enriquecem-se, os métodos pedagógicos aperfeiçoam-se, desenvolve-se a ciência pedagógica. (LEONTIEV, 2004, p.291-292)

Esta profunda relação, segundo o próprio Leontiev, pode-nos levar a compreender o nível de desenvolvimento de uma sociedade por meio do nível de desenvolvimento do seu sistema educativo e vice-versa (idem). Esta afirmação é, no entanto, duplamente perigosa. Por um lado, pode ser compreendido que a sociedade tornar-se-á mais desenvolvida à medida que se invista no desenvolvimento do sistema educacional ou, por outro lado, que o sistema educacional tornar-se-á mais desenvolvido à medida que se invista em desenvolvimento social. Estas duas formas são unilaterais e não conseguem captar a complexa dinâmica da relação entre educação e sociedade. Sob o nosso ponto de vista, esta afirmação de Leontiev expressa, num primeiro momento, precisamente a complexidade desta relação: o grau de desenvolvimento de ambos está profundamente conectado, porém não são a mesma coisa, não são processos idênticos, ou seja, estão em unidade, mas cada um no seu plano possui suas especificidades e uma dinâmica que lhe é própria. Assim, a transformação da educação e da sociedade devem ser pensadas em forma unitária, ou seja, as discussões no âmbito educacional não podem constituir-se de um projeto isolado do conjunto das lutas sociais pela emancipação humana, pelo direito dos trabalhadores, pela superação do racismo, do machismo e de outras formas de opressão.

Além disso, o anúncio que sintetizamos é também aquele expressado pelo projeto freireano, de que “a pedagogia faz-se antropologia” (FIORI, 2005, p. 9). O sentido sintetizado por essa afirmação de Fiori é aquele que viemos apontando, de que a existência humana não pode ser reduzida ao nível biológico, não pode ser comparada ao “crescimento espontâneo dos vegetais” e constitui-se de uma “aventura histórica” e “uma contínua recriação do mundo” (ibidem, p. 9). A práxis humana não tem simplesmente o papel de enriquecer a existência humana, mas:

[...] na sua essência e universalidade é a revelação do segredo do homem como ser ontocriativo, como ser que cria a realidade (humano-social) e que, portanto, compreende a realidade (humana e não-humana, a realidade na sua totalidade). A práxis do homem não é atividade prática contraposta à teoria; é determinação da existência humana como elaboração da realidade. (KOSIK, 2011, p. 222).

Assim, uma educação libertadora que efetive o processo ontocriativo da práxis humana não pode fundar-se na concepção dos seres humanos como vazios, a quem o mundo deva encher de conteúdos. Uma educação libertadora não deve, tampouco, ser concebida de forma a tornar a ignorância como absoluta, impondo um estado de completa passividade diante daquele que tudo sabe, mas sim aos seres humanos como conscientes, cuja consciência é “intencionada ao mundo” (FREIRE, 2005, p. 77). A superação da dicotomia entre educador e educando, defendida por Freire, é exatamente a necessária superação desta imposição, de que determinados indivíduos não seriam capazes de saber e não teriam, portanto, a capacidade de serem autores da própria história. Limitação que, mais uma vez, se deve a configurações concretas da prática social atual, mas que não está dada de modo inexorável na existência humana.

Capítulo 5: Atividade Potencial e a Prática Educativa com conteúdo científico

O presente capítulo parte das discussões que iniciamos no capítulo anterior e as expande, de maneira a incluir agora, de maneira mais específica, o conhecimento científico. Buscamos problematizar, num primeiro momento, a concepção da “ciência como construção humana”, que insere-se num movimento de crítica às perspectivas positivistas de produção do conhecimento científico, mas que não avançam na problemática que nos interessa aqui. A partir disto, discutiremos as possibilidades de emancipação humana por meio conhecimento científico, considerando o caráter genérico da ciência e que permite ir além da imediatez da vida cotidiana. Por fim, nossas discussões centram-se especificamente na prática educativa na qual os conhecimentos científicos toma parte.

Ciência como construção humana

Nas últimas décadas tem havido esforços dos pesquisadores em Ensino de Ciências, manifestado em artigos, livros, materiais instrucionais, documentos oficiais etc., na tentativa de superar a concepção da atividade científica como neutra ou apartada dos meios concretos de sua produção, ou seja, esforços no sentido de caracterizar, como chamaremos aqui, a ciência como uma construção humana. Tais esforços estão presentes, por exemplo, nas perspectivas que tratam o ensino de ciências como um processo de enculturação, por meio do qual os alunos entram em contato com uma cultura particular (a científica) que possui práticas, linguagens e formas de ser que lhe são próprias, enfim, suas idiossincrasias (ver, por exemplo, Mortimer e Machado, 1996; Sasseron e Carvalho, 2011). Os esforços também podem ser explicitamente identificados nos autores que defendem a introdução de aspectos de história e filosofia da ciência no ensino, a fim de contribuir para uma imagem mais fiel acerca da produção científica (ver, por exemplo, Gil-Perez et al, 2001). Além disso, no movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), os mesmos esforços comparecem, ainda que por vias distintas, na caracterização da produção científica e da tecnologia e as funções sociais por elas desempenhadas.

Do ponto de vista que nos interessa aqui – de pensar o papel do ensino da ciência no processo de humanização e dos fundamentos ontológicos dos processos de conhecer/transformar/ser –, há duas tendências predominantes nas tentativas de

caracterização da ciência como construção humana que merecem maior atenção, ainda que tal atenção seja limitada considerando os limites deste trabalho.

A primeira tendência é aquela que, ao buscar superar as concepções empiristas, indutivistas e ateóricas, segundo as quais a ciência é vista como um projeto neutro de observação da realidade, procura mostrar de que maneira a produção do conhecimento científico é influenciada por fatores sociais. Dentro desta tendência estão, por exemplo, os trabalhos que inseridos na perspectiva de Robert Merton, considerado por muitos como o fundador da sociologia da ciência. De acordo com Merton (1970), é possível identificar um *ethos* da ciência, que é orientador das práticas do cientista na sua atividade. Por outro lado, a ciência é vista como uma instituição que influencia e é influenciada por outras instituições políticas e econômicas, mas que, apesar disso, é essencialmente autônoma em relação a estes fatores que lhe são externos. Essa autonomia seria, por suposto, aquilo que permite a ciência produzir conhecimento verdadeiro (SHINN; RAGOUET, 2008). Apple corrobora essa perspectiva institucional da ciência dizendo que:

Uma ciência não é ‘apenas’ um domínio de conhecimentos ou técnicas de descoberta e formulação de justificativas; é um grupo (ou melhor, grupos) de indivíduos, uma comunidade de estudiosos nos termos de Polanyi, que desenvolvem projetos no mundo. Como todas as comunidades, é regida por normas, valores e princípios que são publicamente vistos bem como secretamente sentidos. Ao ser composta de indivíduos e grupos de estudiosos, ela também teve uma história significativa tanto da luta intelectual quanto interpessoal (APPLE, 2002, p. 88).

A partir desta perspectiva cria-se um modelo segundo o qual a ciência é uma construção humana porque sobre ela podem haver influências sociais nas escolhas dos possíveis caminhos a serem tomados pelos cientistas na sua empreitada. Ou seja, há influências sociais no âmbito da agenda científica e dos problemas a serem tratados e a produção científica é a composição de múltiplos fatores, porém o cerne da produção do conhecimento ou os cânones da ciência continuam intocados e basicamente regidos pelos princípios de uma ciência positivista⁷⁶. Mesmo quando há uma tendência de

⁷⁶ Tomemos por exemplo, a concepção de ciência de um famoso cientista, Richard Feynman: “Se, em algum cataclisma, todo o conhecimento científico for destruído e só uma frase for passada para a próxima geração, qual seria a afirmação que conteria a maior quantidade de informação na menor quantidade de

explicitar a produção do conhecimento científico como uma resposta às problemáticas que se instauram na prática científica, tal explicitação não chega a tocar na gênese, no desenvolvimento destes problemas ou nos fundamentos ontológicos do processo de conhecer, os quais estão inseridos numa visão de mundo, que raramente tocada, impossibilita que a discussão chegue às possibilidades concretas do desenvolvimento humano nesse campo.

A segunda tendência a qual nos referimos é aquela que procura criticar as concepções positivistas e neutras da ciência caracterizando-a como um conjunto de acordos intersubjetivos, como negociações entre os membros da comunidade científica. Exemplo dessa tendência pode ser identificada em Morin:

Portanto, eis a minha ideia: a objetividade é o resultado de um processo crítico desenvolvido por uma comunidade/sociedade científica num jogo em que ela assume plenamente as regras. Ela é produzida por um consenso, porque qualquer um que reflita sobre a objetividade pode dizer: "O que nos faz ver que alguma coisa é objetiva?" Bom! Na verdade, é um consenso de pesquisadores. Temos confiança nesse consenso de pesquisadores e, como diz Popper, a objetividade dos enunciados científicos reside no fato de eles poderem ser intersubjetivamente submetidos a testes. (MORIN, 2005, p. 42).

Esta concepção acerca dos processos de produção do conhecimento compreende, em certa medida, a concepção pós-moderna. "Em certa medida" porque, como aponta Eagleton (1998, p. 7), "o pós-modernismo constitui um fenômeno tão híbrido, que qualquer afirmação sobre um aspecto dele quase com certeza não se aplicará a outro". Aqui, seremos cuidados ao evocar o conceito de "pós-moderno"⁷⁷.

palavras?" Eu acredito que seria a hipótese atômica (...) que todas as coisas são feitas de átomos – pequenas partículas que se movem em constante movimento, atraindo-se umas às outras quando separadas por pequenas distâncias, mas repelindo-se ao serem comprimidas umas sobre as outras. Nessa única frase, você verá, existe uma enorme quantidade de informação sobre o mundo" (Feynman, 2008, p. 1-2). Dentro desta concepção, a mesma ciência que temos hoje poderia ser reconstruída por outras culturas, uma vez que possui uma forma única e que está escrita unicamente na natureza, para além das relações com formas específicas de sociedades.

⁷⁷ Neste sentido, quando nos referirmos ao pós-modernismo, buscaremos explicitar o conjunto de ideias ou pressupostos aos quais estamos nos referindo, a fim de que a discussão se desenvolva em torno das concepções ao invés do seu pertencimento ou não ao referido movimento. Primeiro, porque isto nos introduziria um problema maior que é o da caracterização de um campo tão heterogêneo e multiforme por meio de categorias consistentes e de um levantamento bibliográfico muito maior. Apesar de termos introduzido a discussão sobre o pós-modernismo no primeiro capítulo, ela é insuficiente para expressar a riqueza de formulações que se apresentam como pós-modernas. Segundo, porque após a caracterização

Porém, em linhas gerais, para a discussão que aqui nos dedicamos acerca da ciência, a síntese de Eagleton (1998, p. 7) parece-nos oportuna:

Pós-modernidade é uma linha de pensamento que questiona as noções clássicas de verdade, razão, identidade e objetividade, a ideia de progresso ou emancipação universal, os sistemas únicos, as grandes narrativas ou os fundamentos definitivos de explicação. Contrariando essas normas do iluminismo, vê o mundo como contingente, gratuito, diverso, instável, imprevisível, um conjunto de culturas ou interpretações desunificadas gerando um certo grau de ceticismo em relação à objetividade da verdade, da história e das normas, em relação às idiossincrasias e a coerência de identidades.

É recorrente o discurso segundo o qual a humanidade encontra-se em um novo período histórico (ver por exemplo SANTOS⁷⁸), de que o projeto moderno e os paradigmas da modernidade estão colapsados⁷⁹, ou seja, que a promessa moderna de um conhecimento que permitiria um controle racional da natureza e da sociedade e as promessas acerca das possibilidades emancipadoras da razão ou não têm mais validade ou eram falsas desde a sua origem – dois grupos de pensadores segundo a caracterização de Santos (1997) –, dadas as catástrofes ambientais e os problemas sociais que hoje enfrentamos. Aqueles que defendem essa posição utilizam-se de exemplos nas artes, na arquitetura, na literatura, no mundo do trabalho, na economia e na própria ciência para sustentar-se nesta perspectiva.

do campo pós-moderno, teríamos que localizar as concepções que aqui estamos criticando dentro deste campo, mapeando aproximações ou distanciamento, de autores, como Kuhn, Morin, Feyerabend, o que exigiria um trabalho à parte. Isso não significa que um trabalho desta natureza não seja relevante. Pelo contrário, seria de fundamental importância a escrutinização do pensamento dos autores que acabamos de referir dada a grande influência que eles têm exercido sobre as reflexões acerca da educação em ciências.

⁷⁸ “A época em que vivemos deve ser considerada uma época de transição entre o paradigma da ciência moderna e um novo paradigma, de cuja emergência se vão acumulando os sinais, e a que, à falta de melhor designação, chamo ciência pós-moderna” (SANTOS, s/d, p. 9).

⁷⁹ Esta afirmação é duplamente problemática. Primeiro porque concebe a Modernidade como um bloco único, sem considerar a diversidade dentro deste bloco, o que incluiria colocar Marx, Hobbes, Rousseau, Hegel dentro de uma mesma categoria e os tratar da mesma forma. Segundo, porque não consegue captar uma cisão ocorrida na burguesia em 1848, quando uma parte dela passa a constituir o proletariado cujos interesses tornam-se bastante distintos dos da nova burguesia, que abandonara os ideais revolucionários e tornara-se conservadora.

Netto (2000), ao analisar a distinção em dois grupos feita por Santos (1997), aponta que para os pensadores para os quais os projetos da Modernidade eram falaciosos desde o princípio, a História chegou ao seu fim. Isto significa que, assim como para Fukuyama (1992), não há nenhuma outra alternativa para a sociedade contemporânea e, portanto, as possibilidades de transformação social radical não estão postas. Estes pensadores, nos termos de Santos, são integrantes do “pós-modernismo de celebração” (SANTOS, 1997, p. 35). Para aqueles aos quais o projeto moderno não era falacioso ou não estava comprometido desde a origem, a modernidade teve um âmbito de validade e sua proposta continua válida. Para eles (grupo no qual Santos se coloca), o que está colapsado são os meios modernos de implementação desde projeto. Trata-se, então, de encontrar outros meios que não os modernos para a implementação das promessas da modernidade (NETTO, 2000).

Porém, nos dois casos, a razão seria a principal responsável pela catástrofe que estamos vivendo no mundo contemporâneo. Existiria, então, segundo a crítica pós-moderna, uma tendência intrínseca, que não poderia ser eliminada, da razão como um atrofiador dos componentes emancipadores, isto é, a razão moderna desde sua origem conduziria inevitavelmente aos malefícios que hoje enfrentamos. O que resulta desta perspectiva é uma entificação da razão moderna, que passa a responder por todos os males da sociedade contemporânea (NETTO, 2000), visto que “o fundamento da ciência moderna no Ocidente (de tradição iluminista) é a racionalidade que, por sua vez, é amplamente definida como a principal característica da modernidade” (MAIA, 2013, p. 8). A entificação da razão, e o direcionamento dos esforços ao seu combate, conduz ao desaparecimento da “tessitura econômico-política e sociocultural, na qual não somente se inscreveu, mas da qual também se alimentou o projeto ilustrado⁸⁰” (NETTO, 2000), ou seja, a tessitura histórica quando da constituição do mundo burguês e a consolidação do capitalismo como modo de produção.

⁸⁰ Rouanet (1987) propõe uma distinção entre Iluminismo e Ilustração. Na sua abordagem, a Ilustração é o movimento que está situado no século XVIII, enquanto o Iluminismo consiste num projeto que é trans-histórico, ou seja, que perpassa diferentes períodos históricos e não situa-se somente na Modernidade. Netto (2000) está valendo-se desta distinção nas passagens que estamos discutindo.

Netto (2000) enfatiza que o projeto da Ilustração é a expressão da hegemonia cultural da burguesia no ciclo da revolução burguesa e, como toda produção humana, ela tem um traço de classe na qual constituiu-se, mas que ela não se limita aos interesses da burguesia, não encerra ali o seu potencial emancipador. Isso significa que a burguesia, no seu período revolucionário, foi capaz de extrair os elementos emancipadores produzidos pela humanidade nos períodos anteriores, desde a Grécia. Assim, o que ocorreu, como defende Netto (ibidem), não foi uma colonização da razão pela própria razão, mas a colonização da razão por um conjunto de interesses que fizeram que a razão instrumental (de controle da natureza) se transformasse em uma lógica de subordinação social. Assim, é somente sob esta perspectiva que seremos capazes de superar a equivocada entificação da razão e compreender o desenvolvimento da razão juntamente com o desenvolvimento da sociedade capitalista, uma vez que não são processos identitários (NETTO, 2000).

Nas análises acerca das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), conduzidas por pesquisadores em ensino de ciências, há uma tendência tanto nacional quanto internacional, como aponta Strieder (2012), de alguns trabalhos enfatizarem a Ciência, outros a Tecnologia e uma minoria a Sociedade. Além disso, a mesma autora ressalta que a articulação entre os três eixos raramente aparece de forma efetiva (ibidem, p. 51). É neste sentido que as análises sobre esta problemática tornam-se unilaterais e a partir delas são desenvolvidos modelos por meio dos quais a realidade é pensada como sendo composta por múltiplos fatores: o fator social, o fator econômico, o fator científico e tantos outros fatores que, nesta perspectiva, acabam por serem unidos de forma mecânica, simplesmente justapostos, não captando de maneira total a complexa problemática do desenvolvimento científico e humano, de maneira geral.

É precisamente neste sentido que no capítulo anterior introduzimos as categorias *Problema-em-si*, *Problema-para-si* e *Ontologia do ser mais*, de maneira a compreender a dimensão problemática na sua totalidade e na sua existência objetiva, não como invenções de uma subjetividade apartada do mundo concreto, expressando além de tudo uma lógica (dialética), por meio do qual a problemática pode tomar uma dimensão consciente na construção da história humana, na direção de um projeto humanizador. O que queremos ressaltar, por meio daquelas categorias, são as

conquistas das categorias do historicismo, da razão dialética e do humanismo, expressas em Marx, Freire, Vigotski e Leontiev, só para citar alguns dos autores centrais na nossa análise.

O ataque à categoria da totalidade e a demasiada ênfase nos processos locais, fluídos, efêmeros e na fragmentação da vida humana, sem que nenhuma perspectiva que transcenda os locais imediatos seja possível é uma contradição, visto que o desenvolvimento econômico assume uma perspectiva cada vez mais global, os problemas tomam dimensões que transcendem indivíduos isolados. Além disso, o ataque que é deferido à razão moderna não atinge somente ela, mas qualquer forma possível de razão, o que conduz a uma nova forma de irracionalismo e um imobilismo histórico:

[...] deve parecer óbvio que a principal tendência que perpassa todos esses princípios pós-modernos é a ênfase na natureza fragmentada do mundo e do conhecimento humano, e a impossibilidade de qualquer política emancipatória baseada em algum tipo de visão "totalizante". Mesmo uma política anticapitalista é demasiado "totalizante" ou "universalizante", uma vez que dificilmente se pode dizer que exista o capitalismo como sistema totalizante, num discurso pós-moderno, de tal modo que mesmo uma *crítica* do capitalismo está excluída. (WOOD, 1996, p. 124).

Morin, por exemplo, faz seu ataque a razão por meio da divisão disciplinar, que seria um produto da própria ciência moderna. Em “Ciência com Consciência” (MORIN, 2005) ele é capaz de captar com profundidade que “[o] desenvolvimento científico comporta um certo número de traços ‘negativos’ que são bem conhecidos, mas que, muitas vezes, só aparecem como inconvenientes secundários ou subprodutos menores” (p. 16). Ele critica a divisão disciplinar, que “não traz unicamente as vantagens da divisão do trabalho (isto é, a contribuição das partes especializadas para a coerência de um todo organizador), mas também os inconvenientes da superespecialização: enclausuramento ou fragmentação do saber” (p. 16). Ao assumir esta perspectiva, Morin insere-se no grupo, ainda que o busque criticar, daqueles que concebem a ciência como uma instituição apartada do conjunto da sociedade, ou como ele mesmo chama “estatuto social e histórico das ciências naturais” (p. 16). Ele toma a divisão disciplinar e a fragmentação como algo inerente à própria atividade científica e não como um processo

que emerge, ainda que por vias distintas, não de maneira identitária, no conjunto da sociedade. Assume ainda uma posição unilateral no que diz respeito a divisão do trabalho, concebendo-o somente pela sua suposta contribuição para a coerência do todo, não reconhecendo o caráter profundamente contraditório deste processo que, como já apontamos no segundo e quarto capítulos, ao passo que permite a emergência de uma consciência humana cada vez mais complexa permite, também, o surgimento de formas de trabalho cada vez mais alienadas, determinações que não estão contidas em uma outra forma específica de trabalho (seja o científico ou qualquer outra), mas decorrente do modo pelo qual a sociedade se reproduz⁸¹.

Estes dois caminhos que apresentamos, que buscam fazer uma crítica ao positivismo, nos parecem enganadores⁸². Ambos, sob o nosso ponto de vista, não conseguem captar as profundas relações entre o desenvolvimento científico e sua corresponde apropriação pelo modo de produção capitalista. Ou seja, ambos os caminhos pelos quais muitos autores contemporâneos procuram fazer sua crítica à ciência moderna passam pelo projeto de conceber a ciência como uma instância autônoma, ou seja, que a racionalidade moderna desenvolve-se e se encerra em si mesma, à margem dos movimentos concretos de desenvolvimento humano ao longos dos últimos séculos, notadamente a partir da revolução copernicana, quando a ciência apresenta-se como uma instância revolucionária, não a única, não isolada do conjunto da sociedade, no que diz respeito às transformações sociais.

⁸¹ Ao proceder desta maneira, obscurece-se pensamentos de caráter sistêmico já presentes em autores como Darwin, Marx, Engels, Piaget, Vigotski, etc, como se o pensamento sistêmico fosse algo que jamais existiu em outros autores, que não aqueles do paradigma da complexidade. Johnson (2004), por exemplo, consegue perceber a análise sistêmica e de cunho complexista feita por Engels acerca dos grandes centros industriais ingleses.

⁸² Segundo Cachapuz et al (2004, p. 369): “Em Ciência temos sempre, de algum modo, de nos confrontar com o real. Persiste assim uma grande confusão entre Ciência como mera construção sociocultural e Ciência como projeto social e culturalmente contextualizado (que é o que ela é). A diferença não é só de grau. É também epistêmica. No pólo oposto, isto é, no quadro do realismo ingênuo (que o Positivismo legitimou), não juramos de pés juntos que existem mesmo buracos negros ou o bóson de Higgs até ver. Esta banalização do conhecimento científico está implícita em versões radicais do construtivismo epistemológico e de que Glasersfeld (1993) é um conhecido exemplo, estabelecendo uma ruptura entre o epistêmico e o ontológico (ou até ignorando este). Tal ruptura é infeliz e não serve a Educação em Ciência”.

Do mesmo modo que conceber a tecnologia como mera aplicação da ciência protege a ciência de ser analisada na perspectiva de sua função social, a formulação de que a ciência é um acordo discursivo entre seus participantes, ao contrário de atacar o positivismo como concepção metodológica, protege a ciência de ser objeto de análise crítica na sua capacidade de produzir conhecimento sobre a realidade e, sobretudo, do seu papel no desenvolvimento humano, no seu potencial humanizador.

O segundo movimento, porém, é hegemônico. A proposição de uma nova ciência, baseada em critérios discursivos intersubjetivos (inserida no movimento de estudos culturais da ciência, de cunho pós-moderno, apesar deste último termo não comparecer explicitamente na maioria das vezes), é a expressão contemporânea, como aponta Coutinho (2010), da decadência do pensamento burguês, processo por meio do qual a burguesia revolucionária, após a sua ascensão como classe dominante, cinde-se (no pós-1848) e tornar-se conservadora e, portanto, nega os instrumentos pelos quais puderam superar o antigo regime.

A ascensão desta busca pela “nova ciência” pode ser compreendida sobretudo pela apropriação por parte dos pesquisadores em ensino de ciência de autores como Kuhn⁸³, Feyrabend, Morin sem que a devida crítica fosse feita. Foram aceitos simplesmente por se apresentarem contrários aos pressupostos positivistas da produção do conhecimento científico e, assim, tomados como uma real alternativa ao positivismo. O que estamos apontando é que fazer a crítica ao positivismo não nos coloca inevitavelmente no campo pós-moderno.

A problemática acerca da verdade dos conhecimentos pode ser (e tem sido ao longo da história) formulada de diversas maneiras, dependendo dos pressupostos filosóficos assumidos, explícita ou implicitamente: eliminando qualquer questão metafísica, eliminando qualquer presença do sujeito que investiga, buscando formulações mais sintéticas e elegantes etc. E é precisamente neste ponto que o materialismo dialético traz uma das suas mais fundamentais contribuições, no que tange a problemática da investigação científica e da problemática acerca da verdade: considerando o caráter sempre processual da realidade, nenhum conhecimento é

⁸³ No caso específico de Kuhn, esta é uma posição defendida por Matthews (2004).

eterno, imutável e isento de reformulações, de superações e negações. Aqui a verdade não pode ser formulada fora das condições históricas concretas: o conceito de verdade não pode existir fora da práxis humana e da problemática concreta que tal conhecimento busca superar. De maneira mais radical, dentro do ponto de vista que temos adotado, o conceito de verdade não pode ser formulado à margem da possibilidade concreta de emancipação do ser humano, da transformação social visando a superação das relações de opressão. O conhecimento, então, não é uma instância apartada das atividades humanas, que busca captar a realidade como fixa e imutável, de forma cada vez mais precisa ou com menor margem de erro, nem tampouco está isenta de ideologias, intencionalidades e valores, inerentes a todas às práticas humanas.

Isso não significa abster-se de duras críticas aos processos científicos, mas sim de colocar a problemática nos termos pelos quais é possível avançar na discussão da função social do conhecimento científico quando inserido num modo de produção capitalista sem que os vetores revolucionários da Modernidade – o humanismo, o historicismo e a razão dialética – sejam simplesmente abandonados.

Neste sentido, bem aponta Strieder (2012, p. 268) que:

merece destaque a carência de uma discussão atualizada de aspectos da função social da ciência no campo CTS - Ensino de Ciências. De certa forma, quando as preocupações CTS repercutiram para o campo da educação em ciências, aparentemente mantiveram um status mais ou menos inalterado ao longo das décadas seguintes, genericamente reconhecido como uma crítica a possíveis impactos negativos do desenvolvimento científico e tecnológico em relação à sociedade ou ao ambiente. No entanto, as discussões sobre as articulações e relações da ciência e tecnologia com o espaço social tem ganhado novos aprofundamentos, discussões essas pouco incorporadas. A nosso ver, e considerando a matriz que elaboramos, essa atualização perpassa por considerar, por exemplo, visões mais críticas sobre Racionalidade, Desenvolvimento e Participação. Da mesma forma, muitas vezes, as intenções educacionais presentes nos trabalhos, acabam seguindo discursos estabelecidos, a exemplo da Formação para a Cidadania, para a Tomada de Decisão, para a Participação Social, etc.; sem, contudo, esclarecer o real sentido desses propósitos. Isso possivelmente está associado à ausência de referências do campo da educação, causando um esvaziamento no discurso e nos propósitos das abordagens CTS.

Ciência e desenvolvimento humano

Traçado o caminho até aqui, no sentido de apontar as duas vertentes que colocam-se como alternativas ao positivismo e ao neopositivismo nas conceitualizações do trabalho científico e que exercem grande influência nas reflexões acerca da educação em ciências, resta-nos, então, a tarefa de problematizar a ciência a partir de seus fundamentos ontológicos, colocando na práxis humana (na unidade entre transformar o mundo, conhecer e vir-a-ser, como formulamos no capítulo anterior), fundante da realidade humana, o ponto de partida para uma análise das possibilidades concretas de emancipação humana por meio do conhecimento científico.

Ao defender o caráter ontológico da ciência, o que nos dedicaremos a explorar adiante, não estamos concebendo a produção científica como um reflexo mecânico da formação social na qual se insere. Tomemos o exemplo citado por Hobbbsbawn (2009), do caso específico da descoberta de Netuno, que se deu por um problema que emerge na Ciência e não por um conjunto de forças sociais que fizeram pressão direta para que tal descoberta ocorresse. Ou ainda, o exemplo de Kuhn (2003) acerca da invenção da garrafa de Leyden, que tem sua origem no interior de um grupo para os quais a eletricidade era um fluído e, portanto, poderia ser aprisionada. É claro que ambos os exemplos, apesar de expressarem problemáticas próprias da comunidade científica, não acontecem no vazio. Ao emergirem em um determinado momento histórico, expressam em maior ou menor grau o estágio do desenvolvimento científico de uma parcela da sociedade, porém a dinâmica do desenvolvimento científico e do desenvolvimento social não podem ser reduzidas uma a outra.

Tomar a práxis como fundante da realidade humana e, conseqüentemente, do complexo social que origina a Ciência nos traz, antes de mais nada, a tarefa de olhar esta problemática sob uma perspectiva histórica, ou nos termos de Goldman (1967), geneticamente, à maneira como fizemos no capítulo anterior, quando tratamos das questões ontológicas. Apontamos ali, apoiados em Leontiev, Lessa e, conseqüentemente, em Lukács, que desde a emergência do trabalho, do ser social e da linguagem humana, o conhecimento⁸⁴ acerca da realidade já estava presente no modo

⁸⁴ Toda práxis está diretamente orientada para a consecução de uma finalidade concreta determinada. Para tanto, deve ser conhecida a verdadeira constituição dos objetos que servem de meio para tal posição de finalidade, pertencendo à dita constituição também as relações, as possíveis conseqüências etc. Por

por meio do qual a humanidade passou a reproduzir-se, generalizando a experiência cotidiana e criando a possibilidade de que os meios humanos de ação/transformação da realidade (e transformação da própria individualidade humana) fossem acumulados e transmitidos ao longo das gerações, tornando-se cada vez mais complexos. Com a emergência do trabalho, os seres humanos são confrontados com a dimensão objetiva da realidade sobre a qual os seus atos teleológicos são dirigidos. A fim de que estes atos, projetos idealizados na consciência, fossem efetivados, torna-se fundamental algum conhecimento sobre a objetividade da realidade⁸⁵, conhecimento que a cada novo ato de trabalho é continuamente confrontado, testado e generalizado. Assim, a práxis, como aponta Lessa, “dá origem a uma série de complexos sociais que têm a função social de sistematizar os conhecimentos adquiridos em uma concepção de mundo que termine por fornecer, no limite, uma razão para a existência humana (LESSA, 2001, p. 97.).

A ciência, a religião, as artes, a filosofia etc. têm assim suas origens nestes complexos sociais que emergem a partir das generalizações da prática cotidiana da humanidade no seu constante enfrentamento com a realidade. “O desenvolvimento da sociabilidade possibilitou e exigiu que a ciência se desenvolvesse em um complexo social específico, altamente especializado e sofisticado, e que apenas mediadamente se relaciona à transformação da natureza [...]” (LESSA, 2012, p. 24). A relativa autonomia que cada forma de atividade ganha é um fenômeno posterior, que vem com as formas mais complexas de transformação da realidade pelos seres humanos e acumulações cada vez mais complexas de objetivações. Kuhn (2003) bem aponta que no início nenhuma ciência podia ser interpretada a partir de um corpo implícito de crenças, metodologias e teorias bem definidas.

O trabalho, apesar de ser orientado para um ato singular, é impelido a todo momento a transcender esta singularidade. A necessidade de desenvolver conhecimento verdadeiro acerca da realidade, a fim que a transformação possa ocorrer,

isso a práxis está inseparavelmente ligada ao conhecimento; por isso o trabalho é, conforme procuraremos mostrar no capítulo acima indicado, a fonte originária, o modelo geral, também da atividade teórica humana. (LUKÁCS, 2012, p. 40)

⁸⁵ Mais adiante voltaremos a esse ponto, de maneira a esclarecer o significado que estamos atribuindo a fim de superar qualquer interpretação dualista ou mesmo mecanicista acerca da realidade objetiva.

faz com o que os conhecimentos produzidos não estejam limitados somente à uma situação particular, mas que tenham validade para uma classe maior de situações. Esse processo é o que Lukács (2012), utilizando-se da terminologia de Hartman, chama de *intentio recta*, por meio do qual, na prática cotidiana da humanidade, se impõe a necessidade de conhecimentos verdadeiros para a efetivação do trabalho.

Atentemo-nos, porém, a desenvolver aquilo que anteriormente chamamos de conhecimento sobre a objetividade da realidade, aquele conhecimento que é indispensável para a efetivação daquela teleologia que orienta o processo de trabalho humano. Imagine que o marceneiro, do nosso exemplo do capítulo anterior, quisesse agora transformar um pedaço de madeira em um bloco de ouro, quais seriam as possibilidades para que isso ocorresse? Ele teria sucesso nesta empreitada? Resposta a esta pergunta não pode ser dada de maneira simplista. É claro que a Física, Química ou as Engenharias, no seu estágio atual de desenvolvimento, não conhecem nenhum processo por meio do qual esta transformação seja possível, mas esta afirmação não pode ser tomada de forma unilateral, atribuindo as limitações desta transformação a uma possível “natureza em-si”, fixa na sua existência. Se na Antiguidade algum indivíduo fosse questionado sobre a possibilidade dos seres humanos voarem, a resposta poderia ser negativa, atribuindo a impossibilidade deste feito às condições biológicas dos seres humanos – não possuírem asas como os pássaros, por exemplo. A história nos mostra, porém, que o desenvolvimento das atividades humanas, do estabelecimento de novas relações com a totalidade do mundo, o voo humano passa a ser possível.

O que queremos com estes exemplos é superar a concepção das coisas como objetos isolados, dotados de propriedades intrínsecas, rumo a uma concepção das coisas como processos. O que seriam os átomos senão a totalidade das relações que são estabelecidas em torno deles (e sintetizadas por meio deles) e o conhecimento sobre átomos senão as apropriações do conjunto das determinações concretas que os constituem como tal e das possibilidades de operar com eles na transformação da realidade? Cada vez que o átomo (como uma totalidade de relações) é “utilizado”, que alguma transformação do mundo é operada por meio dele, ele é posto à prova na sua relação com a totalidade do existente e, portanto, transforma-se, evolui, assim como o modo dos seres humanos com ele operar também se transforma ao longo da história –

desde o átomo de Demócrito, por exemplo, às complexas experimentações realizadas pelo LHC⁸⁶. Assim, a possibilidade de transformar madeira em ouro não está simplesmente em conhecer o suposto conjunto de mecanismos isolados, mas o papel que possuem dentro das relações dos processos de transformação operados pelos humanos, no interior das diversas forças produtivas situadas historicamente. Ou seja, não é possível afirmar que jamais madeira poderá ser transformada em ouro, mas que no atual desenvolvimento histórico da ciência, tecnologia e indústria esse processo não é possível de ser realizado, ou seja, estas são as determinações concretas que constituem as coisas no interior da totalidade. Assim, o marceneiro, tendo este conhecimento da objetividade (da totalidade das relações) do processo que deseja realizar, saberá que seu ato de transformação não será possível dadas as condições de transformação hoje operadas pela humanidade, mas que isto não é dado para todo o sempre de maneira imutável⁸⁷.

Porém, é também verdade que esses conhecimentos necessários para a efetivação do trabalho não vêm de forma isolada. Eles vêm associados a outros conhecimentos, concepções místicas, visões de mundo, que fazem que no processo de efetivação do trabalho, além dos conhecimentos necessários para a efetivação de um ato concreto de trabalho, sejam generalizados com ele um conjunto de outros conhecimentos acerca da realidade. E estes podem vir a constituir-se como imagens místicas acerca do mundo, visões religiosas e, sobretudo, uma concepção antromorfizadora da realidade, segundo a qual o mundo passa a ganhar qualidades humanas.

Este é o processo que Lukács (2012) (citando Hartmann), denomina *intentio obliqua*. Portanto, torna-se fundamental ressaltar que não há uma relação mecânica ou

⁸⁶ Kuhn (2003) traz um exemplo interessante, acerca da “descoberta” do oxigênio, que passa a existir de diferentes maneiras em diferentes contextos, de maneira que não se pode falar de um único oxigênio ou caracterizar a sua descoberta a partir de um único evento. Daí a necessidade de compreender oxigênio como processo e não como um coisa-em-si estática e imutável.

⁸⁷ É claro que o feito do nosso exemplo, da transformação de madeira em ouro, pode não vir nunca a ocorrer, o que não invalida o argumento que desenvolvemos aqui. Uma infinidade de outros exemplos poderia ser utilizada: desde o já citado exemplo da possibilidade dos seres humanos voarem até a produção de energia por meio da fissão nuclear, passando por uma série de possibilidades de transformações operadas na vida cotidiana da humanidade.

unívoca entre desenvolvimento científico e a transformação das concepções de mundo ou ampliação da consciência humana rumo a ontologias menos místicas ou fictícias. Lukács aponta que “em culturas como a indiana, por exemplo, foi possível um desdobramento relativamente elevado da matemática, sem que esta pudesse exercer nenhuma influência sobre os limites da concepção de mundo, traçados exclusivamente pela teologia” (LUKÁCS, 2012, p. 24).

Ele destaca ainda que no início do desenvolvimento das ciências, as generalizações foram obrigadas a adaptar-se a concepções de mundo mágicas e religiosas de cada momento histórico: “operações matemáticas relativamente bastante desenvolvidas e observações astronômicas relativamente precisas foram postas a serviço da astrologia” (LUKÁCS, 2013, p. 109). Também os desenvolvimentos científicos dos períodos anteriores ao de Galileu e Copérnico foram incorporados facilmente pela ontologia religiosa vigente, considerando a doutrina da dupla verdade, cujos fundamentos permitia a existência de uma verdade de razão, que se poderia extrair das obras de Aristóteles, o filósofo por excelência, e de uma verdade de fé. Porém, além disso, ambas poderiam se opor (ABBAGNANO, 2007). A teoria da dupla verdade que emerge no período de Galileu é geralmente atribuída ao cardeal Belarmino, e é representada por Brecht (1991, p. 111)⁸⁸: “Vamos marchar com os tempos, Barberini. Se os mapas celestes, que dependem de uma hipótese nova, facilitam a vida de nossos navegantes, eles que usem os mapas. O que nos desagrada são doutrinas que tomam errada a Escritura”. Para Lukács, essa necessária conformação das generalizações aos princípios religioso/místicos gera um dualismo entre a racionalidade do trabalho e a aplicação dos conhecimentos a fim de conhecer o mundo, que só entraria em crise profunda nos tempos de Copérnico, Kepler e Galileu.

É neste sentido que Feyerabend defende que:

A teoria copernicana e outros elementos essenciais da ciência moderna puderam sobreviver tão-somente porque, no passado, a razão foi frequentemente posta de lado. (FEYERABEND, 1977, p. 229).

⁸⁸ Que já utilizamos no primeiro capítulo com o propósito de explicitar o caráter instrumental da ciência moderna no contexto das revoluções burguesas.

Sob o nosso ponto de vista, quando Feyerabend aponta que os cientistas foram obrigados a abandonar a razão, isto se refere ao abandono dos métodos que são tipicamente associados ao trabalho dos cientistas e não ao abandono de qualquer razão⁸⁹ ou de qualquer recurso intelectual fundamental para a investigação científica. Feyerabend (2011) já bem demonstrou que durante o processo cognitivo os cientistas lançam mão de uma gama quase infinita de recursos metodológicos, como concepções místicas, ideias oriundas de outras áreas do conhecimento.

A necessidade de adaptar-se não acontece somente na relação da ciência com as visões de mundo mais amplas, mas também dentro da própria ciência, como bem aponta Kuhn (2003), por meio do conceito de paradigma. O paradigma, segundo ele, é capaz de restringir a visão dos cientistas, que devem buscar fazer com que a natureza e os problemas que enfrentam sejam encaixados dentro de um conjunto pré-estabelecido de regras e teorias, mas que esta limitação é uma condição necessária para o seu desenvolvimento.

Dimensão genérica da Ciência

De que maneira, então, a ciência, mesmo desenvolvendo-se com relativa autonomia da prática social ou muitas vezes subordinando-se a visões de mundo fantasiosas pode ajudar a romper com tais visões nas quais se insere? Como foi possível a ciência desempenhar um papel tão importante na transformação da concepção medieval de mundo a partir da revolução Copérnico-Galileana ou contribuir para abalar as estruturas do espaço-tempo no começo do século XX?

É evidente que a Ciência, como toda objetivação humana, é situada e profundamente datada (BERNAL, 1965). Como complexo social, carrega consigo as marcas do grupo no qual emerge e quais visões de mundo e projetos de sociedade ajuda a sustentar, ainda que o faça de maneira implícita. É uma síntese de determinados meios de transformação e apropriação da realidade que emergem num dado momento

⁸⁹ Não estamos também tomando aqui “razão” de forma abstrata e ahistórica ou nos referindo a possibilidade de uma única razão. Estamos, porém, nos referimos à possibilidade concreta de que a realidade seja apreendida e transformada de maneira consciente pela humanidade, que é uma conquista do período moderno e apropriada por Marx, Vigotski, Freire, autores nos quais estamos nos apoiando para as nossas reflexões.

histórico. Daí a concepção de ciência manifestada por Bernal: “A caracterização daquilo que é ciência não pode ser feito sem a profunda caracterização do momento histórico e das relações sociais nas quais se quer caracterizar ciência” (BERNAL, 1965, p. 31 – tradução nossa).

Ao discutir o caráter ontológico da Ciência, procuramos mostrar que ela tem sua origem (seu fundamento) na práxis humana, e que, justamente, por estar fundada no trabalho, remete, necessariamente, para além dos atos singulares de transformação da realidade, alcançando dimensões genéricas. Ou seja, o conjunto dos atos singulares de transformação passa a existir como uma síntese capaz de expressar a totalidade das transformações operadas na realidade postas continuamente à prova pela práxis humana.

Em momentos específicos, a Ciência alcança dimensões tão genéricas que coloca em questão as estruturas da ordem vigente e os pressupostos sobre os quais a transformação da realidade pelo conjunto dos humanos é concebida – atinge questões de natureza ontológica: modelo heliocêntrico, a introdução de um princípio histórico no desenvolvimento dos seres vivos, no desenvolvimento da Terra e também no desenvolvimento do Universo, a natureza do espaço-tempo. E à medida que as novas visões científicas estão em ressonância com as transformações que passam na totalidade da sociedade, uma revolução nas visões de mundo toma lugar. A Igreja, por exemplo, conseguiu fazer com que Galileu se retratasse acerca das suas ideias, “mas não pôde deter a marcha triunfal da ontologia terrenalmente orientada, cientificamente fundada; essa ontologia minou totalmente, de modo irrecuperável, a ontologia bíblico-cristã” (LUKÁCS, 2012, p. 125). Não significa, no entanto, que Galileu por si só conseguiu minar a antiga Ontologia. Ao contrário, Galileu é a síntese das ideias científicas revolucionárias do seu momento histórico e ele consegue expressar, no plano científico, nas objetivações científicas, o movimento de transição pelo qual a humanidade estava passando. Movimento que também é expresso por outros indivíduos por meio de outras objetivações: arte, filosofia, música etc. Isto não significa que o papel de Galileu é simplesmente passivo neste processo, como se fosse um indivíduo puramente determinado pelas relações sociais nas quais estava imerso e que uma revolução científica de tal ordem pudesse ocorrer sem que tal síntese fosse por ele operada.

Galileu é, por outro lado, um indivíduo humanamente rico. Koyré (1982) bem observa que:

o telescópio de Galileu não é um simples aperfeiçoamento da luneta 'batava', é construído a partir de uma teoria ótica, e é construído com uma determinada finalidade científica, a saber, revelar a nossos olhos coisas que são invisíveis a olho nu. (ibidem, p. 55).

Assim, a riqueza intelectual de Galileu desempenha um papel fundamental nos meios pelos quais a sua investigação científica é conduzida. Galileu, à medida que é síntese das relações sociais mais elevadas do seu tempo, somente o é por apropriar-se das objetivações como a matemática, filosofia, arte, fazendo com que se constitua de um “cientista” intelectivamente rico.

Recolocando a problemática da relação entre desenvolvimento humano e desenvolvimento científico

Até aqui buscamos explorar (não esgotar) algumas reflexões acerca da natureza ontológica da ciência e possibilidades dela (a Ciência), por meio das suas objetivações e modos de transformação da realidade, contribuir para as alterações significativas nas visões de mundo em determinados momentos históricos. Entendemos ser necessário a partir de agora recolocar a problemática acerca das relações entre desenvolvimento científico e desenvolvimento humano, de maneira a trazer contribuições para pensar o papel da ciência escolar a fim de evitar interpretações unilaterais acerca desta relação: ou a Ciência como pura atividade do espírito humano ou uma atividade à serviço, única e exclusivamente, do sistema econômico no qual está inserida ou como uma justaposição mecânica com diferentes graus destes dois extremos.

Considerando o conjunto das discussões que travamos até aqui e os elementos analíticos que conseguimos sintetizar, a nossa análise, neste momento, tomará um caráter de agenda de problemas a serem enfrentados por nós, que nos interessamos pelas reflexões acerca da prática educativa com conteúdo científico e a sua possível transformação.

Tal agenda estará centrada em três pontos, não tomados de forma isolada, mas profundamente conectados: as necessárias (e possíveis) superação do modelo de

Ciência neutra e do determinismo tecnológico, socialização dos meios de produção científicos e mediação concreta entre a sociedade e a ciência.

Referimo-nos há pouco sobre a recolocação do problema da relação entre os desenvolvimentos humano e científico. Trata-se de uma “recolocação” à medida que esta problemática e os pontos da agenda de ações aqui sintetizados não estão sendo colocados pela primeira vez. Aqui, o que difere de outras colocações é, no entanto, o lugar no quadro analítico adotado e a ênfase necessária que estes elementos recebem, que é explicitada, sob o nosso ponto de vista, pela afirmação de Mészáros:

O que é de importância central desde o princípio e assim permanece até os nossos dias – de fato, em suas funções ideológicas vitais, torna-se até mesmo mais importante, como mostra a difusão da ideologia ‘científica’ da ‘engenharia social gradativa’ – é a expectativa de solucionar os problemas da humanidade exclusivamente por meio do avanço da ciência e da tecnologia produtiva. Ou seja, uma expectativa de resolver os problemas indicados sem a necessidade de uma intervenção substancial no plano da própria estrutura social contestada de forma antagônica (MÉSZÁROS, 2009, p. 20).

A necessidade de superar o “mito da ciência neutra” e o “mito do determinismo tecnológico” (AULER, 2002), como já havíamos apontado, é um projeto tanto dos filósofos da ciência quanto dos pesquisadores do campo da educação em ciências, sobretudo dos estudos CTS, porém, como nos mostra Strieder (2012), as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade são apresentadas com diferentes ênfases, ora na Ciência, ora na Tecnologia e de maneira sofrível na Sociedade e, sobretudo, numa abordagem unitária acerca dos três elementos. O que Mészáros traz de forma radical é a necessidade de que as críticas aos modelos de Ciência neutra e do determinismo tecnológico sejam postas juntamente com a crítica aos modos pelos quais a sociedade se reproduz e ao lugar concreto que a Ciência assume na constelação de produções humanas e ao modo pelo qual entra na totalidade das relações humanas. Ou seja, a crítica da Ciência não deve vir desacompanhada de uma crítica ao Capitalismo enquanto sistema que se apropria da Ciência como instrumento de sua própria reprodução.

Uma importante contribuição para a superação da concepção da Ciência neutra é feita por Lukács (2012), quando trata a ideologia de forma essencialmente diferente da abordagem de outros marxistas (COSTA, 2006). Ao invés de concebê-la como “falsa

consciência”, como uma instancia falsificadora da realidade, ele a trata como desempenhando uma função social na resolução de conflitos da vida cotidiana da humanidade. Ao assim proceder, Lukács é capaz de superar a dualidade entre falsa consciência e Ciência, retirando, assim, desta última a (falsa) responsabilidade de eliminar a primeira (e conseqüentemente as ideologias) e desempenhar o papel de intervir nas questões éticas. Considerando o trabalho como fundamento de ambas, Ciência e Tecnologia, a discussão desloca-se para a função social que desempenham na sociedade de classes e não no suposto fundamento universal da ciência de se opor a qualquer forma de falsificação da realidade.

Além disso, nunca é demais lembrar que a história tem mostrado muitos exemplos nos quais uma “falsa” teoria científica, ou uma teoria que num período histórico posterior foi superada pela própria comunidade científica, é capaz de trazer resultados importantes: o sistema ptolomaico e a possibilidade das navegações, o modelo atômico de Bohr e o espectro de radiação, o espaço e o tempo fixos de Newton e a mecânica.

Colocar a ciência nos seus fundamentos ontológicos nos permite deslocarmos para além da discussão entre ciência e pseudociência ou ciência e ideologia em direção aos papéis desempenhados por cada forma de objetivação na reprodução da sociedade tendo como pano de fundo a necessidade uma radical mudança na estrutura da sociedade.

O lugar que a Ciência, ou qualquer forma relativamente autônoma de atividade humana, ocupa na totalidade da sociedade assume formas bastante diferenciadas em diferentes momentos, postas pelos problemas histórico-sociais concretos de cada época. Neste sentido, uma forma específica de objetivação não contém em-si a capacidade de desempenhar um papel humanizador ou desumanizador, isso somente se dá pelas relações que estabelece com a cadeia de relações estabelecidas historicamente, sua função social. Tomemos, por exemplo, a teoria de Darwin, que em um momento histórico serviu para introduzir na natureza um princípio historicizador, ampliando as possibilidades de compreensão da realidade pelos seres humanos, enquanto esta mesma teoria, em outro momento histórico, foi utilizada para justificar

concepções fascistas de sociedade. Isso explicita, em grande medida, a impossibilidade de conceber uma objetivação humana apartada da totalidade concreta na qual se efetiva como transformadora da realidade.

É, então, no interior deste processo contraditório que a análise das relações entre Ciência e desenvolvimento humano deve ser posta. As possibilidades reais de emancipação por meio da Ciência, como já indicamos, estão associadas à sua capacidade de transcender as questões puramente pragmáticas, imediatas, e lançar-se rumo a questões de natureza ontológica, colocando de forma problemática a estrutura da realidade. Porém, justamente por ser um processo contraditório, à medida que emergem possibilidades de emancipação, a negação dessa potencialidade emancipadora é também uma possibilidade, sobretudo quando a Ciência é apropriada por um grupo social cujo interesse é a manutenção do *status quo* ou das relações de opressão. Assim, uma tarefa histórica que nos é posta é a da socialização da Ciência, tomada aqui na sua totalidade e não somente dos seus produtos e resultados na forma de conhecimentos cristalizados, mas também dos processos por meio dos quais a Ciência é produzida, o que implica o necessário posicionamento político diante da agenda científica de maneira a expressar os interesses concretos de uma sociedade em vias de emancipação.

Esta perspectiva é capaz de tornar explícito o caráter político não somente da atividade educacional, mas também da atividade de pesquisa (em ensino de Ciências, neste caso em particular), que, neste momento histórico, tem a possibilidade de assumir o papel de mediadora entre a sociedade e a atividade científica institucionalizada. Possibilidade que se realiza à medida que assume, inclusive e efetivamente, o seu papel de criticar os processos de produção científica e de ser portadora dos anseios emancipadores da sociedade, superando a posição unilateral de simples transmissora/tradutora/reprodutora de conhecimentos produzidos numa esfera outra, distinta da vida cotidiana.

Contribuições para pensar a prática educativa

O rio que fazia uma volta
atrás da nossa casa
era a imagem de um vidro mole...
Passou um homem e disse:
Essa volta que o rio faz...
se chama enseada...
Não era mais a imagem de uma cobra de vidro
que fazia uma volta atrás da casa.
Era uma enseada.
Acho que o nome empobreceu a imagem.
(Manoel de Barros)

Percorrido o caminho até aqui, avançaremos nas discussões acerca da prática educacional e o nosso objetivo é o de contribuir para a reflexão em torno das categorias que sintetizamos já no primeiro capítulo: sujeito, o conteúdo, o método e o objetivo da atividade educacional. Procuramos compreendê-los de forma unitária e, assim, analisar o papel desempenhado pela educação em ciências no desenvolvimento humano.

A problemática da relação entre ensino-aprendizagem e desenvolvimento é colocada de diversas maneiras, mesmo que implícita na maioria das vezes, nas reflexões dos professores e pesquisadores da educação em ciências. Tal problemática se faz presente, por exemplo, quando se discute os estágios de desenvolvimento cognitivo numa perspectiva piagetiana, que influenciou e ainda influencia a organização curricular sugerindo que disciplinas como a física sejam introduzidas somente nos anos finais da escola básica, quando supostamente determinadas funções mentais alcançam seu patamar natural de desenvolvimento. Temos aqui, explicitamente, a concepção de que o desenvolvimento e o processo de ensino-aprendizagem seguem caminhos independentes na história do indivíduo particular. Neste sentido, para ser adequado, o ensino-aprendizagem deve vir somente após certos estágios de desenvolvimento para que certos conteúdos possam ser assimilados pelos estudantes⁹⁰.

⁹⁰ Como escrevem Rosa e Rosa (2007, p. 21): “[...] a Física passou a integrar os currículos na etapa final do ensino fundamental, pois na perspectiva de vários pesquisadores apoiados nos trabalhos de Piaget, antes seria difícil que o aluno estivesse em condições de construir e elaborar os conceitos relacionados à Física. Fortemente imbuídas desse pensamento piagetiano, Kamii e Devries (1985), apontam a inviabilidade de ensinar conceitos científicos de Física na etapa inicial de escolarização, pois a criança nessa idade, não estaria em condição de compreender tais conhecimentos, pelo menos não da mesma maneira que o adulto, cujo pensamento formal já estaria desenvolvido”.

A problemática do desenvolvimento humano está presente também, ainda que de forma distinta e assumindo outras facetas, nas abordagens que enfatizam o papel desempenhado pelo conhecimento científico no desenvolvimento cognitivo dos alunos, que é, em grande medida, o discurso mais difundido hoje no que diz respeito à justificativa do ensino-aprendizagem tanto do conhecimento estabilizado historicamente quanto dos métodos utilizados pelos cientistas, que teriam a possibilidade de serem transferidos para outros contextos da vida dos estudantes, concepções presentes, sobretudo, nas abordagens de ensino por investigação⁹¹. Em muitos casos assume-se a concepção positivista de método científico, abstrato e universal, transcendendo, sobretudo o conhecimento por eles produzidos e passíveis de serem aplicados a qualquer situação, como se vê em Maia e Justi (2008, p. 434):

O aprendizado sobre os processos de investigação em ciências requer o desenvolvimento dessas habilidades [...]: seleção e controle de variáveis, formulação de hipóteses, planejamento de procedimentos, interpretação de padrões de evidência, observação e comunicação dos resultados. O aprendizado destas habilidades é defendido pelos documentos e estudos citados anteriormente, por serem 'habilidades transferíveis', que são 'necessárias para a preparação dos jovens para o século XXI' [...]. Isto se justifica pela crença de que, apesar de o conhecimento científico ser provisório, as habilidades e os processos científicos não o são [...].

E por fim, mas não de maneira a esgotar as discussões acerca da relação entre ensino-aprendizagem e desenvolvimento humano, tal problemática também se faz presente quando a função social do conhecimento científico é explicitada:

Possivelmente potencializada pelos recentes avanços da Ciência-Tecnologia (CT), particularmente no campo da clonagem-engenharia genética, ganha vigor a ideia da Alfabetização Científico-Tecnológica (ACT). Parte-se da premissa de que a sociedade seja analfabeta científica e tecnologicamente e que, numa dinâmica social crescentemente vinculada aos avanços científico-tecnológicos, a democratização desses conhecimentos é considerada fundamental. (Auler; Delizoicov, 2001, p. 2).

⁹¹ Por exemplo: "A perspectiva do ensino com base na investigação possibilita o aprimoramento do raciocínio e das habilidades cognitivas dos alunos, e também a cooperação entre eles, além de possibilitar que compreendam a natureza do trabalho científico" (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 68).

Ou seja, é por meio da apropriação do conhecimento científico que a participação da vida coletiva é possível numa sociedade permeada por questões nas quais a ciência e tecnologia desempenham um papel central.

Nossa contribuição acerca da problemática da relação entre ensino-aprendizagem de ciências e o desenvolvimento humano seria aquela de, partindo das formulações que fizemos até aqui (da perspectiva histórica e concreta dos projetos freireano e vigotskiano), buscar compreender que o desenvolvimento das funções cognitivas e da participação social, política e da transformação da realidade não são dimensões apartadas umas das outras, mas faces de um mesmo processo de desenvolvimento humano. Dentro desta perspectiva, nosso enfrentamento com a problemática educacional nos coloca o desafio de explicitar o projeto que é possível sintetizar a partir das análises concretas, para além das determinações que tornaram a educação em ciências e a pesquisa em educação em ciências o que são hoje. Ou seja, explicitar os caminhos que nos são abertos, necessários e possíveis, decorrentes do tratamento historicizado da natureza humana, da própria ciência e do lugar que a atividade educacional passa a ocupar dentro da práxis humana⁹².

Assim, as linhas que seguem apresentam as consequências que extrairemos dos pressupostos apresentados/desenvolvidos/analizados até aqui e que visam, portanto, trazer contribuições para pensar sobre a prática educativa, sobretudo aquela com conteúdo científico.

⁹² No que diz respeito, então, aos processos educacionais, Vigotski esteve sempre este convicto das íntimas relações entre ensino-aprendizagem e desenvolvimento e, neste sentido, a qualidade do processo de ensino-aprendizagem é crucial em termos daquilo que produz no desenvolvimento de cada indivíduo e também na coletividade. Apesar disto, ele não chega a desenvolver extensivamente investigações dentro dos espaços formais de educação, o que coube a outros autores esse posterior desenvolvimento, que passa, sobretudo por uma análise dos pressupostos vigotskianos, no sentido de serem inseridos na problemática concreta de investigação e não os tomando como dogmas a serem seguidos. Em Galperin, por exemplo, as relações entre instrução e desenvolvimento estão bastante bem sistematizadas (ARIEVITCH; STETSENKO, 2000, p. 72). Algo bastante semelhante acontece com Freire. Dada a especificidade da realidade com a qual opera, não chega a desenvolver reflexões que possam ser diretamente transferidas para a sala de aula da educação formal e nem para a Educação em Ciências, o que implica em mediações como as desenvolvidas por Delizoicov (1991) e que vêm sendo continuamente repensadas e implementadas em diferentes contextos de sala de aula (ver, por exemplo, Muenchen e Delizoicov, 2010).

Individualidade como processo-projeto

Terminamos o quarto capítulo explicitando as possibilidades dos indivíduos tomarem sua própria história como projeto. É a partir deste ponto que iniciaremos nossa discussão, resgatando o lugar que a individualidade humana ocupa dentro da perspectiva histórica e concreta: como processo, que, como tal, pode tornar-se projeto, ou seja, ser construída de maneira consciente.

Buscamos evidenciar que, ao longo da história, desde a emergência do trabalho, as formas humanas de se relacionar com o mundo tornam-se cada vez mais complexas, ao passo que permitem formas de individualidade também cada vez mais complexas. Tomando as variações entre indivíduos, cada vez mais ricas, que a história vai proporcionando, abrem-se possibilidades de pensar indivíduo e sociedade como dois processos distintos, independentes. Essa perspectiva nega a ideia de que ambos fazem parte de um mesmo processo – o desenvolvimento do gênero humano como totalidade. Quando considerada essa última perspectiva, como bem aponta Lukács (2012, p. 346-347), tais processos interconectados emergem das práticas humanas:

o ser humano, na medida em que é ser humano e não somente um ser vivo puramente biológico, fato que jamais acontece na realidade, não pode ser, em última análise, separado de sua totalidade social concreta, do mesmo modo como, ainda que a partir de outras bases ontológicas e portanto de modo diverso, o órgão não pode ser destacado da totalidade biológica. A diversidade reside no fato de que a existência do órgão é indissolúvelmente ligada ao organismo do qual é parte enquanto esse nexu indissolúvel entre indivíduo e sociedade - e tanto mais quanto mais desenvolvida for a socialidade - refere-se somente à sociedade em geral e possibilita amplas variações em cada caso concreto.

Assim, nesta perspectiva, a individualidade humana constitui-se de um complexo social, no interior de uma realidade que é um complexo de complexos, em constante movimento, numa processualidade sem fim. Ou seja, a individualidade humana, ou mais precisamente aquilo que o indivíduo é, na sua essência, não está armazenado em algum lugar dentro do corpo biológico, não está no seu cérebro, não é um atributo imutável de uma suposta essência também imutável, mas é, antes de tudo, o conjunto das

relações que estabelece com o mundo⁹³, o conjunto de transformações que opera na realidade e em si mesmo, contribuindo para a constituição do mundo e de uma forma única de individualidade, que diferencia-se de qualquer outra, que se posiciona no mundo de uma maneira completamente distinta de qualquer outra.

O indivíduo, então, sendo constituído de maneira única, em cada nova transformação que opera na realidade, o faz também de uma posição também única, mediado por aquilo que sua individualidade é (está sendo) neste momento – pela síntese da totalidade das transformações operadas e que agora o constitui. Em outros termos, em todas as novas atividades na qual este indivíduo estará inserido e operando transformações, esta inserção dar-se-á mediada pela sua individualidade, que não é nada mais que sua atividade dominante (STETSENKO; ARIEVITCH, 2000)⁹⁴, aquela em torno da qual todos os posicionamentos e as novas atividades orbitam, mas que é também transformada pelas novas atividade, já que são processos e não coisas fixas. É justamente assim que duas pessoas ao se apropriarem de objetivações ou realizarem alguma ação, os resultados não serão jamais iguais para as elas, nem na transformação da sua individualidade nem na transformação operada na realidade⁹⁵, o que implica que a dimensão genérica da humanidade não se reproduz de maneira direta, mecanicamente no indivíduo singular, nem que a transformação realizada pelo indivíduo singular é mecanicamente transferida para o gênero humano.

Nesta perspectiva, as apropriações dos indivíduos dentro do processo educacional não operam como se fosse um *software* a ser instalado em um computador, que, apesar de responder ao *software*, não tem sua maquinaria alterada, não têm sua essência alterada. Por outro lado, tais objetivações sintetizam as conquistas formadas ao longo da história e são o material que pode vir a formar a individualidade humana.

⁹³ Aqui está, explicitamente, a formulação que Marx apresenta nas teses de Feuerbach (MARX; ENGELS, 2007, p. 534): “Mas a essência humana não é uma abstração intrínseca ao indivíduo isolado. Em sua realidade, ela é o conjunto das relações sociais”.

⁹⁴ A atividade dominante não é algo novo e possui uma série de formulações, assim como todos os conceitos centrais nas diferentes perspectivas teóricas. Porém, a nossa posição é justamente esta

⁹⁵ Leontiev (2004), por exemplo, aponta que no desenvolvimento dos processos de memória, a necessidade de sua formação não se dá pela memória em si, como algo interno, mas pelo lugar que ela ocupa nas atividades da criança e, portanto, tem um caminho individualizado.

Porém, para que tais objetivações venham a desempenhar este papel, se faz necessária a mediação de uma atividade que consiga, ao mesmo tempo, reproduzir de forma sintética os problemas historicamente postos, que deram origem a tal objetivação, e fazer com que tal objetivação apareça ao indivíduo como problema a ser apropriado⁹⁶. Tal dimensão é captada por Freire (2005), que compreende que no processo histórico no qual a consciência pode surgir descobre-se/inventa-se instrumentos de educação, ao passo que “ao inventar suas técnicas pedagógicas, [o professor de vocação humanística] redescobre através delas o processo histórico em que e por que se constitui a consciência humana” (FIORI, 2005, p. 8).

Então, o papel do professor numa concepção emancipadora de educação não é simplesmente o de possuir conhecimentos a serem socializados⁹⁷, mas o de apresentar um projeto educacional⁹⁸ que sintetize as possibilidades concretas do vir-a-ser tanto do aluno singular quanto da sociedade na qual se espera que ele realize transformações (*Atividade Potencial*). Tal projeto deve propiciar a emergência de atividades problematizadoras, as quais permitam que o *Problema-em-si* venha a ser apropriado de maneira conscientemente, como *Problema-para-si*, que oriente o consumo/produção de conhecimentos para a constituição de individualidades mais ricas, tanto do ponto de vista de potencialidades humanas historicamente formadas, quanto do lugar que ocupam na coletividade, em suma, apontar quais possibilidades concretas de

⁹⁶ Os bebês, por exemplo, não aprendem a falar simplesmente porque chegou o momento de falar, por um movimento intrínseco de amadurecimento, mas porque a fala, usada pelos pais e outras pessoas ao seu redor, sintetiza a necessidade histórica de os seres humanos se comunicarem e ao, mesmo tempo, aparece ao bebê como problema, já que está sendo a todo momento convidado a participar das interações que acontecem ao seu redor e nas quais a fala é necessária.

⁹⁷ Neste sentido, Saviani (2005) é capaz de captar a especificidade da educação como um ato especificamente humano, cuja compreensão passa necessariamente pela compreensão da própria natureza humana. Ele aponta que para que alguém se torne alfabetizador é preciso, além de dominar a língua, dominar também o processo de transformar o analfabeto em alfabetizado. É preciso conhecer os percalços do caminho. A pedagogia, então, deve englobar as especificidades do que será ensinado, especificidades da produção do conhecimento e a dimensão ética e política deste processo.

⁹⁸ Mesmo que tal projeto não se manifeste imediatamente na prática cotidiana da sala de aula. Daí a impossibilidade que a atividade educacional seja neutra. Ela sempre expressar uma concepção de ser humano e de sociedade, mesmo que isto implique numa atividade que constitua individualidades moldáveis, adaptáveis e favoráveis à manutenção do status quo. Além disso, esse é um processo contraditório, já que ao mesmo tempo que tem possibilidades ilimitadas de desenvolvimento pode estar sujeito pelos limites opressivos e alienantes.

transformação da realidade ali estariam abertas⁹⁹. Aqui reside a busca pela superação da dicotomia educador-educando por meio da constante tarefa de repensar e reinventar as atividades mediadoras e o próprio projeto educacional, cujo critério de verdade é a própria realidade e não apenas as objetivações humanas cristalizadas. Desta forma, não há razão para que o professor, mesmo um especialista em ciências, seja o detentor da verdade – pois o critério de verdade já não é mais a Ciência por si só.

Na perspectiva que estamos aqui sintetizando, não há dualismo entre produzir e consumir conhecimento. O desenvolvimento humano é sempre um processo no qual estas duas faces (produção/consumo) se fazem presentes. A cada nova transformação da realidade, os indivíduos o fazem lançando mão de objetivações humanas historicamente formadas (linguagem, modos de ser etc.) que, na transformação que operam, produzem novos conhecimentos, que podem ser generalizados para outras situações ou desaparecer por não mais serem apropriados. Dentro desta perspectiva, a discussão em torno da prática educativa desloca-se de “quem produz conhecimento *versus* quem apropria conhecimento” para qual função e quem estão servindo os conhecimentos que estão sendo consumidos e produzidos nas mais diversas esferas da vida humana.

Superação da lógica dos cânones da ciência na organização escolar

São bastante conhecidos pelos pesquisadores do campo da educação em ciências e matemática os resultados das investigações de Piaget, principalmente aqueles que dizem respeito à formação de conceitos genuínos, que só ocorre quando os estudantes atingem a faixa dos 10-12 anos. Esta forma de aprendizado está ligada diretamente a ideia da existência de mecanismos biológicos, específicos dos indivíduos humanos, que representam as limitações do desenvolvimento de crianças e dos adolescentes. Neste sentido, independentemente do processo educacional que se estabelece, o desenvolvimento se dá por mecanismos interiores, biológicos. Vigotski em suas investigações obtém um resultado bastante similar aos de Piaget, porém,

⁹⁹ Como bem aponta Lukács (2013, p. 560): “a formação do homem pela sociedade, à qual a teoria marxiana confere uma conceituação sumamente precisa, não é um processo apenas espontâneo e passivo, mas contém como possibilidade inafastável a busca ativa e a autodescoberta – efetuada com consciência falsa ou correta – do homem; uma atividade que é inimaginável sem a sua participação nas organizações que revolucionam a sociedade”.

Galperin¹⁰⁰ percebe que a semelhança dos resultados não se deve ao tal mecanismo intrínseco do desenvolvimento, mas sim à semelhança entre os processos de instrução que ambos investigavam, que ele chama de método tradicional¹⁰¹.

Para Galperin, o método tradicional de ensino-aprendizagem é aquele que falha em fornecer aos estudantes as ferramentas e condições necessárias para desempenhar corretamente as tarefas que lhe são atribuídas na atividade educacional. Como regra geral, o ensino tradicional é baseado nas seguintes etapas:

(a) apresentação do professor e explicação da tarefa, (b) a apresentação de regras gerais de resolução de problemas, (c) a explicação dessas regras usando um exemplo típico, (d) memorização do aluno do mesmo regulamento, e, finalmente, (e) a prática na resolução de problemas típicos. (ARIEVITCH; STETSENKO, 2000, p. 74).

Neste método, muitos dos meios de resolução da tarefa, aqueles que o professor ou outro iniciado utiliza automaticamente, estão implícitos e os estudantes acabam tendo que descobri-los por si mesmos, o que geralmente ocorre por tentativa e erro. Isso acaba por influenciar o resultado do processo de ensino-aprendizagem, tornando-o lento e pouco generalizável para além das situações particulares. De acordo com Arievitich e Stetsenko (2000), este método de ensino-aprendizagem acaba por gerar muitos resultados insatisfatórios e com variações muito grandes entre os alunos, que, muitas vezes, passam a ser atribuídas às diferenças genéticas ou aptidões individuais e não ao método de ensino-aprendizagem que seria ineficiente.

Os mesmos autores sumarizam uma série de intervenções educacionais que visam romper com a lógica do ensino tradicional¹⁰², superando a necessidade de ensinar pedaço por pedaço, tijolo por tijolo, o assunto em questão e também a necessidade de se começar por elementos mais simples para posteriormente aumentar a complexidade,

¹⁰⁰ A nossa leitura de Galperin é indireta, considerando a dificuldade de acesso tanto aos trabalhos originais em russo quanto das traduções. Daí o excesso de referências a Stetsenko e Arievitich (2000).

¹⁰¹ Outro exemplo interessante é a famosa crise dos sete anos, amplamente utilizada para justificar os estágios de maturação biológica, sem levar em conta que é em torno desta idade que a maioria das crianças, em grande parte do mundo, adentram a educação formal. Daí uma grande semelhança que transcende culturas específicas na caracterização deste fenômeno.

¹⁰² Trabalhos que na grande maioria estão escritos na língua russa.

demonstrando a possibilidade de que a inserção nos tópicos se dar de maneira sistêmica e não fragmentada, por meio do método que Galperin denomina de método teórico-sistêmico. Para ele, este método é o que promove melhores resultados educacionais e consiste em fornecer aos estudantes generalizações teóricas que os permitam orientar-se na totalidade do objeto analisado. Em outras palavras, os alunos apropriam-se de um método, para que dentro de um determinado assunto consigam resolver qualquer problema específico, uma vez que esta generalização teórica é a expressão da gênese e da estrutura desses objetivos ou fenômenos, ou seja, de como eles se originaram e a relação que estabelecem no conjunto dos fenômenos analisados. Como aponta Arieviditch e Stetsenko (2000, p. 77), este método pode ser sintetizado como: “(a) discriminar diferentes propriedades do objeto ou fenômeno, (b) estabelecer a unidade básica de análise de uma propriedade particular, e (c) revelar aos estudantes as regras gerais (comuns a todos os objetos na área estudada) de como essas unidades são combinados em fenômenos concreto”¹⁰³.

A fim de ilustrarmos a possibilidade de romper com a lógica dos cânones da ciência na organização escolar, detenhamo-nos no exemplo explorado por Galperin e explicitado em Ilyenkov (2007b), acerca da formação do conceito de número e as limitações do método tradicional de ensino-aprendizagem neste processo, cuja crítica nos serve amplamente para pensar os processos de ensino-aprendizagem de ciências.

Ilyenkov (2007b) aponta que, desde o início, por meio do método tradicional, é apresentada às crianças uma concepção falsa do conceito de número. Segundo ele, encontramos, logo na primeira página de um livro de matemática para crianças, a figura de uma bola e perto dela uma menina, uma maçã, um ponto e o símbolo “1”. Em seguida o livro apresenta duas bonecas, dois garotos, dois melões, dois pontos e o símbolo “2”. E assim segue até o número que é determinado pelas capacidades (naturais) da criança da idade para o qual o livro é concebido. Ilyenkov (ibidem) está apontando que, assim procedendo, assume-se que a criança apropriou-se da habilidade de contar e,

¹⁰³ Consideramos fundamental destacar que os resultados alcançados por Galperin em larga medida foram implementados por outros pesquisadores como Davydov (1990) e que estão presentes tanto nas reflexões filosóficas do próprio Davydov, como também nas de Ilyenkov (2007a, 2007b, 2009).

consequentemente, do conceito de número. Entretanto, na verdade, o que está surgindo é a concepção de que número é o nome que expressa uma propriedade geral que todos os objetos singulares compartilham, independentemente se é uma bola, uma menina ou um melão. Os alunos estão apropriando-se de uma concepção segundo a qual as diferenças qualitativas não são relevantes e podem ser completamente abstraídas, levando à possibilidade de comparar melões e meninos em qualquer situação (ILYENKOV, 2007b).

Por outro lado, os resultados alcançados por Galperin e colegas no ensino-aprendizagem dos números por meio do método teórico-sistêmico são bastante interessantes¹⁰⁴. O processo de ensino-aprendizagem inicia-se com as crianças sendo ensinadas acerca das diferenças entre os aspectos qualitativos e quantitativos das medidas, enfatizando que cada propriedade do objeto deve ser avaliada de maneira distinta de acordo com suas especificidades. Reconhecidas as diferenças nas propriedades dos objetos, os alunos são instruídos, por exemplo, a realizarem medidas fazendo marcas em uma folha de papel para, então, compreenderem que as propriedades dos objetos podem ser transformadas em quantidades comparáveis. Por meio desse método, Galperin consegue que crianças em torno dos seis anos de idade dominem o conceito de número, ou seja, em um estágio anterior àquele constado por Piaget e Szeminska (1981) e discutido por Vigotski (2000), em torno dos 10-12 anos, que seria, supostamente, o momento do desenvolvimento biológico da criança/adolescente que permitiria a formação deste tipo de conceito. Além disso, Piaget (1970) constata que as crianças na idade pré-escolar tomam uma única propriedade do objeto como representativa de todo o conjunto do objeto, ou seja, quando uma propriedade do objeto muda, na perspectiva da criança outras propriedades também mudam¹⁰⁵. No método teórico-sistêmico, por outro lado,

¹⁰⁴ Na literatura relativa ao ensino de Ciências, encontramos diferentes abordagens a informação de que existem muitos pesquisadores que trabalham nessa área e apresentam diferentes abordagens para o ensino investigativo. (ZOMPERO; LABURÚ, 2011). Foge, porém, dos nossos objetivos aqui fazer uma comparação do que aqui apresentamos. O que queremos, no entanto, é extrair das reflexões teóricas as consequências para os processos de ensino-aprendizagem de ciências. A comparação é, então, um trabalho a ser feito em outro momento.

¹⁰⁵ É possível encontrar na literatura (e também na Internet em formato de vídeos) inúmeros experimentos que visam explicitar esta característica, por exemplo, apresenta-se a uma criança dois

Os julgamentos imediatos tomados por características visuais, foram substituídos por procedimentos analíticos nos quais as crianças aprenderam a discriminar entre diferentes propriedades dos objetos e transformar uma dada propriedade em quantidades usando certas medidas. Consequentemente, as crianças tiveram discernimento acerca das estruturas implícitas dos objetos, onde cada propriedade básica de um objeto constitui uma quantidade e o objeto (como um todo) foi representado como uma constelação de diferentes quantidades. (STETSENKO; ARIEVITCH, 2000, p.)

Os exemplos não necessitam ser repetidos, diante dos objetivos que aqui nos interessam, para casos do ensino de ciências, como os tradicionais livros de Física, nos quais a introdução à disciplina se dá por meio da apresentação do Sistema Internacional de Unidades ou pela notação científica (ver por exemplo, Alvarenga, 2006), a fim de que as grandezas físicas sejam corretamente representadas, não compreendendo que, tanto historicamente, quanto do ponto de vista dos processos de ensino-aprendizagem, estes conceitos não se colocam como problemáticos aos alunos no começo da disciplina.

Uma abordagem teórico-sistêmica abre a possibilidade da superação da dicotomia entre ensino por descoberta e ensino por transmissão. Nela, o ensino-aprendizagem não consiste num processo por meio do qual os estudantes apropriam-se de estruturas verbais fixas e vazias de significado para eles, que supostamente expressam os resultados das investigações científicas, tampouco reproduzem por si mesmos todos passos percorridos pelos cientistas no seu trabalho de investigação, de maneira que a atividade educacional seja aquela de descobrir novamente todo o conhecimento já acumulado. Além disso, deixa clara a possibilidade dos fenômenos da realidade serem captados na sua totalidade¹⁰⁶ e expressos na forma de teoria, ou seja, sintetizados por meio de elementos mais simples e que, propriamente organizados, permitem a reconstrução racional da gênese e do desenvolvimento de tais fenômenos

recipientes iguais contendo a mesma quantidade de um líquido qualquer. Transfere-se o líquido de um dos recipientes para outro, com formato distinto, de maneira que a altura que o líquido assume no novo recipiente seja diferente. O adulto então pergunta à criança indagada em qual dos recipientes há mais líquido e ela aponta para aquele cuja altura está maior, mesmo sendo o mesmo líquido nas duas situações.

¹⁰⁶ Para Freire (2001, p. 83) a educação funda-se na “problematização do mundo do trabalho, das obras, dos produtos, das ideias, das convicções, das aspirações, dos mitos, da arte, da ciência, enfim, o mundo da cultura e da história, que, resultando das relações homem-mundo, condiciona os próprios homens, seus criadores. Colocar esse mundo humano como problema para os homens significa propor-lhes que 'ad- mire', criticamente, numa operação totalizada, sua ação e a de outros sobre o mundo”.

sem a necessidade de que a todo momento a investigação seja refeita desde o princípio. E assim, ao invés de tomar a realidade como um todo já acabado, que é transferido aos estudantes por meio dos cânones da ciência ou que precisa ser redescoberto desde o princípio pelos métodos da ciência, a educação em ciências tem a possibilidade de ser concebida como um processo por meio do qual um determinado estágio do desenvolvimento humano pode participar efetivamente do enriquecimento da individualidade humana, não simplesmente pelo conteúdo científico si, não pelo conhecer a realidade tomada em si mesma, mas como possibilidade de que, ao reconstruir a realidade de maneira sintética a partir de um determinado estágio do desenvolvimento humano – não de maneira absoluta e final –, as transformações nesta realidade sejam operadas de maneira consciente.

De maneira mais específica, no que tange o conteúdo da atividade educacional, a necessidade histórica, apontada por Freire, da superação de uma educação bancária, encontra grande possibilidade nos desdobramentos do projeto vigotskiano, da educação poder ser pensada para além dos cânones da Ciência, rumo a uma organização que tenha em vista o processo histórico do desenvolvimento humano. Desta maneira, o conteúdo da atividade educacional constitui-se, para além de algo estático, como objeto dinâmico, um processo no qual ocorre a apropriação do conhecimento historicamente estabilizado, isto é claro, na medida que ele vai ocupando espaço dentro do projeto de emancipação humana, no sentido daquilo que ele pode efetivamente tornar-se dentro de um projeto de sociedade emancipada.

Dentro desta perspectiva, os critérios de validade da atividade educacional, mesmo aquela com conteúdos científicos, deixam de ser lógico-formais (de quanto as respostas dos alunos se aproximam daquela cientificamente aceita na resolução de um problema típico¹⁰⁷) e passam a ser histórico-sociais, ou seja, do lugar efetivo que determinado conhecimento ocupa na prática social da humanidade. Isto implica questionar quais práticas sociais dão suporte as divisões tradicionais das disciplinas e a

¹⁰⁷ Processo que é bem captado por Kuhn (2003), ao analisar a formação de um novo cientista dentro do paradigma vigente (na ciência normal), mas que pode, em grande medida ser atribuído ao modelo tradicional de ensino de ciências: o estudante se forma apropriando-se dos cânones aceitos da ciência na qual está inserido e resolve problemas típicos deste paradigma a fim de aferir sua aprendizagem.

formas específicas de conhecimento. Se a práxis é fundante da realidade humana, não há razões para que a Ciência na sua forma canônica se constitua dos critérios de validação da atividade educacional.

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

Educação em ciências, coletividade e democracia

Chegado a este ponto da discussão esperamos ser redundantes ao afirmar que, sob o nosso ponto de vista, individualidade e coletividade são ambas fundadas no trabalho humano e tornaram-se incrivelmente complexas ao longo da história, ao ponto de assumirem formas aparentemente tão distintas e isoladas uma da outra. Porém, a fim de avançarmos na nossa discussão, o que nos interessa neste momento é resgatar, visto que este aspecto já esteve presente anteriormente nas nossas discussões, o fato de que a relação entre o indivíduo e o coletivo, sobretudo em organizações sociais complexas como a sociedade contemporânea, não se dá de maneira direta, mas passa pela mediação de um conjunto de atividades nas quais os indivíduos estão submetidos. Ou seja, as conquistas humanas historicamente formadas não estão imediatamente disponíveis a todos os indivíduos, nem as contribuições dos indivíduos são transferidas imediatamente ao gênero humano, mas passam por este conjunto de atividades mediadoras que em larga medida está associada a classe no qual o indivíduo está inserido.

Neste sentido, compreender o papel da educação em ciências no processo de humanização passa necessariamente pela compreensão deste conjunto de atividades, ou seja, pela compreensão do lugar que este indivíduo ocupa na totalidade da sociedade. A ciência para uma criança japonesa tem um papel distinto daquele desempenhado para uma criança brasileira, da mesma maneira que a “mesma” ciência desempenha papéis distintos para dois adultos de classes sociais distintas dentro de um

mesmo país, como o Brasil, apesar de possuírem elementos genéricos que possam ser compartilhados.

Estas diferenças, porém, particularmente na educação em ciências, aparecem mascaradas sob o conceito de democracia e educação para a cidadania. Toda a problemática do desenvolvimento humano e dos diferentes modos de apropriar-se do conhecimento científico e de contribuir para a transformação da realidade, por diferentes grupos sociais, são diluídos e reduzidos ao conceito abstrato de democracia e cidadania, que não conseguem captar as reais necessidades dos indivíduos na sua totalidade. Disso decorre que seria possível uma mesma educação científica, mesmo para diferentes conjuntos sociais, que seria capaz de promover ao indivíduo sua inserção na sociedade e sua capacidade exercer de maneira igualitária o seu papel de cidadão, sem que a estrutura da sociedade seja alterada de maneira radical¹⁰⁸. Neste sentido, o conceito de alfabetização científica, ao assumir esta perspectiva de cidadania e não visar profundas alterações na estrutura da sociedade, constitui-se também de um conceito redutor da complexidade das problemáticas humanas e serve somente à manutenção do status quo, por melhor que sejam suas intenções e de movimentos localizados (sem ressonância global) de transformação social.

Temos ainda que reconhecer, como aponta Lênin, que “a não ser para trocar do senso comum e da história, é claro que não se pode falar de ‘democracia pura’ enquanto existirem classes diferentes, pode-se falar apenas de democracia de classe” (LÉNINE, 1977, cap. 2). Ou seja, como toda objetivação humana, o conceito democracia não é ahistórico, não transcende a história humana no sentido de não depender dela, mas é expressão de um momento histórico da humanidade e, como tal, expressa também, ainda que se faça parecer universal e absoluto, os interesses de um determinado grupo social em detrimento de outros. E é neste sentido que Coutinho (2008) resgata que em Lukács democracia constitui-se de um processo e não de um estado (daí a preferência de Lukács pelo termo “democratização”, uma vez que “as várias objetivações que

¹⁰⁸ Como aponta Lessa (2009, p. 6): “‘Todos somos iguais perante a lei’. Hoje, não há nada mais falso e não há nada mais contrário à liberdade. Pensar uma sociedade em que todos são iguais perante a lei significa pensar uma sociedade em que a lei não protegerá o pobre contra o rico; uma sociedade que não levará em consideração as diferenças reais das pessoas”.

compõem a democracia são respostas dadas, em determinado nível concreto do processo de socialização do trabalho, ao desenvolvimento correspondente dos carecimentos de socialização da participação política” (COUTINHO, 2008, p. 23).

Além disso, ao não superar a perspectiva burguesa de individualidade humana (egoísta, concorrencial e proprietária privada)¹⁰⁹, a perspectiva da alfabetização científica pressupõe (mesmo que implicitamente) que cada indivíduo isoladamente necessita tornar-se cada mais alfabetizado cientificamente (e no limite apropriar-se de todo conhecimento científico) a fim de que o seu direito de participação nas tomadas de decisão em questões de cunho científico seja efetivado. Dentro desta concepção, à medida que mais indivíduos se tornam mais alfabetizados cientificamente, o conjunto da sociedade, que é a somatória destes indivíduos, toma melhores decisões. Não há espaço, assim, para novas formas de conceber a individualidade humana, de maneira que as tomadas de decisão não sejam dadas pela somatória (justaposição) das decisões de mônadas isoladas, ou seja, por uma forma coletiva que seja a síntese efetiva das necessidades de cada indivíduo.

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

¹⁰⁹ Já discutida no quarto capítulo de maneira mais detalhada.

Conclusão

Quadro nenhum está acabado,
disse certo pintor;
se pode sem fim continuá-lo,
primeiro, ao além do quadro
que, feito a partir de tal forma,
tem na tela, oculta, uma porta
que dá a um corredor
que leva à outra e a muitas outras.
(João Cabral de Melo Neto)

As linhas que seguem, e que servem de conclusão a este trabalho, ao mesmo tempo que resgatam o caminho percorrido, apontam para as discussões e possibilidades que se abrem diante de nós a partir daqui. E é precisamente neste sentido que “quadro nenhum está acabado”.

Buscamos evidenciar que nos últimos anos, a presença das disciplinas científicas nos currículos escolares tem sido justificada em termos da participação democrática dos indivíduos, levando em consideração que a sociedade está cada vez mais permeada por questões nas quais a ciência e tecnologia desempenham um papel central. Porém, como apontamos, as reflexões presentes nas pesquisas em ensino de ciências, acerca das relações entre ensino-aprendizagem (no nível individual) e participação na coletividade; e entre os processos de produção e consumo de conhecimento têm sido fundamentalmente dicotômicas, não captando adequadamente o processo de desenvolvimento humano e o lugar ali ocupado pelo conhecimento científico. Ora foca-se nos processos de ensino-aprendizagem, sem os conceber na sua relação com a constituição da coletividade, ora foca-se na função social de determinado conhecimento sem captar sua relação com os processos de ensino-aprendizagem.

Tais dualismo estão presentes, muitas vezes de maneira sutil, mesmo em abordagens que se apoiam na perspectiva vigotskiana (da Teoria da Atividade) ou na perspectiva freireana, cujas potencialidades, por nós explicitadas, são as de superação destas limitações.

Neste sentido, nossa contribuição para uma filosofia da educação em ciências se dá à medida que compreende o processo de desenvolvimento humano numa

perspectiva histórica e concreta, ou seja, colocando a práxis como fundante do mundo humano, a fim de captar de maneira unitária os processos de tornar-se humano, conhecer a realidade e transformar esta mesma realidade. Nossa articulação teórica (que não se pretende abstrata, uma vez que reconhece as implicações das formulações acerca do que significa ser humano) emerge das convergências e complementariedades dos projetos vigotskiano e freireano, compondo aquilo que chamamos de *Atividade Potencial*, que capta, por meio de três categorias (*Problema-em-si*, *Problema-para-si* e *Ontologia do ser mais*) a dimensão problemática da realidade, ou seja, dos problemas e a superação de tais problemas como propulsores do movimento histórico, que se realiza por meio das atividades humanas. Além disso, expressa a possibilidade concreta de que tais problemas possam ser apropriados pelos indivíduos de maneira consciente a fim de que as atividades nas quais se engajam e, conseqüentemente, a sua individualidade sejam tomadas como projeto.

De maneira mais explícita, os projetos freireano e vigotskiano são aproximados concebendo a *práxis como tecido da vida humana*; a *unidade entre linguagem, atividade e consciência*; *ascensão ao concreto como método*; *atividade-consciência como processo*; e *educação como possibilidade de autoria da própria história*.

A partir disso, buscamos explicitar que indivíduo e coletivo não são processos distintos, nem tampouco que há um dualismo entre produzir e consumir conhecimento. O desenvolvimento humano é sempre um processo no qual estas duas faces (produção/consumo) se fazem presentes. A cada nova transformação da realidade, os indivíduos o fazem lançando mão de objetivações humanas historicamente formadas (linguagem, modos de ser etc.) que, na transformação que operam produzem novos conhecimentos, que podem se generalizar para outras situações ou desaparecer por não mais serem apropriadas. Dentro desta perspectiva, a discussão em torno da prática educativa desloca-se de “quem produz conhecimento” *versus* “quem apropria conhecimento” para qual função e quem estão servindo os conhecimentos que estão sendo consumidos e produzidos nas mais diversas esferas da vida humana.

Buscamos, ainda, explicitar que as objetivações humanas sintetizam as conquistas formadas ao longo da história e são o material que pode vir a formar a individualidade. Porém, para que tais objetivações venham a desempenhar este papel, se faz necessária a mediação de uma atividade que consiga, ao mesmo tempo, reproduzir de forma sintética os problemas historicamente postos, que deram origem a tal objetivação, e fazer com que tal objetivação apareça ao indivíduo como problema a ser apropriado. Os critérios de validade da atividade educacional, mesmo aquela com conteúdos científicos, deixam de ser lógico-formais (de quanto as respostas dos alunos se aproximam daquela cientificamente aceita na resolução de um problema) e passam a ser histórico-sociais, ou seja, do lugar efetivo que determinado conhecimento ocupa na prática social da humanidade. Isto implica questionar quais práticas sociais dão suporte as divisões tradicionais das disciplinas e a formas específicas de conhecimento. Se a práxis é fundante da realidade humana, não há razões para que a Ciência na sua forma canônica se constitua dos critérios de validação da atividade educacional.

No que tange o conteúdo da atividade educacional, explicitamos as possibilidades de ir além dos cânones da disciplina científica, rumo a uma organização que tenha em vista o processo histórico do desenvolvimento humano, ou seja, de extrair dos conhecimentos científicos, por meio de uma organização adequada, as potencialidades humanas ali sintetizadas. Nesse aspecto, a história e filosofia da ciência têm muito a contribuir, no que diz respeito ao resgate dos processos pelos quais determinadas formas de conhecimento emergiram e quais as reais potencialidades que se pode com elas alcançar.

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

Por fim, é fundamental reconhecer que as conquistas humanas historicamente formadas não estão imediatamente disponíveis a todos os indivíduos, nem as contribuições dos indivíduos são transferidas imediatamente ao gênero humano, mas passam por este conjunto de atividades mediadoras que em larga medida está associada a classe no qual o indivíduo está inserido. Neste sentido, compreender o papel da educação em ciências no processo de humanização passa necessariamente pela compreensão deste conjunto de atividades, ou seja, pela compreensão do lugar que este indivíduo ocupa na totalidade da sociedade.

Encerramos este texto com a expectativa de que as reflexões que aqui fazemos sejam capazes de trazer contribuições para os pesquisadores em educação em ciências, o que não significa que esperamos uma aplicação das categorias aqui presentes, mas que se possa estabelecer um diálogo na construção da perspectiva teórica a qual no referimos no começo deste texto, capaz de fazer a mediação entre os conhecimentos oriundos das diversas áreas do conhecimento e as especificidades do objeto de investigação da pesquisa em educação em ciências, ou seja, diálogos para a articulação de uma filosofia da educação em ciências.

Referências Bibliográficas

- ABBAGNANO, N. **Dicionário de filosofia**. 5.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- ABD-EL-KHALICK, F.; ZEIDLER, D. New Horizons for the Journal of Research in Science Teaching, **Journal of Research in Science Teaching**, Vol. 52, Issue 3, pages 263–267, 2015.
- AGUIAR, O. O papel do construtivismo na pesquisa em ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências** – V3(2), pp. 107-120, 1998.
- AIKENHEAD, G. S. Educação Científica para todos, **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Vol. 9 No 3, 2009
- AIKENHEAD, G. S. The Social Contract of Science. In **STS Education, International Perspectives**, 1994.
- AIKENHEAD, G. **Science Education for Everyday Life: Evidence-Based Practice**. NY & London: Teachers College Columbia University, 2004.
- AIKENHEAD, G.S. Science-based occupations and the science curriculum: Concepts of evidence, **Science Education**, Vol. 89, Issue 2, pages 242–275, 2005.
- ALMEIDA, M. J. P. M.; SILVA, H. C.; MACHADO, J. L. M. Condições de produção no funcionamento da leitura na educação em Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.1, n.1, pp.5-17, 2001.
- ALMEIDA, M.J.P.M.; MOZENA, E.R. Luz e Outras Formas de Radiação Eletromagnética: Leituras na 8ª Série do Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.22, n.3, p. 426-433, 2000.
- ALTMAN, I.; ROGOFF, B. World views in psychology: Trait, interactional, organismic, and transactional perspectives. In D. Stokolis & I. Altman (Eds.), **Handbook of environmental psychology** (pp. 1–40). New York: Wiley, 1987.
- American Association for the Advancement of Science. **Benchmarks for science literacy**. New York: Oxford University Press, 1993.
- ANDERSON, P. Balanço do neoliberalismo. In SADER, Emir & GENTILI, Pablo (orgs.) **Pós-neoliberalismo: as políticas sociais e o Estado democrático**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1995, p. 9-23.
- ANGOTTI, J. A. P. e AUTH, M. A. Ciência e Tecnologia: Implicações Sociais e o Papel da Educação. **Ciência e Educação**, v.7, n.1, p.15-27, 2001.
- APPLE, M. W. **Ideology and curriculum**. New York: RoutledgeFalmer, 2002.
- ARIEVITCH, I.M.; STETSENKO, A. The quality of cultural tools and cognitive development: Gal'perin's perspective and its implications. **Human Development**, 43(2), 69-92, 2000.
- ARONOWITZ, S. **Science as Power: Discourse and Ideology in Modern Society**. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1988.
- ARONOWITZ, S.; GIROUX, H. A. **Education still under siege** (2nd ed.) (Connecticut, Bergin & Garvey), 1993.
- AU, W. Epistemology of the Oppressed: The dialectics of Paulo Freire's Theory of Knowledge, **Journal for Critical Education Policy Studies** 05(02), The Institute for Education Policy Studies, 2007.
- AULER, D. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA: UM NOVO "PARADIGMA"? **ENSAIO – PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, v. 5, N. 1, MAR/2003.

- AULER, D. Enfoque Ciência-tecnologia-Sociedade: Pressupostos para o contexto brasileiro. **Revista Ciência e Ensino**, Edição Especial, v.1, nov. 2007.
- AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências**. Tese. Florianópolis: CED/UFSC, 2002.
- AULER, D. Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. In: SANTOS, W.; AULER, D. (org.). **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.3, n. 1, jun/2001.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 314 p.
- BAKHURST, D. **Consciousness And Revolution In Soviet Philosophy** - From the Bolsheviks to Evald Ilyenkov, Cambridge University Press, 1991.
- BASTOS, P.W.; MATTOS, C.R. Física para uma Saúde Auditiva. **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Vitória-ES, p.1-12, 2009.
- BAZZO, W. A. A pertinência de abordagens CTS na educação tecnológica. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 28, p. 83-99, jan./abr. 2002.
- BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade**: e o contexto da educação tecnológica. Florianópolis: EDUFSC, 1998.
- BERNAL, J. D. **Science in History**. Vol 1, third Ed. C. A. Watts & Co Ltd, 1965.
- BINGLE, W. H.; GASKELL, P. J. Scientific literacy for decision making and the social construction of scientific knowledge. In: **Science & Education**, v. 78, n. 2, p. 185-201, 1994.
- BLACK P. Innovation and Change in Science Education. **Proceedings of GIREP-ICPE International conference**: New ways of teaching physics. Ljubljana. 2006.
- BLANCO-LÓPEZ, Á., ESPAÑA-RAMOS, E., GONZÁLEZ-GARCÍA, F. J.; FRANCO-MARISCAL, J. Key aspects of scientific competence for citizenship: A Delphi study of the expert community in Spain, **Journal of Research in Science Teaching**, Vol. 52, Issue 2, pages 164–198, 2015.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.
- BRASIL. PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.
- BRECHT, B. **Teatro completo**, em 12 volumes. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1991.
- BYRCE, T. G. K.; BLOWN, E. J. Gender effects in children's development and education. **International Journal of Science Education**, 29(13), 1655-1678, 2007.
- CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. Da Educação em Ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. **Revista Ciência & Educação**, vol. 10, n. 3, p. 363-381, 2004.
- CAKIR, M. Constructivist Approaches to Learning in Science and Their Implications for Science Pedagogy: A Literature Review. **International Journal of Environmental & Science Education**, 3(4), 193-206, 2008.
- CAMILLO, J. **Experiências em contexto**: A experimentação numa perspectiva sócio-cultural-histórica. Dissertação de Mestrado. Instituto de Física, Universidade de São Paulo, 2011.

- CAMILLO, J.; MATTOS, C. R. A Experimentação no Ensino de Ciências: Reflexões a partir da Teoria da Atividade. In: Carlos Alberto de Oliveira Magalhães Júnior; Álvaro Lorencini Júnior; Maria Júlia Corazza. (Org.) **Ensino de Ciências: múltiplas perspectivas, diferentes olhares**. 1ed. Curitiba: Editora CRV, 2014, v., p. 123-154.
- CASSAB, M. A democracia como balizadora do ensino das ciências na escola: como discutir este desafio? *RBPEC*, 8(2), 2008.
- CHASIN, J. **Marx estatuto ontológico e resolução metodológica**. Boitempo Editorial, 2009.
- COSTA, G. M. Lukács e a ideologia como categoria ontológica da vida social. **Urutágua**, Maringá, PR, 2006.
- COUTINHO, C. N. A democracia na batalha das idéias e nas lutas políticas do Brasil de hoje. In: FÁVERO, Osmar e SEMERARO, Giovanni (Orgs.). **Democracia e construção do público no pensamento educacional brasileiro**. Petrópolis: Vozes, 2002.
- COUTINHO, C. N. **O Estruturalismo e a Miséria da Razão**. 2ª. Ed. com Posfácio de José Paulo Netto. São Paulo: Expressão Popular, 2010.
- DALRI, J. MATTOS, C. R. Relações entre motivação, valor e perfil conceitual: um exemplo. In: Atas do **VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**, Florianópolis, 2007.
- DALRI, J., RODRIGUES, A. M., MATTOS, C. R. A atividade de aprendizagem, a internalização e a formação de conceitos no ensino de física. In: **XVII SNEF - Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2007, São Luís.
- DALRI, J., RODRIGUES, A. M., MATTOS, C. R. A atividade de aprendizagem, a internalização e a formação de conceitos no ensino de física. **Atas do XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física**. São Paulo: SBF, 2007.
- DANIELS, H. Introdução: a psicologia num mundo social. In: DANIELS, H. (Org.). **Uma introdução a Vygotsky**. São Paulo: Loyola, 2002.
- DAVYDOV, V. V. **Types of generalization in instruction**: Logical and psychological problems in the structuring of school curricula. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics. (Original work published 1972), 1990.
- DEBOER, G. E. **A history of ideas in science education**. New York: Teachers College Press, 1991.
- DEBOER, G. Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform, **Journal of Research in Science Teaching**. Vol.37. n 6. 2000.
- DELIZOICOV, D. **Conhecimento, Tensões e Transições**. Tese de doutorado. FEUSP, São Paulo, 1991.
- DELIZOICOV, D. La Educación en Ciencias y la Perspectiva de Paulo Freire. **Alexandria** - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.1, n.2, p.37-62, 2008.
- DELIZOICOV, D. O ensino de física e a concepção freireana da educação. **Revista de Ensino de Física**. São Paulo, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1983.
- DELIZOICOV, D. Problemas e Problematisações. In: PIETRECOLA, M. (org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis/SC: UFSC, 2001.
- DELIZOICOV, D. **Problemas e Problematisações**. In: PIETROCOLA, M. (org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis/SC: UFSC, 2001.

- DEWEY, J. **Democracy and education**. New York: Free Press, 1944.
- DEWEY, J. **Experience and education**. New York: Collier Books, 1938.
- DEWEY, J. Method in science teaching. **The Science Quarterly**, 1, 3–9, 1916.
- DEWEY, J. Science as subject matter and as method. **Science**, 31, 121–127, 1910.
- DEWEY, J.; BENTLEY, A. **Knowing and the Known**. Boston: Beacon Press, 1949.
- DÍAS, J. A. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias, **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias**, 2004.
- DONNELLY, J. F. Humanizing Science Education, **Science Education**, 88 (5), 762- 784, 2004.
- DRIVER, R., et al. **Constructing scientific knowledge in the classroom**. Educational Researcher, 23, (7), 5-12, 1994.
- DRIVER, R.; EASLEY, J. Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. **Studies in Science Education**, 12: 7-15, 1978.
- DUARTE N. Education as Mediation Between the Individual's Everyday Life and the Historical Construction of Society and Culture by Humankind. In: **Critical perspectives on activity theory: explorations across education, work, and everyday life**. Cambridge, 2006.
- DUARTE, N. **A individualidade para-si: contribuição a uma teoria histórico-social de formação do indivíduo**. Campinas: Autores Associados, 1999.
- DUARTE, N. A rendição pós-moderna à individualidade alienada e a perspectiva marxista da individualidade livre e universal. In: Duarte, Newton. (Org.). **Crítica ao Fetichismo da Individualidade**. 2ed.Campinas: Autores Associados, 2012b, v. 1, p. 197-217.
- DUARTE, N. A teoria da atividade como uma abordagem para a pesquisa em educação. **Perspectiva**, Florianópolis, SC: Editora da UFSC, v. 20, n. 02, p.279-301, jul./dez, 2002.
- DUARTE, N. Educação escolar, teoria do cotidiano e a escola de Vigotski. Campinas, Autores Associados, 2007.
- DUARTE, N. Formação do indivíduo, consciência e alienação: o ser humano na psicologia de A. N. Leontiev. **Caderno CEDES**, Campinas, v. 24, n. 62, 2004.
- DUARTE, N. O bezerro de ouro, o fetichismo da mercadoria e o fetichismo da individualidade. In: Duarte, Newton. (Org.). **Crítica ao Fetichismo da Individualidade**. 2ed.Campinas: Autores Associados, 2012a, v. 1, p. 1-17.
- DUARTE, N. O debate contemporâneo das teorias pedagógicas. In: Martins, L. M.; Duarte, N. (Org.). **Formação de professores: Limites contemporâneos e alternativas necessárias**. 1ed.Sao Paulo: Editora UNESP, 2010, v. 1, p. 33-49.
- DUARTE, N. **Sobre o construtivismo**. Campinas, Autores Associados, 2000.
- DUARTE, N. **Vigotski e o Aprender a Aprender**. Crítica às apropriações neoliberais e pós-modernas da teoria Vigotskianas. Campinas, Autores Associados, 2006.
- DUIT & TREAGUST. **Learning in Science - From Behaviourism Towards Social Constructivism and Beyond**, 1998.
- DUSCHL R. Restructuring Science Education. N.Y., 1990.
- EAGLETON, T. **As ilusões do pós-modernismo**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998.

- EDGERTON, S. Y.: **O espelho de Brunelleschi, a janela de Alberti e o 'tubo' de Galileu.** História, Ciências, Saúde – Manguinhos, v. 13, (suplemento), p. 151-79, outubro 2006.
- EDWARDS, D.; MERCER, N. **Common knowledge:** the development of understanding in the classroom. Routledge, London, 1987.
- ENGELS, F. **Sobre o papel do trabalho na transformação do macaco em homem**, pp. 61-74. In: MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. Textos, Volume 1. São Paulo: Edições Sociais, 1977.
- ENGESTRÖM, Y. **Learning by expanding:** An activity-theoretical approach to developmental research. Helsinki: Orienta-Konsultit, 1987.
- FENSHAM, P. J. De nouveaux guides pour l'alphabétisation scientifique. **Canadian Journal of Science**, Mathematics and Technology Education, Toronto, v. 2, n. 2, p. 133–149, 2002b.
- FENSHAM, P. J. Time to change drivers for scientific literacy. **Canadian Journal of Science**, Mathematics and Technology Education, Toronto, v. 2, n. 1, p. 9–24, 2002a.
- FERRACIOLI, L. Aprendizagem, desenvolvimento e conhecimento na obra de Jean Piaget: uma análise do processo de ensino-aprendizagem em Ciências. **Revista Brasileira De Estudos Pedagógicos**, v. 80, n. 194, Brasília, 1999.
- FEYERABEND, P. **Contra o método;** tradução de Octanny S. da Mota e Leonidas Hegenberg. Rio de Janeiro, F. Alves, 1977. 488 p.
- FEYNMAN, R. P.; LEIGHTON, R. B.; SAND, M. **Lições de física de Feynman:** edição definitiva. Tradução de Adriana Válio Roque da Silva. Porto Alegre: Bookman, 2008. v. 1.
- FIORI, E. M. Aprender a dizer sua palavra (Prefácio). In: FREIRE, Paulo. *Pedagogia do Oprimido*. Ed: Paz e Terra, Rio de Janeiro, 2005
- FOUREZ G. Scientific and Technological Literacy as a Social Practice. **Social Studies of Science**. Vol. 27. n 6. 1997.
- FOUREZ, G. Crisis in science teaching? **Investigações em Ensino de Ciências**. Vol.8. n2. 2003.
- FREIRE, P. Educação: o sonho possível. In: **O Educador: vida e morte** / Carlos Rodrigues Brandão, Marilena S. Chauí, Paulo Freire. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1982.
- FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?** Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1983.
- FREIRE, P. **Pedagogia da Esperança:** Um reencontro com a Pedagogia do Oprimido Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 1992.
- FREIRE, P. **Educação como Prática da Liberdade.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1999.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 2008.
- FREIRE, P.; HORTON, M. **O caminho se faz caminhando:** conversas sobre educação e mudança social. 4 ed. Petrópolis-RJ: Vozes, 2003.
- FUKUYAMA, F. **O fim da História e o último homem.** Rio de Janeiro: Rocco, 1992.
- GAGNÉ, R. M. **The conditions of learning and theory of instruction** (1st ed.). New York, NY: Holt, Rinehart & Winston. Gaspar (2007), 1965.
- GASPAR, A. Cinquenta anos de ensino de física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade de recolocar o professor no centro do processo educacional.

- Educação: Revista de Estudos da Educação**, Maceió, v. 13, n. 21, p. 71-91, dez. 2004.
- GEHLEN, S. T. **A função do problema no processo ensino-aprendizagem em Ciências**: contribuições de Freire e Vygotsky. Tese de Doutorado. Florianópolis, 2009.
- GEHLEN, S. T., et al. Freire e Vygotsky: um diálogo com pesquisas e sua contribuição na educação em Ciências. **Pro-Posições**, v. 21(61), p. 129-148, 2010.
- GEHLEN, S. T.; SCHROEDER, E.; DELIZOICOV, D. A abordagem histórico-cultural no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. In: **Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências** (ENPEC), 6, Florianópolis, 2007.
- GEHLEN, S. T.; Freire e Vigotski no contexto da Educação em Ciências: aproximações e distanciamentos. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v.10, n2, 2008.
- GEHLEN, S.; DELIZOICOV, D. (2012) **A dimensão epistemológica da noção de problema na obra de vygotsky**: implicações no ensino de ciencias. *Investigações em Ensino de Ciências – V17* (1), pp. 59-79, 2012.
- GEHLEN, S.T.; MATTOS, C.R. **Freire e Leontiev: contribuições para o ensino de Ciências**. VIII Congreso Enseñanza de las Ciencias. Enseñanza de las Ciencias, v. Extra, p. 438-441. Barcelona, 2009.
- GIL-PÉREZ, D. et al. Defending Constructivism in Science Education, **Science & Education** 11(6), 557–571, 2002.
- GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada no ensino de Ciências. **Revista Ciência e Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.
- GIROUX Introdução. In: Freire, P.; Macedo, D. **Alfabetização: Leitura do mundo, leitura da palavra**. Paz e Terra, Rio de Janeiro, 2011.
- GODFREY-SMITH, P. **Darwinism and cultural change**. Phil. Trans. R. Soc. B, 367, 2160–2170, 2012.
- GOLDENBERG, S. Why women are poor at science, by Harvard president. Em: **The Guardian**, 18/01/2005. <<http://www.theguardian.com/science/2005/jan/18/educationsgendergap.genderissues>>, acesso em 01/04/2015.
- GOLDMANN; L. **Ciências Humanas e Filosofia**: O que é a Sociologia? Em [<http://www.culturabrasil.org/zip/goldmann.pdf>], 1967.
- GOUGH B.; FRY G., GROGAN S.; CONNER M. Why do Young adult smokers continue to smoke despite the health risks? A focus group study. **Psychology & Health**, Vol. 24. n2. 2009.
- GRAMSCI, A **Concepção dialética da história**. 5. ed., Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 1984.
- GRAMSCI, A. **Cadernos do Cárcere**. V. 3, Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2001.
- HARVEY, D. **A brief history of neoliberalism**. Oxford University Press: New York, 2005
- HARVEY, D. **A condição pós-moderna**, São Paulo: Edições Loyola, 1992. 349 p.
- HENRICH, J., HEINE, S. J.; NORENZAYAN, A. The weirdest people in the world? **Behavioral and Brain Sciences** 33: 61-135, 2010.
- HENRIQUES, L. S. **Notas sobre a relação entre ciência e ontologia**. Temas 4, Ed. Ciências Humanas, São Paulo, 1978.
- HOBSBAWM, ERIC J. **A era das revoluções**: Europa 1789-1848. 3. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 2009.
- HOLZMAN, L. What Kind of Theory is Activity Theory? Introduction **Theory & Psychology**, February, 16: 5-11, 2006.

- ILYENKOV E.V. **The Ideal in Human Activity**. Marxists Internet Archive, 2009.
- ILYENKOV, E. V. A Contribution on the Question of the Concept of “Activity” and Its Significance for Pedagogy. **Journal of Russian and East European Psychology**, vol. 45, no. 4, July–August 2007a, pp. 69–74.
- ILYENKOV, E. V. Knowledge and Thinking. **Journal of Russian and East European Psychology**, vol. 45, no. 4, July–August 2007b, pp. 75–80.
- JENKINS, E.W. School Science, Citizenship and the Public Understanding of Science // **International Journal of Science Education**, Vol. 21. n 7. 1999.
- JOHNSON, S. **Emergência: a dinâmica de rede em formigas, cérebros, cidades e softwares**. Jorge Zahar Editor, Rio de Janeiro, 2004, 231 págs.
- JONES, P. Activity, activity theory and the Marxian legacy. In: JONES, Peter, (ed.) **Marxism and education: renewing the dialogue, pedagogy and culture**. Palgrave Macmillan, 193-214, 2011.
- JONES, P. **Breaking away from Capital? : theorising activity in the shadow of Marxism**. Outlines. Critical practice studies, 1, 45-58, 2009.
- KAMII, C.; DEVRIES, R. **O conhecimento físico na educação pré-escolar: implicações da teoria de Jean Piaget**. Trad. de Maria Cristina Goulart. Porto Alegre, Artes Médicas, 1985.
- KIND, P. M. Conceptualizing the Science Curriculum: 40 Years of Developing Assessment Frameworks in Three Large-Scale Assessments. **Science Education** 97(5): 671-694, 2013.
- KIRSCHNER P.A.; SWELLER J.; CLARK R.E. Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based, **Teaching. Educational Psychologist**. Vol.41. n2. 2006.
- KONDER, L. **O que é dialética**. São Paulo:Brasiliense, 2008.
- KOSIK, K. **Dialética do Concreto**. Paz e Terra, Rio de Janeiro, 2011.
- KOYRÉ, A. **Estudos de História do Pensamento Científico**. Ed. Forense- Universitária, Brasília, 1982.
- KOYRÉ, A. **Galileu e Platão**. Lisboa: Gradiva, s.d.
- KOZULIN, A. O conceito de atividade na psicologia soviética: Vygotsky, seus discípulos, seus críticos. In: DANIELS, H. (Org.). **Uma introdução a Vygotsky**. São Paulo: Loyola, 2002.
- KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU, 1987.
- KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino de ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v.14, n.1, jan./mar., p.24-38, 2000.
- KRIMSKY, S. **Science in the private interest: has the lure of profits corrupted biomedical research?** Lanham: Rowman & Littlefield, 2003.
- KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 7.ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2003.
- LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. M.; NARDI, R. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003
- LABURÚ, C. E.; CARVALHO, M. Controvérsias construtivistas e pluralismo metodológico no ensino de ciências naturais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências**, ABRAPEC, UNESP, Bauru, vol. 1, nº.1, p. 57-68, janeiro/abril de 2001.

- LABURÚ, C., et al. Vygotsky e múltiplas representações: leituras convergentes para o ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 30, p. 7-24, 2013, 2013.
- LALAND K. N. **Exploring gene–culture interactions**: insights from handedness, sexual selection and niche-construction case studies. *Phil. Trans. R. Soc. B* 363, 3577–3589. 2008.
- LALAND K. N., ODLING-SMEE J., MYLES S. How culture shaped the human genome: bringing genetics and the human sciences together. **Nat. Rev. Genet** 11, 137–148. 2010.
- LATOUR, B. **Ciência em Ação**: Como seguir cientistas sociedade afora, São Paulo: Unesp, 1997.
- LATOUR, B.; WOOLGAR, S. A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos. Rio de Janeiro: Relume & Dumará, 1997
- LAWSON A.E.; CLARK, B.; CRAMER-MELDRUM, E., FALCONER, K.A., SEQUIST, J.M. AND KWON, Y.J. The development of reasoning skills in college biology: Do two levels of general hypothesis-testing skills exist? **Journal of Research in Science Teaching**, Vol.37. 2000.
- LEACOCK, L. B. **Myths of male dominance**: collected articles on women cross-culturally. (New York, Monthly Review Press, 1981.
- LÊNIN, V. I. **Materialismo e empirocriticismo**. Lisboa, Avante, 1982.
- LÉNINE, V. A Revolução Proletária e o Renegado Kautsky, cap 2. Marxists Internet Archive – <https://www.marxists.org/portugues/lenin/1918/renegado/cap02.htm>, 1977.
- LÉNINE, V. I. **Os cadernos sobre a dialética de Hegel**. Lisboa: Minerva, 1975.
- LEONTIEV A. The Genesis of Activity. **Journal of Russian and East European Psychology**, vol. 43, no. 4, p. 58-71, 2005.
- LEONTIEV, A. N. **O desenvolvimento do psiquismo**. Centauro Editora, São Paulo, 2004.
- LEONTIEV, A. N. **Sobre o Desenvolvimento Criativo de Vigotski**. <https://www.marxists.org/portugues/leontiev/1979/01/vigotski.htm>
- LEONTIEV, A. N. **The Development of Mind**: Selected Works of Aleksei Nikolaevich Leontyev. Marxists Internet Archive, 2009.
- LESSA, S. Democracia no Mundo do Trabalho. In: Souza, J. F.; Oliveira Silva, M. V. (orgs.). **Democracia e Subjetividade**: a produção social dos sujeitos democráticos. Conselho Federal de Psicologia, São Paulo, 2009.
- LESSA, S. **Lukács e a Ontologia**: uma introdução. Outubro (São Paulo), São Paulo, v. 5, n.1, p. 83-100, 2001.
- LESSA, S. **Para compreender a Ontologia de Lukács** (3a edição). 3. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2012. v. 1. 231p.
- LESSA, S. Trabalho e proletariado no capitalismo contemporâneo. São Paulo: Cortez, 2007.
- LOPES, A. C., MACEDO, E. (orgs.). **Currículo de ciências em debate**. Campinas: Papirus, 2004, 192p.
- LORENZETTI, L.; DELIZOIVOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 03, n. 1, 2001
- LUKÁCS, G. **Para uma ontologia do ser social I**. São Paulo: Boitempo, 2012.
- LUKÁCS, G. **Para uma ontologia do ser social II**. São Paulo: Boitempo Editorial, 2013

- LURIA, A. R. O desenvolvimento da escrita na criança. In: VIGOSTSKII, LURIA & LEONTIEV. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: EDUSP, 1988, p.143-189.
- LYONS, T. Different Countries, Same Science Classes: Students' experience of school science classes in their own words. **International Journal of Science Education**, 28(6), 591-613, 2006.
- MACHADO, A. H. **Aula de Química: Discurso e Conhecimento**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, 1999.
- MAIA, E. Pós-Modernos, marxistas e a pobre ciência na modernidade. **Pensamento Plural**, v. 13, p. 07-27, 2013.
- MAIA, P. F.; JUSTI, R. Desenvolvimento de habilidades no ensino de ciências e o processo de avaliação: análise da coerência. **Ciênc. educ.** (Bauru), Bauru, v. 14, n. 3, 2008.
- MARICONDA, P. R. O controle da natureza e as origens da dicotomia entre fato e valor. **Sci. stud.**, Set 2006, vol.4, no.3, p.453-472
- MARX, K. **"Prefácio", em Contribuição à crítica da economia política**. Trad. Maria Helena Barreiro Alves, 2. ed., São Paulo, Martins Fontes, 1983.
- MARX, K. **Crítica à filosofia de direito de Hegel**. Tradução: Rubens Enderle e Leonardo de Deus, 1ª ed. São Paulo: Editora Boitempo, 2005. MARX, 2007, p. 539 itálicos no original.
- MARX, K. Introdução à Contribuição para a Crítica da Economia Política. <https://www.marxists.org/portugues/marx/1859/contcriteconpoli/introducao.htm>, 1859.
- MARX, K. **Manuscritos econômico-filosóficos**. Lisboa: Edições 70, 1975.
- MARX, K. **O 18 de brumário de Luís Bonaparte**; [tradução e notas Nélío Schneider; prólogo Herbert Marcuse]. - São Paulo: Boitempo, 2011.
- MARX, K. **O capital** (livro III, 2º tomo). São Paulo: Abril, 1983, p. 271.
- MARX, K. **O capital: crítica da economia política: Livro I: o processo de produção do capital**; [tradução de Rubens Enderle]. São Paulo: Boitempo, 2013.
- MARX, K.; ENGELS, F. **A ideologia alemã**. São Paulo: Boitempo, 2007.
- MATTHEWS, M. R. **Thomas Kuhn's Impact on Science Education**: What Lessons can be Learned? *Science Education* 88(1), 2004. P. 90-118.
- MATTHEWS, M. R. **Vino Viejo em Potellas Nuevas: Un problema com la Epistemologia Constructivista**. **Enseñanza de Las Ciencias**, 12 (1), 79 – 88, 1994.
- MATTOS, C. R. Conceptual Profile as a Model of a Complex World. In: Eduardo Mortimer; Charbel N. El-Hani. (Org.). **Conceptual Profile: A theory of teaching and learning scientific concepts**. 1ed.Dordrecht: Springer, 2014, v. 42, p. 263-291.
- MATTOS, C. R. de; VIGGIANO, E. A methodology to assess conceptual profiles within context delimitation. In: G. Cakmakci & M.F. Taşar (eds.). (Org.). **Contemporary science education research: learning and assessment**. 1ed.Ankara: Pegem Akademi, 2010, v. 1, p. 431-438.
- MATTOS, C. R. O ABC da Ciência. In: Nilson Marcos Dias Garcia; Ivanilda Higa; Erika Zimmermann; Cibelle Celestino Silva; André Ferrer Pinto Martins. (Org.). **A pesquisa em ensino de Física e a sala de aula: articulações necessárias**. 1 ed. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2010, v. 1, p. 141-156.
- MATTOS, C. R.; GASPAR, A., A origem das propriedades gerais da matéria e a crença dos professores na validade e importância desse conteúdo: uma reflexão do papel do

- livro didático no ensino de ciências. In: **Atas do VI II Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física**, São Paulo: SBF, 2002.
- MATURANA, H. R. & VARELA, F. **A árvore do conhecimento**: as bases biológicas da compreensão humana. São Paulo: Palas Athena, 2001. 283 p.
- MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Física, volume 1**. - São Paulo: Scipione, 2006.
- MEIRA, M.E. Para uma crítica da medicalização na educação. **Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Educacional**. V. 16.n.1. P.135-142, 2012.
- MERTON, R. K. Science, technology and society in seventeenth century England. New York: Howard Fertig, 1970.
- MESZÁROS, I. **Beyond Capital**: Towards a theory of transition. Merlin Press, Londres e Nova Iorque, 1995.
- MÉSZÁROS, I. **Estrutura social e formas de consciência**: a determinação social do método. São Paulo: Boitempo, 2009.
- MÉSZÁROS, I. **Para além do capital**: rumo a uma teoria da transição. São Paulo: Boitempo, 2011.
- MILLAR, R. Twenty first century science: insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science, **International Journal of Science EDUCATION**, 28(13): 1499–521, 2006.
- MILLAR, R.; DRIVER, R. Beyond Processes. Studies in Science Education, 14, 33-62. MILLAR, R. Constructive criticisms. **International Journal of Science Education**, v.11, p.587-596, 1989, 1987.
- MONTEIRO, I.C.C.; GASPAR, A. Um estudo sobre as emoções no contexto das interações em sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 1, pp. 71-84, 2007.
- MOREIRA, M. A. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, 2002.
- MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 22, no. 1, Março, 2000.
- MOREIRA, M.A.; MASINI, E.F.S. **Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel**. 2ª edição, Centauro Editora, São Paulo. 2006.
- MORIN, E. **Ciência com consciência**, Bertrand Brasil, 2005.
- MORTIMER, E.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sócio-cultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, 7(3): 1-24, 2002.
- MORTIMER, E.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sócio-cultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, 7(3): 1-24, 2002.
- MORTIMER, E.F. Conceptual change or conceptual profile change? **Science & Education**, v. 4, p. 267-285, 1995.
- MORTIMER, E.F. E MACHADO, A.H. A Linguagem em uma Aula de Ciências, **Presença Pedagógica**, v.2, n.11, 1996, p. 49-57.
- MORTIMER, Eduardo Fleury. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.
- MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Práticas de ensino de ciências na região de Santa Maria/RS: algumas características. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 3, p. 47-65, 2010.

- NARDI, R. Memórias da educação em CIÊNCIAS no Brasil: a pesquisa em ensino de Física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.10(1), pp. 63-101, 2005.
- NASCIMENTO, F., et al. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR**, n.39, 2010. P.225-249.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **National science education standards**. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996.
- NEOKOSMIDIS, I., AVARITSOTIS, N.; VENTOURA, Z. Modeling gender evolution and gap in science and technology using, **Expert Systems with Applications**, 40, 3481–3490, 2013.
- NETTO, J. P. **Introdução do estudo do método de Marx**. São Paulo: Expressão Popular, 2011. 64 p.
- NETTO, J. P. **Modernidade e Pós-Modernidade**. 2000. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=fHrZi1F7jd4>>. Acesso em: 05/06/2015.
- NETTO, J. P. Notas sobre democracia e transição socialista. In: **Democracia e Transição Socialista** - Escritos de Teoria e Política. Belo Horizonte: Oficina de Livros, 1990.
- NICOLI JUNIOR, R. B.; MATTOS, C. R. A disciplina física no ensino secundário nos anos de 1810 até 1930. In: **Encontro Nacional de pesquisa em ensino de ciências**, 6., 2007, Florianópolis. Atas... Belo Horizonte: ABRAPEC, 2007. p. 1-12.
- NICOLI, J. R.; MATTOS, C. R. História e memória do ensino de Física no Brasil: a Faculdade de Medicina de São Paulo (1913-1943). **Ciência & Educação**, v. 18, n. 4, p. 851-873, 2012.
- NIELSEN, J.A. Co-opting Science: A preliminary study of how students invoke science in value-laden discussions. **International Journal of Science Education**. Vol.34. n2. 2012.
- OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*). Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006. Paris, 2006.
- OSBORNE, J. Science education for the twenty first century. **Eurasia Journal of Mathematics, Science, Technology Education**, 3(3), 173–184, 2007.
- OSBORNE, J. Science for Citizenship. In J. Osborne and J. Dillon (Eds.), **Good Practice in Science Teaching**. What Research has to Say (46-67) (2nd ed.). McGraw-Hill Open University Press, 2010.
- PAZELLO, F. P. O Conceito de Generalização a partir de um Olhar Dialético-Complexo sobre o Modelo de Perfil Conceitual. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2011.
- PAZELLO, Felipe Prado; MATTOS, Cristiano Rodrigues de. O Conceito de Generalização: Explorando os Limites do Modelo de Perfil Conceitual. **XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Águas de Lindóia, 2010.
- PIAGET, J.; SZEMINSKA, A. **A gênese do número na criança**. Rio de Janeiro: Zahar, 1981.
- PIAGET, Jean. **A construção do real na criança**. Rio de Janeiro: Zahar, 1970
- POPKWITZ, T. S. Pisa. In: M A. Pereyra et al. (eds.), **PISA Under Examination: Changing Knowledge, Changing, Tests, and Changing Schools**, Sense Publishers, 2011, p. 31–46.
- POPKWITZ, T. The production of reason and power: curriculum history and intellectual traditions. **Journal of Curriculum Studies**, 29(2), 131-164. 1997.

- POSNER, G.J., STRIKE, K.A., HEWSON, P.W. & GERTZOG, W.A (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. **Science Education**, 66(2): 211-227.
- QUEIROZ, G.R.P.; BARBOSA-LIMA, M.C. Conhecimento científico, seu ensino e aprendizagem: Atualidade do construtivismo, **Ciência & Educação**, v. 13, n. 3, p. 273-291, 2007.
- RATNER, C. Historical and contemporary significance of Vygotsky's sociohistorical psychology. In: Rieber, Robert W. (Ed); Salzinger, Kurt (Ed). **Psychology: Theoretical-historical perspectives** (2nd ed.). , (pp. 455-473). Washington, DC, US: American Psychological Association, xvii, 1998, 509 pp.
- REIS, J. C.; GUERRA, A.; BRAGA, M.:Ciência e arte: relações improváveis? **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 13, (suplemento), p. 71-87, outubro 2006.
- RODRIGUES, A. M. **Redimensionando a noção de aprendizagem nas relações entre perfil conceitual e contexto**: uma abordagem sócio-cultural-histórica. Dissertação de mestrado. Instituto de Física, Universidade de São Paulo, 2009.
- RODRIGUES, A. M. & MATTOS, C. R. Reflexões sobre a noção de significado em contexto. *Indivisa*, **Boletín de Estudios e Investigación**, 7, p. 323-33, 2007.
- RODRIGUES, A. M., MATTOS, C. R. Reflexões sobre a noção de significado em contexto. **V Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativa**, Madri, 2006.
- RODRIGUES, A. M., MATTOS, C. R. Theoretical considerations about conceptual profile dynamic. **European Science Education Research Association Congress**, Malmo – Suécia, 2007.
- RODRIGUES, A. M., CAMILLO, J., MATTOS, C R. Quasi-appropriation of dialectical materialism: a critical reading of Marxism in Vygotskian approaches to cultural studies in science education. **Cultural Studies Of Science Education**, v. 9, p. 583-589, 2014.
- ROSA, C. W.; ROSA, A. B. Ensino da Física: tendências e desafios na prática docente. **Revista Iberoamericana de Educación** (ISSN: 1681-5653) n.º 42/7 – 25 de mayo de 2007.
- ROTH, W.-M. Activity theory in education: An introduction. **Mind, Culture, & Activity**, 11, 2004.
- ROTH, W.-M., LEE, Y.-J., & HSU, P.-L. A tool for changing the world: possibilities of cultural-historical activity theory to reinvigorate science education. **Studies in Science Education** 45(2), 131-167, 2009.
- ROUANET, S. P. **As razões do Iluminismo**. São Paulo: Companhia das Letras, 1987.
- SALEM, S. **Perfil, evolução e perspectivas da pesquisa em Ensino de Física no Brasil**. Tese [Doutorado em Ensino de Ciências] - IFUSP. São Paulo, 2012.
- SANNINO, A., DANIELS, H. AND GUTIÉRREZ, K. Activity theory between historical engagement and future-making practice. In: Sannino, A., Daniels, H. and Gutiérrez, K. D., eds. **Learning and Expanding with Activity Theory**. Cambridge, pp. 1-18, 2009.
- SANTOS, B. S. **Introdução a uma ciência pós-moderna**, s/d. <http://www.boaventuradesousasantos.pt/pages/pt/livros/introducao-a-uma-ciencia-pos-moderna.php>.
- SANTOS, B. S. **Pela mão de Alice**. O social e o político na transição pós-moderna. São Paulo: Cortez, 1997.

- SANTOS, F. M. T.; GRECA, M. I. (Orgs.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. 1ª Edição, Editora Unijuí, Ijuí, 2008.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.95-111, 2001.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. **Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica**. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 16, n.1, p. 59-77, 2011.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, p. 333-352, 2008.
- SAUL, A. M. A construção da escola pública, popular e democrática, na gestão Paulo Freire, no município de São Paulo. **XVI ENDIPE - Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino**, 2012.
- SAUL, A. VOLTAS, F. Q. Diálogos possíveis: Paulo Freire em diferentes áreas do conhecimento- a construção de um teatro dialógico. In: Regina L. G. L. de Brito; Ana Maria Saul; Dom Robson Medeiros Alves. (Org.). **Paulo Freire: contribuições para o ensino, a pesquisa e a gestão da educação**. 1ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2014, v. 1, p. 181-197.
- SAVIANI, D. **Pedagogia Histórico-Crítica: Primeiras aproximações**. 9. ed. Campinas: Autores Associados, 2005.
- SAVIANI, O paradoxo da educação escolar: análise crítica das expectativas contraditórias depositadas na escola. **Cadernos de Pesquisa: Pensamento Educacional**, Curitiba, v. 5, n. 10, p. 13-28, mai.-ago. 2010.
- SEARLE, J. R. Minds, brains, and programs. **Behavioral and Brain Sciences**. p. 417-445, 1980.
- SHAMOS, M. H. **The myth of scientific literacy**. New Brunswick: Rutgers University Press, 1995.
- SHINN, T.; RAGOUET, P. **Controvérsias sobre a ciência: por uma sociologia transversalista da atividade científica**. Trad. de Pablo Rubén Mariconda e Sylvia Gemignani Garcia. São Paulo: Associação Filosófica Scientia Studia/ Editora 34, 2008.
- SIKORA J.; POKROPEK A. Gender segregation of adolescent science career plans in 50 countries. **Sci. Educ.** 96, 234–264 10.1002/sce.20479, 2012.
- SKINNER, B. F. Teaching Machines, **Science**, New Series, Volume 128, Issue 3330 (Oct. 24, 1958), 969-977.
- SODRÉ, MATTOS. **Complexificando o Conhecimento Cotidiano: incluindo a física na problematização da alimentação**, 2013.
- SODRÉ, N. W. **Desventuras da marxologia**. Temas de ciências humanas. São Paulo, 1979.
- SOUZA, R. A.; MARTINELLI, T. A. P. Considerações históricas sobre a influência de John Dewey no pensamento pedagógico brasileiro. In: **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, n.35, p. 160-162, set.2009 - ISSN: 1676-2584.
- STETSENKO, A. **From relational ontology to transformative activist stance: Expanding Vygotsky's (CHAT) project**. Cultural Studies of Science Education, 3, 465-485, 2008.
- STETSENKO, A. Standing on the shoulders of giants: A balancing act of dialectically theorizing conceptual understanding on the grounds of Vygotsky's project. In W.-M. Roth (ed.), **Re/structuring science education: ReUniting Psychological and Sociological Perspectives** (pp. 53–72). New York: Springer, 2010.

- STETSENKO, A. **The challenge of Individuality in cultural-historical activity theory: Collectivindual” dialectics from a transformative activist stance.** *Outlines – Critical Practice Studies* (special issue on transformative social practices edited by I. Langemeyer and S. Schmachtel), 14 (2), 7-28, 2013.
- STETSENKO, A.; ARIEVITCH, I. M. Cultural-historical activity theory: Foundational worldview and major principles. In J. Martin and S. Kirschner (Eds.), **The Sociocultural Turn in Psychology: The Contextual Emergence of Mind and Self** (pp. 231-253). New York, NY: Columbia University Press, 2010.
- STETSENKO, A.; ARIEVITCH, I. The self in cultural-historical activity theory: Reclaiming the unity of social and individual dimensions of human development. **Theory and Psychology**, 14(4) 475-503, 2004.
- STRIEDER, R. B. Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2012.
- TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.
- TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.
- THELEN, E.; ADOLPH, K. E. Arnold L. Gesell: The paradox of nature and nurture. **Developmental Psychology**. 1992;28 (3), p. 368–380.
- VAN DER VEER, R.; VALSINER, J. **Vygotsky**: uma síntese. 4º ed. São Paulo: Loyola, 2001.
- VÁSQUEZ, A. **Filosofia da práxis**. São Paulo: Expressão Popular, 2007.
- VIGOTSKI, L. S. Manuscrito de 1929. **Educação e Sociedade**, 71, pp. 21-44, 2000.
- VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
- VYGOTSKY, L. S. **The Collected Works of L.S. Vygotsky**: Vol. 3. New York: Plenum Press, 1997a.
- VYGOTSKY, L. S. **The collected works of L. S. Vygotsky**: Vol. 4. New York: Plenum Press, 1997b.
- VYGOTSKY, L. S. **The collected works of L.S. Vygotsky**: Vol. 5. New York: Plenum Press, 1998.
- VYGOTSKY, L.S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo, Editora Martins Fontes, 2001.
- WATTS, R. Whose Knowledge? Gender, Education, Science and History of Education. **History of Education: Journal of the History of Education Society**, v36 n3 p283-302, 2007.
- WELLINGTON, J. What is science education for?’, **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 1, n. 1, p. 23-38, 2001.
- WOOD, E. M. **Em defesa da História**: o marxismo e a agenda pós-moderna. *Crítica Marxista*, São Paulo, Brasiliense, v.1, n.3, 1996, p.118-127.
- YANG, F.Y. Exploring high school students' use of theory and evidence in an everyday context: the role of scientific thinking in environmental science decision-making. **International Journal of Science Education**, Vol. 26, n.11, 2004.

- YANG, F.Y.; ANDERSON, O.R. Senior high school students' preference and reasoning modes about nuclear energy use. **International Journal of Science Education**, Vol.25, 2003.
- ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens**. Ensaio, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.