



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO, FILOSOFIA E  
HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS**

**MARICLEIDE PEREIRA DE LIMA MENDES**

**TRANSFORMAÇÃO DA MATÉRIA: UMA ABORDAGEM  
SÓCIO-HISTÓRICA DO CONCEITO MODERNO DE  
TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA**

**SALVADOR  
2018**

**MARICLEIDE PEREIRA DE LIMA MENDES**

**TRANSFORMAÇÃO DA MATÉRIA:  
UMA ABORDAGEM SÓCIO-HISTÓRICA DO CONCEITO  
MODERNO DE TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia, Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito para obtenção do grau de Doutora em Ensino, Filosofia e História das Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Edilson Fortuna de Moradillo

SALVADOR  
2018

**MARICLEIDE PEREIRA DE LIMA MENDES**

**TRANSFORMAÇÃO DA MATÉRIA:  
UMA ABORDAGEM SÓCIO-HISTÓRICA DO CONCEITO  
MODERNO DE TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, da Universidade Federal da Bahia e da Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito para a obtenção do grau de Doutora.

RESULTADO DA BANCA: \_\_\_\_\_ em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2018

**BANCA EXAMINADORA**

Edilson Fortuna de Moradillo – Orientador \_\_\_\_\_  
Universidade Federal da Bahia - UFBA

Abraão Felix da Penha \_\_\_\_\_  
Universidade Estadual da Bahia – UNEB

Álvaro Lima Machado \_\_\_\_\_  
Universidade do Estado da Bahia (UNEB)

Antônio Leonan A. Ferreira \_\_\_\_\_  
Instituto Federal Baiano (IFBA)

Carmen Silvia da Silva Sá \_\_\_\_\_  
Universidade de Brasília (UNB)

Hélio da Silva Messeder Neto \_\_\_\_\_  
Universidade Federal da Bahia - UFBA

Mendes, Maricleide Pereira De Lima  
Transformação da matéria: uma abordagem sócio-  
histórica do conceito moderno de transformação química /  
Maricleide Pereira De Lima Mendes. -- Salvador, 2018.  
144 f. : il

Orientador: Edilson Fortuna de Moradillo.  
Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em  
Ensino, Filosofia e História das Ciências) --  
Universidade Federal da Bahia, Instituto de Física.  
Universidade Federal da Bahia, 2018.

1. Transformação Química. 2. História das Ciências.  
3. Materialismo Histórico-Dialético. 4. Pedagogia  
Histórico-Crítica. I. Moradillo, Edilson Fortuna de.  
II. Título.

## AGRADECIMENTOS

Aqui é o momento de pensar nas pessoas que estiveram ao meu lado compondo este trabalho, pessoas que possuem o meu respeito, a minha gratidão e amizade. Sendo assim, eu agradeço:

Aos meus pais, José Bezerra e Iolanda (*In memorian*), que sempre procuraram mostrar o valor da educação.

Ao meu esposo Antonio Francisco e filhos, Magno Zumbi e Carolina, pelo apoio, suporte e carinho necessários para que eu pudesse completar essa jornada com tranquilidade. **Amo muito vocês.**

Aos amigos Jaqueline Grilo e Marcos Grilo, que no momento certo me deram suporte e ajudaram a tornar essa escrita possível.

As amigas, Susana, Jacira, Joelma, Idalina e colegas de trabalho pelo apoio e incentivo.

Ao amigo Klayton Porto, companheiro de trabalho e de curso, por estar sempre presente quando necessário.

Aos professores do curso que através das aulas ministradas por eles contribuíram na construção da pesquisa.

Ao meu orientador Professor Edilson Moradillo que acompanhou e participou ativamente em todas as fases de execução da pesquisa, sempre disponível, compreensivo e amigo acima de tudo.

A todos que não citados aqui, mas que participaram de forma direta ou indireta desse trabalho.

MENDES, Maricleide P. de L. **Transformação da Matéria**: uma abordagem sócio-histórica do conceito moderno de Transformação Química, 2018, 139 fl. Tese (Doutorado) – Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.

## RESUMO

Esta pesquisa trata da defesa da abordagem sócio-histórica para se trabalhar o conceito moderno de transformação química, por considerarmos que esta abordagem avança na análise crítica da realidade social e da educação, tendo como objetivo maior a emancipação humana. Neste sentido, o trabalho procura trazer uma articulação do conceito moderno de transformação química da matéria com o contexto sócio-histórico em que foi produzido e consolidado. Trata-se de uma pesquisa teórico-bibliográfica, que utiliza como base o referencial metodológico do materialismo histórico-dialético. A escolha desse referencial partiu do entendimento de que ele nos permite uma ampla compreensão e explicação do objeto estudado na pesquisa. Neste sentido, foi imprescindível recorrermos à literatura que trata das seguintes áreas do conhecimento: trabalho como categoria fundante do ser-social; modo de produção de subsistência; e a história da ciência e da química, além de revisarmos os termos em que a relação entre trabalho e educação estariam colocadas na Ontologia do Ser Social. Analisamos os textos de Lessa, Tonet, Marx, Duarte e de Saviani, bem como de outros autores que nos ajudaram a traçar uma contextualização do conceito de transformação química a partir da centralidade do trabalho na constituição do homem como ser social. O estudo procurou estabelecer conexões entre o modo de produzir bens materiais e conhecimento/ciência. Procuramos explicar que, após a revolução industrial, a ciência entrou, de forma sistemática, no sistema produtivo, configurando-se como força propulsora do desenvolvimento social e tecnológico, tendo como lastro, do ponto de vista da economia política, a acumulação de capital. Nesse percurso histórico-crítico, discutimos elementos que procuram estabelecer as inter-relações das transformações químicas e o desenvolvimento no modo de produção moderno, com ênfase nas suas raízes epistemológicas e da econômica política, e pensamos em uma proposta didática que visou integrar e contextualizar histórica e socialmente o ensino do conceito de transformação química. A proposta foi baseada na Pedagogia Histórico-Crítica, que foi desenvolvida pelo filósofo da educação Dermeval Saviani, e tem como pressupostos o materialismo histórico e dialético. Nesse processo, rompeu-se com a visão ingênua de educação, conhecimento, ensino e aprendizagem. A caminhada de construção desta pesquisa evidenciou ser possível um trabalho educativo baseado na Pedagogia Histórico-Crítica e nos seus fundamentos. Entretanto, consideramos que esta não é uma tarefa fácil, pois exige do professor, além de compromisso profissional, uma formação adequada e contínua capaz de instrumentalizá-lo na relação teoria e prática dessa pedagogia.

**Palavras-chave:** Transformação Química, História das Ciências, Materialismo Histórico-Dialético, Pedagogia Histórico-Crítica.

MENDES, Maricleide P. de L. **Matter Transformation: a socio historical approach to the modern concept of Chemical Transformation**, 2018, 139 fl. Thesis (Doctorate) - Institute of Physics, Federal University of Bahia, Salvador, 2018

## ABSTRACT

This research advocates for the socio-historical approach to work on the modern concept of chemical transformation, as we consider that this approach advances in the critical analysis of social reality and education, with the greater goal of human emancipation. In this sense, the work seeks to articulate the modern concept of chemical transformation of matter with the socio-historical context in which it was produced and consolidated. It is a theoretical-bibliographical research, which uses as basis the methodological framework the historical-dialectical materialism. The choice of this reference was based on the notion that it allows us a broad understanding and explanation of the object studied in the research. In this sense, it was imperative to refer to the literature that deals with the following areas of knowledge: work as a foundational category of the social-being; mode of production of subsistence; and the history of science and chemistry, besides reviewing the terms in which the relation between work and education would be placed on the Ontology of Social Being. We analyze the texts of Lessa, Tonet, Marx, Duarte and Saviani, as well as other authors who helped us to contextualize the concept of chemical transformation from the centrality of the work in the constitution of man as a social being. The study sought to establish connections between the way to produce material goods and knowledge/science. We try to explain that, after the industrial revolution, science has systematically entered the productive system, becoming a driving force for social and technological development, backed by the accumulation of capital, from the point of view of political economy. In this historical-critical path, we discussed elements that seek to establish the interrelationships of chemical transformations and development in the modern mode of production, with an emphasis on its epistemological and political economic roots, thinking of a didactic proposal that aimed to integrate and contextualize historically and socially the teaching of the concept of chemical transformation. The proposal was based on the Historical-Critical Pedagogy, which was developed by the philosopher of education Dermeval Saviani, and has as its assumptions the historical and dialectical materialism. During this process, the naive vision of education, knowledge, teaching and learning was broken. The construction of this research evidenced the possibility of an educational work based on the Historical-Critical Pedagogy and its foundations. However, we consider that this is not an easy task, because it demands from the teacher, besides professional commitment, an adequate and continuous training capable of instrumentalizing him in the relationship between theory and practice of this pedagogy.

**Keywords:** Chemical Transformation, History of Sciences, Historical-Dialectical Materialism, Historical-Critical Pedagogy.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

NdC – Natureza da Ciência

AASS – Science for All Amercam

BNCC – Base Nacional Curricular Comum

LDB – Lei de Diretrizes e Bases

PNE – Plano Nacional de Educação

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química

PIBID – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência

UFBA – Universidade Federal da Bahia

PHC – Pedagogia Histórico Crítica



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. A Relação Homem-Natureza.....	22
Quadro 2. Planejamento das aulas da proposta didática .....	111
Quadro 3. Descrição do experimento.....	114
Quadro 4. Descrição do experimento.....	115
Quadro 5. descrição do experimento .....	117
Quadro 6. Atividade proposta para avaliar a prática social modificada .....	118

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	11
1 DISCUSSÃO TEÓRICA .....	20
1.1 Materialismo Histórico-Dialético: o homem como um ser sócio histórico .....	20
1.2 Concepção de História .....	29
1.3 O Materialismo Histórico-Dialético e suas categorias .....	34
1.4 Uma pequena síntese .....	40
2 ARGUMENTOS SOBRE A ABORDAGEM HISTÓRICA DA CIÊNCIA DENTRO DA PERSPECTIVA SÓCIO-HISTÓRICA: ASPECTOS HISTÓRICOS E EPISTEMOLÓGICOS .....	41
2.1 Concepções sobre a natureza da ciência: a difícil consonância dos significados .....	41
2.2 Diferentes enfoques da história da ciência e suas implicações na compreensão da ciência .....	49
2.3 História da Ciência e o Ensino de Química.....	54
3 INTER-RELAÇÕES: ABORDAGEM SÓCIO-HISTÓRICA DO CONCEITO MODERNO DE TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA.....	66
3.1 A transição do Feudalismo para o Capitalismo .....	66
3.1.1 <i>Uma nova forma de produzir bens materiais e de fazer ciência, uma nova perspectiva de transformação da natureza.....</i>	66
3.2 Entrelaçando conceito e contexto .....	76
3.2.1 <i>Elementos para uma análise sócio-histórica do conceito moderno de transformação química .....</i>	76
3.2.2 <i>A revolução industrial: consolidação da ciência moderna e a abertura para pensar em novos aspectos da transformação química .....</i>	82
4 IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO: ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA DO MATERIALISMO HISTÓRICO-DIALÉTICO .....	95
4.1 Contribuições da epistemologia materialista histórico-dialética para o ensino de química.....	95
4.2 O materialismo histórico-dialético e a pedagogia histórico-crítica: um novo paradigma em educação.....	100
4.3 Ensino do conceito de transformação química: uma proposta didática	111
4.3.1 <i>A proposta de ensino .....</i>	111
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	119
REFERÊNCIAS.....	123
ANEXO.....	131

## INTRODUÇÃO

Enquanto professora de química percebo como é deficiente e pouco significativa a inserção da História e Filosofia da Ciência, em especial a História da Química, nos livros didáticos utilizados nas escolas. Essa percepção foi confirmada na minha pesquisa de mestrado, intitulada “o conceito de reação química: história, transposição didática e ensino”. Nesta pesquisa analisei como os autores de livros didáticos do Brasil realizam a transposição didática<sup>1</sup> do conceito de reação química<sup>2</sup> e se os mesmos traziam a abordagem histórica deste conceito em seus compêndios. Em geral, pude constatar que a abordagem histórica era apresentada na forma de textos complementares, colocados ao final dos capítulos ou em pequenas caixas de textos, que trazem a biografia de determinados cientistas químicos, ou então por meio de pequenas inserções de pseudo-história (inserções mitificadas e distorcidas) que reforçam a ideia de que determinada lei ou teoria foi descoberta porque, em certo instante, um cientista teve um “*insight*” que lhe permitiu compreender o fenômeno estudado. Os livros didáticos deixam de fora as contribuições do momento sócio-histórico – principalmente as questões econômicas, éticas, políticas, filosóficas do ser social e da ciência - vigente na época e as influências no modo de pensar e de agir são desconsideradas.

Diante dessas constatações, passei a pesquisar e a me interessar sobre as possibilidades de inserção da História e Filosofia da Ciência numa perspectiva sócio-histórica. Esta tese é, portanto, o resultado de todo esse processo de estudo, de pesquisas e de reflexões a respeito desse tema. Nela, serão enfatizadas e analisadas situações referentes ao desenvolvimento histórico do conceito de transformação química numa perspectiva sócio-histórica.

---

<sup>1</sup> Consideramos transposição didática como um instrumento eficiente para analisar o processo através do qual o saber produzido pelos cientistas, o saber sábio (*savior savant*), se transforma naquele que está inserido nos programas e livros didáticos, o saber a ensinar (*savior à enseigner*) e, principalmente, naquele que realmente aparece nas nossas salas de aula, o saber ensinado (*savior enseigné*).

<sup>2</sup> Durante o texto iremos utilizar também a denominação transformação química.

Essa escolha justifica-se pelo fato deste ser um conceito estruturante<sup>3</sup> da ciência química - juntamente com o de estrutura atômica e ligações químicas -, visto que este funciona como um nó em teias conceituais, ou melhor, como ideia estruturadora. Ideias estruturadoras segundo Lima e Barboza (2005, p. 40) são “aquelas que potencializam nosso pensamento e nossa capacidade de relacionar, sintetizar, propor explicações a partir daquilo que já se conhece”.

Uma ideia estruturadora une-se com outras ideias, agregando-as em uma estrutura de pensamento numa perspectiva histórica, neste sentido, defendemos que um conceito estruturante tem sua sustentação na história social do homem, portanto sendo necessário entender este conceito no “[...] seu processo real, no processo do homem fazer-se homem a partir dele mesmo, a partir de sua história social” (MORADILLO, 2010, p. 149)

O conceito de transformação química adequa-se à concepção de conceito estruturante de Gagliardi (1998) e as ideias estruturadoras apresentadas por Lima; Barbosa (2005) e por Moradillo (2010), pois, tal conceito é importante para entender os diversos fenômenos historicamente construídos que acontecem na Química.

A produção de conceitos ou teorias não está desconectada da realidade em que foram gestados. A ciência possui uma dinâmica interna, uma lógica que dá significado e sentido<sup>4</sup> epistemológico a mesma, mas, que também sofre influências econômicas, sociais, éticas e políticas. O significado só faz sentido dentro de nexos e relações sociais estabelecidos dentro de grupos e fatos isolados raramente apresentam sentido. Com esta percepção, passamos a compreender que a rede conceitual da química, não é uma rede “descolada” da realidade, mas um conjunto de conceitos ligados que carregam entre si uma historicidade, que revela o contexto da sua elaboração. Conhecer um conceito através do ensino de ciências implica não apenas conhecer a sua aparência imediata, mas a sua origem e desenvolvimento (sua história), o que permite a compreensão do significado e sentido

---

<sup>3</sup> Segundo Gagliardi (1988), os conceitos estruturantes são aqueles que permitiram e impulsionaram a transformação de uma ciência, a elaboração de novas teorias, a utilização de novos métodos e novos instrumentos conceituais.

<sup>4</sup> Na perspectiva de Leontiev (2004) os termos significado e sentido surgem com o seu conteúdo material, ligado à ação. Para este pesquisador a “estrutura da consciência humana está regularmente ligada a estrutura da atividade humana” O significado está associado ao que o indivíduo faz, à sua ação pontual, à sua ação propriamente dita e o sentido à motivação do mesmo, a atividade teleologicamente posta, que geralmente é composta de várias ações (LEONTIEV, 2004, p. 106).

científico/epistemológico do mesmo, em determinadas condições sociais de produção da nossa existência.

A ciência, assim como a ciência química, é histórica. Seus artefatos e suas teorias estão intimamente integrados à historicidade dos modos de produção da nossa existência, das operações, das técnicas instrumentais e das instituições que a tornam possível em um determinado contexto. Isto sugere que o estudo da ciência não pode ser delimitado atemporalmente.

Existem várias possibilidades de pensarmos a história dos diversos conceitos da Ciência/Química na sala de aula a partir dessa perspectiva crítico-dialética, contudo, elegemos aqui como objeto de estudo o conceito químico de transformação. Essa escolha não foi por acaso, pois o conceito de transformação, além de ser um conceito estruturante como sinalizado anteriormente, é de extrema importância para o entendimento da própria história da humanidade, uma vez que ele está virtualmente articulado ao processo produtivo da existência humana, pois o desenvolvimento do conceito e de práticas ligadas à transformação (reação) da matéria está presente na formação das diversas civilizações.

Acreditamos que por meio da história e epistemologia da Química, podemos conhecer a formação de um conceito, as várias concepções que se sucederam nos seus diferentes contextos e as modificações ocorridas ao longo do tempo relacionadas não só a fatores epistemológicos, mas também econômicos, éticos, políticos, religiosos, dentre outros. Um estudo usando o referencial sócio-histórico-epistemológico também revelará relações importantes com outros conceitos, que certamente serão importantes para o ensino de Química.

Com esta percepção, acreditamos que existe um consenso de que a história da ciência deve estar no ensino de química (FREIRE JUNIOR, 2002; HODSON, 1992; LEITE, 2002; MATTHEWS, 1995; MORADILLO, 2010; NIAZ, 2001; OKI, 2006; PAIXAO, CACHAPUZ, 2003; SOLBES, TRAVES, 1996; WANG, MARSH, 2002). Porém, a articulação entre a história, a sala de aula e conhecimento químico não é simples e depende, entre outros aspectos, da concepção de ser social e de história que o professor apresenta.

Isso nos leva a crer que nem toda abordagem histórica é igual, e que todas elas transportam consigo uma intencionalidade e uma visão de mundo, seja do

historiador que relatou os aspectos históricos, seja do professor que utiliza e adapta este relato na sua aula. O uso da abordagem histórica no ensino de química, que adota uma perspectiva crítico-dialética busca estabelecer nexos entre as questões internalistas da ciência, a questão epistemológica, e as questões externalistas, principalmente o econômico, político e ético.

A historicidade explica o caráter social e transformador do ser humano, esclarecendo que esse se faz humano no movimento histórico que articula passado, presente e futuro. Assim, historicidade é uma categoria teórica que expressa o movimento dialético que constitui e explica as transformações do ser humano ao longo da história. A capacidade histórica é específica das realidades sociais, sendo assim, o ser humano é o único ser que vivencia o histórico como dialética do movimento que o constitui. Quando realizamos esse olhar para a história, usamos o que alguns autores vêm chamando de abordagem externalista. Essa perspectiva externalista vem apontar a importância do meio social para as mudanças que ocorrem na ciência, neste contexto, a história é parte constituinte de qualquer ideia científica ou filosófica.

Neste trabalho, defendemos que uma abordagem como essa pode levar o indivíduo a se apropriar da história e não perder de vista a noção de totalidade, de modo que a história faça sentido e não seja um aglomerado de fatos sem conexão alguma.

Escolhemos o método dialético por acreditar que este leva o pesquisador a trabalhar sempre considerando a contradição e o conflito; o movimento histórico; a totalidade e a unidade dos contrários; além de apreender, em todo o percurso de pesquisa, as dimensões filosóficas, material/concreta e política que envolve seu objeto de estudo.

Outra potencialidade da teoria que fundamenta esse estudo é que, a mesma, pode possibilitar o estabelecimento de múltiplas categorias de análise, dialeticamente relacionadas à síntese, possibilitando a superação do conhecimento fragmentado e a compreensão da totalidade, ainda que de uma realidade específica, mas sem a reduzida e excessiva especialização do conhecimento científico, que tem provocado abismos epistemológicos entre a Química e a História.

Discordando desta visão tradicional de antagonismo, entendemos que a educação é um complexo vivo, reflexo da sociedade<sup>5</sup> e que não existe forma ideal de educação, pois ela é fruto da práxis e, como tal, se reconstrói constantemente. Desta forma, entendemos que a educação se expressa numa Didática capaz de ser um instrumento significativo de elaboração do conhecimento científico na perspectiva da transformação social

Segundo Duarte (2008) o papel social da escola é de compartilhar o conhecimento produzido pelo homem através das gerações, instrumentalizando os indivíduos para que eles tenham acesso a um conhecimento amplo, sistematizado e voltado para um pensar coletivo.

Para Saviani (2008) as teorias sobre educação possuem algo em comum: o problema da marginalidade, o qual ele retrata em seu livro *Escola e Democracia*. O autor classificou estas teorias em “Não Críticas” e “Críticas”. As teorias Não Críticas, que são compostas pela Pedagogia Tradicional, pela Pedagogia Nova e a Pedagogia Tecnicista, entendem a educação como instrumento de igualdade social, ou seja, são teorias que consideram que a educação tem a função de corrigir os problemas sociais, como o problema da marginalidade.

As teorias críticas são subdivididas em dois grupos, as Crítico-Reprodutivistas (Teoria do Sistema de Ensino como Violência Simbólica, a Teoria da Escola como Aparelho Ideológico do Estado e a Teoria da escola Dualista) e as Críticas Não-Reprodutivistas (Pedagogia Histórico-Crítica e Noções da Pedagogia Freiriana). As Crítico-Reprodutivistas têm a percepção de que a educação sempre reproduz o sistema social onde se insere, sempre reproduz as desigualdades sociais. Seu nome, crítico-reprodutivo, vem do fato de, apesar de perceberem a determinação social da educação (críticas), consideram que esta mantém com a sociedade uma relação de dependência total (reprodutivistas). As Crítico Não Reprodutivistas defendem a socialização do conhecimento não como forma de reproduzir a relação de dominação de uma classe social sob as demais, mas como busca de equiparação entre as classes sociais.

---

<sup>5</sup> Entende-se aqui por “complexo” o sentido dado por Lukács (2010, 2012) em que a práxis social origina novas objetivações humanas, para dar conta da reprodução social, a exemplo da religião, ciência, linguagem, educação, filosofia, Estado, família, funcionário público, exército, dentre outros. Portanto, a sociedade pode ser definida como um “complexo de complexos” (LUKÁCS, 2010, 2012).

Para Saviani, as teorias críticas são aquelas que “postulam não ser possível compreender a educação senão a partir dos seus condicionantes sociais” (SAVIANI, 2008, p.15). Nesta lógica, a educação não é a única responsável pelos problemas sociais, sobretudo, o problema da marginalidade.

Para nós uma teoria crítica da educação não atribui a esta a total responsabilidade pelos problemas sociais, sobretudo, a marginalidade. Entretanto, a escola se constitui em um importante lugar para buscar resolvê-los, não tendo o papel de reforçar a ideia de domínio material entre as classes sociais. Por isso, se entende que esta teoria é Crítica Não-Reprodutista. Logo, entendemos neste trabalho que as teorias críticas, aqui nos referimos a Pedagogia Histórico Crítica, são aquelas que têm como pontos básicos: a crítica à lógica do capital e a busca pela sua superação, articulando dialeticamente educação e sociedade (SAVIANI, 2008).

Partimos do pressuposto básico que, dadas as condições atuais da sociedade, calcada nos valores do capital e o conseqüente esvaziamento cultural da escola pública, é necessária uma teoria educacional que tenha como finalidade o avanço social das classes populares e, por isso, assumimos a Pedagogia Histórico- Crítica (PHC) como o caminho possível à realidade brasileira.

Esta teoria surge no contexto dos debates pedagógicos da década de 1980, resgatando o caráter crítico da compreensão escola-sociedade sem abandonar a dimensão dialética e histórica dos condicionantes e contradições sociais (SAVIANI, 2008). Neste sentido, a PHC está em plena consonância com os pressupostos teóricos e filosóficos que embasam o materialismo histórico-dialético e carrega a compreensão que o papel da educação é promover a humanização dos indivíduos por meio da socialização do conhecimento historicamente elaborado.

A PHC se distancia das demais pela questão da historicidade e da compreensão de homem como sujeito que, por meio do trabalho, transforma a natureza e se transforma, um homem localizado no seu tempo histórico.

Na perspectiva histórico-crítica, a escola é, acima de tudo, “uma instituição cujo papel consiste na socialização do saber sistematizado”, que cria novas relações com a ciência como *corpus* de elaboração e sistematização de conhecimento (SAVIANI, 2008, p.14).



Advogamos que se faz necessário permitir que todos os discentes tenham acesso a uma educação que lhes propicie perceber as relações existentes entre causas e consequências de um determinado saber. Isto só é possível se o ensino desse saber se ancorar numa teoria pedagógica de caráter crítico, que carregue consigo aspectos históricos, sociais, políticos, econômicos e/ou culturais.

Entretanto, não encontramos na literatura abordagens neste viés. O que encontramos na maioria das vezes carrega um viés que tem como foco a transmissão de conceitos científicos de modo tradicional, fragmentados, esvaziados em seu sentido mais amplo, alheios à historicidade.

Considerando que a relevância dessa investigação emerge da importância de uma discussão sobre como se ensinar o conceito de reação química numa perspectiva sócio histórica e se essa abordagem é facilitadora para a compreensão de tal conceito, temos a seguinte pressuposto de pesquisa: *Na prática de ensino em química, a ênfase nos produtos da ciência química tem criado obstáculos à sua compreensão na medida em que o ensino e a aprendizagem de conceitos ficam centrados numa concepção técnico-instrumental, fragmentando o processo de conhecimento da realidade, em detrimento do processo de produção da ciência química numa perspectiva sócio-histórica, que orienta o ensino e a aprendizagem de conceitos numa concepção omnilateral da formação humana.*

Diante deste pressuposto de pesquisa surgiram os seguintes questionamentos, aos quais pretendemos responder a partir da realização desta investigação: *(i) É possível trabalhar o conceito de reação química numa perspectiva histórico-crítica? (ii) Como o contexto sócio-histórico influenciou na evolução do conceito de reação química? (iii) Qual a importância de ensinar o conceito de reação química pela perspectiva sócio-histórica?*

Para respondermos a estes questionamentos e ao pressuposto de pesquisa, traçamos os seguintes objetivos: *(i) Discutir o papel dos conteúdos da química para a formação humana (omnilateral); (ii) Discutir a influencia do contexto sócio histórico na produção do conceito moderno de transformação química; (iii) Compreender a importância do ensino do conceito de reação química à luz da Pedagogia Histórico-crítica; (iv) Elaborar uma proposta didática que tem como foco o uso da História da Ciência numa perspectiva sócio histórica como ferramenta para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem do conceito de transformação química.*

Trata-se de uma pesquisa teórico-bibliográfica, utilizando como base o referencial do materialismo histórico-dialético. A escolha desse referencial partiu do entendimento de que ele nos permite uma ampla visibilidade da totalidade e do objeto estudado na pesquisa. Nesse sentido, foi imprescindível revisar os termos em que a relação entre trabalho e educação estariam colocadas na Ontologia do Ser Social. Analisamos os textos de Saviani, bem como de outros autores que nos ajudaram a traçar uma contextualização da educação a partir da centralidade do trabalho na constituição do homem como ser social.

Para realizarmos este trabalho, pesquisamos sobre o conceito de reação química em diferentes fontes secundárias da História da Química e buscamos estruturar a narrativa, não dissociando os elementos sócio-históricos dos conceitos científicos necessários à aprendizagem do aluno. Tudo isto dentro de uma perspectiva externalista da História das Ciências.

Como sabemos que esse referencial não é tão conhecido, e visando responder o nosso pressuposto, nossos questionamentos e contemplar os objetivos propostos de pesquisa, estruturamos esta tese da seguinte forma:

Neste primeiro capítulo introduzimos o trabalho buscando explicitar o problema da investigação e seus objetivos, bem como as principais indagações e inquietações que justificam o desenvolvimento do estudo.

No segundo capítulo apresentamos uma reflexão sobre o materialismo histórico-dialético, trazendo os teóricos que sustentam esta pesquisa. Este capítulo tem como objetivo discutir acerca do desenvolvimento do ser social, do desenvolvimento da ontologia do ser social, conforme concebido por Marx.

O terceiro capítulo traz um estudo sobre a abordagem histórica da Ciência, refletindo sobre alguns indicadores apontados pela literatura que trata do papel da relevância da História da Ciência para o ensino de química. Exporemos também uma revisão de trabalhos envolvendo concepções sobre a Natureza da Ciência e as concepções de abordagens internalista e externalista da Ciência. Pleiteamos, com as considerações, oferecer contribuições que nos parecem ser relevantes quando tratamos do fazer sócio histórico e do fazer pedagógico no ensino de química.

O quarto capítulo é dedicado ao estudo de contextualização histórico/social e nele abordaremos aspectos sócio-históricos do conceito moderno de transformação

de química. Elegemos um recorte temporal que começa na transição da sociedade feudal, que coincide (não por acaso) com a revolução científica nos séculos XVI/XVII, passando pela revolução industrial (1776-1830), importante marco para compreender o pano de fundo a partir do qual vai ser produzido o conceito moderno de transformação química. Neste capítulo iremos estabelecer nexos dos aspectos gerais da história com o conceito específico de transformação química.

No quinto capítulo trazemos algumas implicações desta pesquisa para o ensino de química, abordando as contribuições da epistemologia materialista histórico-dialética para o ensino de Química, os princípios e pressupostos filosóficos gerais da Pedagogia Histórico Crítica e apresentando uma proposta didática para trabalhar o conceito de transformação química numa perspectiva do materialismo histórico dialético. Salientamos que esta proposta não será aplicada neste trabalho de pesquisa.

Por fim, nas considerações finais, desenvolvemos uma reflexão sobre como a inserção de elementos sócio-históricos podem colaborar na construção do conceito de transformação química, como também expor ideias sobre o processo de realização desta pesquisa e potencialidades de subsidiar demais trabalhos decorrentes deste.

## 1 DISCUSSÃO TEÓRICA

Neste tópico iremos sistematizar os teóricos que sustentam esta pesquisa. A teoria utilizada apresenta raízes filosóficas no materialismo histórico dialético, pois a mesma articula o lógico e o histórico da realidade social, como forma crítica de compreender o processo de ensino. A concepção da ontologia do ser social, de trabalho como categoria fundante do ser social, trazida no legado marxiano, é o objeto central da discussão neste capítulo. Para tanto iremos nos apoiar em teóricos como Marx, Lessa, Tonet, Duarte para fazermos uma análise ontológica da categoria trabalho como fundante da vida humana, pois o trabalho marca a origem do ser social, o salto entre a esfera biológica e a social. Aqui apresentamos uma discussão acerca do desenvolvimento do ser social, ou seja, do desenvolvimento da “Ontologia do ser social”, conforme concebida por Marx.

### 1.1 Materialismo Histórico-Dialético: o homem como um ser sócio histórico

Para compreender as bases filosóficas que ancoram os pressupostos teóricos deste trabalho iniciamos nossa discussão partindo de uma reflexão acerca da constituição social, histórica e cultural do homem. Aqui vamos enxergar o ser humano em uma concepção mais ampla, o de um ser que é capaz de intervir sobre o mundo e sobre si mesmo, que ensina e que aprende, ou seja, como um ser social.

Neste contexto, as necessidades humanas não são restritas apenas às necessidades biológicas da espécie, mas também estão relacionadas com as necessidades produzidas ao longo do seu desenvolvimento. Não é possível pensar e refletir sobre o ser social sem considerar que o homem é um ser biológico que pertence à natureza, pois é a partir das possibilidades de vida oriundas dos aspectos biológicos, que os homens poderão se desenvolver socialmente (MORADILLO, 2010).

Segundo o materialismo histórico e dialético (MARX, ENGELS 2002; LESSA; TONET, 2004; DUARTE, 2004) a natureza existe independente da presença humana, no início como uma natureza inorgânica.

Marx (2005), nos Manuscritos Econômicos e Filosóficos, ao se referir à ciência da geogenia, deu um duro golpe na teoria da criação e levantou a questão da regressão infinita sobre a origem do primeiro homem e da natureza como um todo. Ele demonstrou que essas questões são puras abstrações:

Se você indaga acerca da criação da natureza e do homem, você está abstraindo estes. Você os supõe não-existentes e quer que eu demonstre que eles existem. Replico: desista de sua abstração e ao mesmo tempo você abandonará sua pergunta [...] Você pode retrucar: não quero conceber a inexistência da natureza, etc.; só lhe pergunto acerca do ato de criação dela, tal como indago ao anatomista sobre a formação dos ossos, etc. Como, no entanto, para o socialista, o conjunto do que se chama história mundial nada mais é que a criação do homem pelo trabalho humano, e a emergência da natureza para o homem, ele, portanto, tem a prova evidente e irrefutável de sua autocriação, de suas origens (MARX, 2005, p. 1).

Percebemos na citação acima que Marx dava início à apresentação do salto ontológico do ser orgânico para o ser social. O ser orgânico é caracterizado pelo surgimento da vida e por sua determinação biológica, proveniente de outro salto ontológico, do ser inorgânico — a matéria — para a vida. Assim, para Marx, a essência humana tem que ser buscada na prática, nas relações sociais, na materialidade terrestre e não no céu.

O processo evolutivo do ser inorgânico produziu o ser orgânico. Esse processo evolutivo foi marcado por saltos ontológicos e desses saltos ontológicos surge uma nova esfera do ser. O primeiro salto ontológico foi o da passagem do ser inorgânico/inanimado ao ser orgânico/ser vivo. O ser orgânico dá conta de sua existência de maneira biologicamente determinada. Sua interação com a natureza se dá de forma instintiva e sua adaptação ao meio é lenta e ocorre de maneira passiva.

O segundo salto ontológico foi o da passagem do ser biológico ao ser social. Neste salto, o ser humano passa a produzir permanentemente o novo e faz isso agindo sobre a natureza através de uma ação deliberada e consciente. Estudar a ontologia do ser social na perspectiva marxiana é conceber o ser humano, como um ser real, material, dinâmico e social, que se insere em contextos sócio-históricos estabelecidos pelos seres da mesma espécie.

Salientamos que estes saltos ontológicos aconteceram ao longo da história, pois representam uma co-evolução, uma adaptação ativa, que rompe com a

determinação biológica. As relações sociais passam a ser o fundamento da formação da espécie. O homem adapta-se de forma ativa, transformando a ele e a natureza (Quadro 1).

**Quadro 1:** A relação homem-natureza

<b>Relação Homem-Natureza</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processo de humanização = o ser humano a se produzir: produzindo cultura e sendo por ela produzido</li> <li>• O ser humano = indivíduo/social/histórico</li> <li>• Natureza = natureza/social/histórica</li> <li>• Co-transformação permanente: do ser humano, da natureza e da relação entre esses.</li> </ul>

**Fonte:** Moradillo (2010, p. 82).

Por esse prisma, reiteramos que a concepção da ontologia do ser, na qual o homem se constitui como tal a partir da construção de sua ferramenta e diferencia-se do animal por arquitetar em seu pensamento suas ideias de modificação da natureza.

Marx (1982, p.45) parte do pressuposto de que a concepção histórica humana é materialista, asseverando “a existência de indivíduos humanos vivos”. O animal não se distingue de sua atividade vital<sup>6</sup>, ou seja, do seu caráter genérico, o homem por sua vez, faz de sua atividade vital, objeto de sua vontade conscientemente orientada. Por isso, enquanto o animal produz sempre o mesmo para si e para sua cria, o homem produz universalmente sempre o novo para todo gênero.

Assim como faz o animal, o homem vive da natureza exterior, porém, ao contrário do animal, o homem torna universal seu domínio sobre a natureza exterior. Nesse processo, a natureza exterior torna-se o corpo inorgânico do homem. Portanto, os homens produzem seus meios de vida, a partir das condições postas pela natureza e, diferente dos animais, modificam-na de acordo como suas necessidades, através de suas ações no decorrer da história. Segundo Engels:

---

<sup>6</sup> A classificação no reino animal tem por fundamento a especificidade da atividade vital realizada. Marx (2004, p 84) a esse respeito salienta que: “O animal é imediatamente um com a sua atividade vital. Não se distingue dela. É ela”.

[...] O animal utiliza a natureza exterior e produz modificações nela pura e simplesmente com sua presença, entretanto, o homem, por meio de modificações submete-a [a Natureza] a seus fins, a domina. É esta a suprema e essencial diferença entre os homens e os animais; diferença decorrida também do trabalho (ENGELS, 2002, p.125)

Essa atividade que é consciente e que busca atingir determinados fins é chamada de trabalho. O trabalho, como categoria posta em Marx, é o marco responsável pelo segundo salto ontológico, ou seja, pela formação do ser social. Através do trabalho, a espécie humana, por meio de sua atividade vital, que é consciente, liberta-se da reprodução biológica (vai além), constituindo-se então numa nova forma de ser, o ser social.

Sob esse olhar, Marx define o trabalho como a atuação do homem sobre a natureza externa para dar utilidade aos seus recursos, como forma de satisfazer suas necessidades humanas. Ainda na perspectiva dele, o homem não abandona sua natureza orgânica, no entanto a sua história é muito mais que sua reprodução biológica. “A partir do trabalho, o ser humano se faz diferente da natureza, se faz um autêntico ser social, com leis de desenvolvimento histórico completamente distintas das leis que regem os processos naturais” (LESSA; TONET, 2004, p. 9). Neste sentido, o trabalho permanece como pressuposto da existência humana, sendo condição necessária e natural do intercâmbio material entre o ser social, a natureza e a sociedade.

Considerando esta perspectiva, o trabalho, é tido como processo de premeditação do ser social com a natureza, processo esse que se encontra implícito na sua própria ação, sendo, portanto a sua *práxis*<sup>7</sup>. Para Marx a categoria trabalho é tão importante que numa crítica à filosofia de Hegel ele afirma que “O modo de produção da vida material é que condiciona o processo de vida econômica, política e social. Não é a consciência dos homens que determina o seu ser, mas,

---

<sup>7</sup> Para melhor compreensão de seu significado, tomemos como referência a definição de *práxis* de acordo com Konder (2002, p. 115): “A *práxis* é atividade concreta pela qual os sujeitos humanos se afirmam no mundo, modificando a realidade objetiva e, para poderem alterá-la, transformando-se a si mesmos. É a ação que, para se aprofundar de maneira mais consequente, precisa da reflexão, do autoquestionamento, da teoria; e é a teoria que remete à ação, que enfrenta o desafio de verificar seus acertos e desacertos, cotejando-os com a prática. (...) A *práxis* é atividade que, para se tornar mais humana precisa ser realizada por um sujeito mais livre e mais consciente. Quer dizer: é a atividade que precisa de teoria.” Tal afirmação nos mostra que a *práxis* não significa o desenvolvimento da prática por si só, e nem se limita ao estudo da teoria sobre a prática, mas implica o desenvolvimento de ação prática e material, a qual prescinde da teoria, e esta por sua vez, busca na própria ação e realidade social seu ponto de partida.

inversamente, o seu ser social que determina a sua consciência (MARX, 2007, prefácio)

Em todas as sociedades, desde a mais primitiva até a atual os meios de produção e meios de subsistência para a reprodução social, provocaram transformação da natureza. O que se percebe é a modificação da forma pela qual as atividades de produção e distribuição são organizadas e realizadas. Os objetos produzidos sofrem mudanças, em suas formas e distribuição, porém, não elimina o fato da necessidade de transformação entre o homem e a natureza, condição do ser social.

No entender de Saviani,

O homem necessita produzir continuamente sua própria existência. Para tanto, em lugar de se adaptar à natureza, ele tem que adaptar a natureza a si, isto é, transformá-la. E isto é feito pelo trabalho. Portanto, o que diferencia o homem dos outros animais é o trabalho. E o trabalho instaura-se a partir do momento em que seu agente antecipa mentalmente a finalidade da ação. Conseqüentemente, o trabalho não é qualquer tipo de atividade, mas uma ação adequada a finalidades. É, pois, uma ação intencional (SAVIANI, 2011, p. 11).

Nesta mesma perspectiva Neto e Braz (2009) sinalizam que o trabalho é a ponte entre o homem e a natureza e é a partir deste intercâmbio que novas necessidades e possibilidades vão sendo postas, remetendo para além do trabalho, criando novas mediações sociais a exemplo da filosofia, arte, ciência, religião, direito, Estado, família, dentre outras. O trabalho é o modelo das objetivações humanas, pois todas elas supõem as características constitutivas do trabalho: teleologia, universalização e linguagem, logo, podemos considerar que o ser social é mais que trabalho, pois ele cria objetivações que ultrapassam o universo do trabalho.

Não é possível nenhuma forma de trabalho concreto sem uma premeditação/prévia-ideação, ou seja, antes de pôr em prática qualquer atividade, o homem faz uma projeção de todo o material e etapas necessárias para a efetivação de tal atividade. Segundo Lessa e Tonet (2004), “É esta capacidade de idear (isto é, de criar ideias) antes de objetivar (isto é, de construir objetiva ou materialmente) que funda para Marx, a diferença do homem em relação à natureza, funda a evolução humana” (LESSA; TONET, 2004, p.9).



Segundo Marx (1985), essa prévia-ideação é o que diferencia a perfeição de uma colmeia de abelhas do pior arquiteto, portanto é agir de forma teleológica, ou seja, agir de forma pensada.

[...] O que distingue, de antemão, o pior arquiteto da melhor abelha é que ele construiu o favo em sua cabeça, antes de construí-lo em cera. No fim do processo de trabalho obtém-se um resultado que já no início deste existiu na imaginação do trabalhador e, portanto, idealmente. Ele não apenas efetua uma transformação da forma da matéria natural; realiza, ao mesmo tempo, na matéria natural seu objetivo, que ele sabe que determina, como lei, a espécie e o modo de sua atividade e ao qual tem de subordinar sua vontade (MARX, 1985, p. 149-150).

Seguindo o caminho filosófico de Marx, ganhamos subsídios para entender que a categoria ontológica central do trabalho é a teleologia. Marx identifica a teleologia, como um ato intrínseco ao homem, já que requer uma atividade consciente que só o ser social pode executar, pois o homem possui uma capacidade humana de planejar prévia e conscientemente o resultado do processo do trabalho pretendido e de operacionalizar esta finalidade objetivamente, conforme planejou. Neste sentido, Marx se diferencia de todos os autores desde Aristóteles até Hegel que conferiram à teleologia um caráter cosmológico universal, dando margem ao entendimento de que o ser em geral, e não só o ser social, teria um autor consciente.

Lessa e Tonet (2004) ao citar o exemplo do coco, apresentam a capacidade do ser social de criar algo a cada momento que se depara com fatos reais da vida cotidiana e as necessidades dos indivíduos sociais. Segundo estes autores, ao se deparar com este fruto, o homem, em seu estado primitivo, traz para sua consciência a necessidade de quebrar o coco e se alimentar, deste modo, ao tecer prévia-ideação para este fim, tem a capacidade de objetivar em sua consciência os meios que poderá utilizar para realizar tal tarefa.

O ser social parte do real, leva para a mente e volta ao real na forma objetivada, pensada, com determinações e finalidades daquilo que foi pensado. O homem, ao pegar um objeto (pedra, madeira, coco) idealiza esse objeto na sua mente, busca elementos do próprio mundo para a sua identificação. Neste processo, segundo Marx, este objeto começa a ganhar significado e a existir na cabeça do indivíduo, assumindo características materiais, concretas e reais. Dentre as diversas

finalidades, o homem escolhe uma para sua utilização, como por exemplo, a construção de um instrumento de trabalho (um machado) e utiliza-a para criar outros instrumentos ou objetos, como por exemplo, uma canoa (MORADILLO, 2010).

Estas características do trabalho como atividade humana, atividade social de transformação da natureza e de si próprio é que possibilita a criação de uma realidade humana, social e histórica. A construção de instrumentos torna-se elemento fundamental desse processo. De acordo com Duarte:

A transformação dos objetos em instrumentos, em meios da ação humana, constitui o mais clássico e claro exemplo da apropriação da natureza pelo homem. Um instrumento é não apenas algo que o homem utiliza em sua ação, mas algo que passa a ter uma função diversa de sua função natural, uma função cuja significação é dada pela atividade social. O instrumento é, portanto, um objeto que é transformado para servir a determinadas finalidades no interior da atividade humana. O homem cria novo significado para o objeto. (DUARTE, 1993, p. 33)

Os animais ao se relacionarem com o meio ambiente realizam atividades que satisfazem suas necessidades biológicas. Os animais podem até “construir” coisas, como o joão-de-barro e outras espécies de pássaros que constroem seus ninhos, as formigas que constroem sua habitação coletiva, as abelhas que constroem os favos, o fazem laçando mão de uma habilidade herdada da sua espécie. Diferente do joão-de-barro, das formigas e das abelhas que modificam a natureza, baseado no seu legado genético e em uma aprendizagem circunstanciada, o homem projeta a sua modificação na consciência antes de realizá-la na prática (DUARTE, 2004).

Sendo assim, o homem para dar conta de sua existência se relaciona com a natureza, extraíndo dela meios para sua subsistência. Ao ir à natureza para satisfazer a sua esfera orgânica, o homem produz necessidades que não são imanentes à sua esfera biológica, tornando-se o único ser que gera atividade para além das suas necessidades, que estão ligadas a produção material da vida humana.

Podemos dizer então que o trabalho possui dois elementos fundamentais; o primeiro desses elementos é o uso e a utilização de instrumentos e o segundo é o seu caráter social, pois o trabalho se efetiva como atividade coletiva, de modo que o homem, no decorrer desse processo, entra numa relação com a natureza e com

outros homens. O trabalho passa a ser, portanto, um processo mediatizado pelo instrumento e pela sociedade.

[...] na produção, os homens não agem apenas sobre a natureza. Eles só produzem colaborando de uma determinada maneira e trocando entre si as suas atividades. Para produzir, entram em ligações e relações determinadas uns com os outros e não é senão nos limites destas relações sociais que se estabelece a sua ação sobre a natureza, a produção, isto é, que se realiza a produção. (MARX, 2010, p. 45).

Percebemos então que a atividade humana desde início foi sempre coletiva, e essa coletividade gerou também a “produção” de relações sociais e da linguagem humana/fala. Assim, tanto os instrumentos como as relações entre os indivíduos e a linguagem foram adquirindo uma existência objetiva, como resultados da atividade humana. Por isso a produção humana será sempre uma produção social com significado socialmente estabelecido (DUARTE, 2004).

Segundo Lessa e Tonet (2004) essa existência objetiva, é chamada de objetivação. O processo de objetivação de acordo com Duarte (2004, p.50) “é o processo de produção e reprodução da cultura humana (cultura material e não-material), produção e reprodução da vida em sociedade”. Ainda segundo este pesquisador, o processo de objetivação não existe sem o processo de apropriação da cultura pelos indivíduos. É por meio da apropriação que o homem recupera o legado histórico objetivado e pode avançar para outras objetivações mais elaboradas.

Por meio da objetivação, o homem transforma os bens naturais e culturais com os quais se relaciona se objetivando neles, produzindo neles seus objetivos, suas finalidades, tornando-os portadores de funções humanas. Duarte (1993) traz uma síntese evidenciando o caráter histórico social dos processos de apropriação e objetivação humana, buscando clarear as relações entre objetivação e apropriação enquanto dinâmica própria à atividade vital humana, dinâmica essa geradora do processo histórico, a partir da análise da produção de instrumentos pelo homem:

O homem não cria uma realidade sua, humana, sem apropriar-se da realidade natural. Ocorre que esta apropriação não se realiza sem a atividade humana, tanto aquela de utilização do objeto enquanto meio para alcançar uma finalidade consciente, como também e principalmente a atividade de transformação do objeto para que ele possa servir mais adequadamente às novas funções que passará a ter, ao ser inserido na atividade social... O ser humano cria uma nova função para o objeto (...) e

busca, pela sua atividade, obrigar, até onde lhe seja possível, o objeto a assumir as feições e características desejadas. Ou seja, existe aí um processo no qual o objeto, ao ser transformado em instrumento, passa a ser uma objetivação (enquanto produto do processo de objetivação), pois o homem objetivou-se nele, transformando-o em objeto humanizado, **portador** de atividade humana,... A questão fundamental é que, ao sofrer a ação humana, o objeto passa a ter novas funções, isto é, passa a ser **portador** de funções sociais. Resumindo essa relação entre objetivação e apropriação na produção de instrumentos: o homem se apropria da natureza objetivando-se nela para inseri-la em sua atividade social. Sem apropriação da natureza não haveria a criação da realidade humana, não haveria a objetivação do homem. Sem objetivar-se através de sua atividade o homem não pode se apropriar de forma humana da natureza. Outra forma pela qual a relação entre objetivação e apropriação se realiza na incorporação de um objeto natural à atividade social humana é a de que, nesse processo, surgem (se objetivam) novas forças e necessidades humanas, em função de novas ações geradas pelo enriquecimento da atividade humana. (DUARTE, 1993, p. 34 e 35)

Segundo Leontiev (1978) com base nas possibilidades biológicas e nas necessidades da sua atividade vital, o homem desenvolveu, conjuntamente com a produção da subsistência pelo trabalho, com a sociabilidade e com a comunicação através da linguagem, a capacidade de raciocínio, de pensamento, de reflexão, de consciência, de planejamento social das ações com base numa finalidade previamente definida.

Nesta perspectiva não podemos falar de mundo sem falar de homem e suas ações. O mundo é resultado da atividade humana passada, os produtos objetivados em atividades de gerações passadas passam a fazer parte do mundo de novos indivíduos, que da mesma maneira o transformarão. Na acepção de Pires (1997) o materialismo histórico dialético tem uma compreensão de homem, de sociedade e de cultura calhadas historicamente por meio da construção material da humanidade, do ambiente, do organismo e dos fenômenos físicos, ao mesmo tempo em que estes também modelam aqueles, de forma dialética.

O princípio básico nessa perspectiva é a contradição que há na realidade pelo fato de a mesma possuir muitas faces. Essa contradição proporcionará um movimento do pensamento, uma reflexão que se concluirá na realidade concreta.

O princípio da contradição, presente nesta lógica, indica que para pensar a realidade é possível aceitar a contradição, caminhar por ela e apreender o que dela é essencial. Neste caminho lógico, movimentar o pensamento significa refletir sobre a realidade partindo do empírico (a realidade dada, o real aparente, o objeto assim como ele se apresenta à primeira vista) e, por meio de abstrações (elaborações do pensamento, reflexões, teoria), chegar

ao concreto: compreensão mais elaborada do que há de essencial no objeto, objeto síntese de múltiplas determinações, concreto pensado. Assim, a diferença entre o empírico (real aparente) e o concreto (real pensado) são as abstrações (reflexões) do pensamento que tornam mais completa a realidade observada (PIRES, 1997, p. 5).

Nesta lógica, o materialismo histórico e dialético colabora para o modelo educativo pensado por Saviani (2006) com relação ao entendimento da realidade empírica que deve se transformar por meio de reflexão teórica. Para Saviani, o sujeito quando é instrumentalizado pelo conhecimento, alcança uma concreticidade do pensamento. Temos aqui uma ligação dialética entre educação e sociedade, pois a prática educativa envolve valores e interesses ideológicos que estão ligados à estrutura sócio econômica da sociedade.

Aqui apresentamos de maneira geral, a concepção marxista de ser humano. Esta introdução ao pensamento marxista nos é importante, uma vez que, o referencial no qual estamos nos apoiando possui suas bases em tais pressupostos. Torna-se claro que se faz necessário, para esse trabalho, uma pedagogia que se assuma marxista e, portanto, entenda o homem como um ser social que tem suas origens ontológicas no trabalho. A pedagogia que tem esse pressuposto é a Pedagogia Histórico Crítica à qual me dedicarei no quinto capítulo.

## **1.2 Concepção de História**

Por que nos interessa conhecer a história? A história é uma dimensão da realidade, pois tanto a natureza, a sociedade como a consciência estão em permanente movimento, em um eterno devir, com dinâmicas diferentes. Além disso, por que nos interessamos em estudar o passado, ou seja, por que nós queremos conhecer as coisas realizadas pelas gerações anteriores? Ao considerarmos que é por meio da história que nos formamos como homens; que é por ela que nós nos conhecemos e tomamos consciência do que somos; que pelo estudo do que fomos no passado descobrimos, ao mesmo tempo, o que somos no presente e o que podemos vir a ser no futuro, é que acreditamos que o conhecimento histórico emerge como uma necessidade vital de todo ser humano.

Compreender a história humana é entender que o homem se torna homem ao apropriar-se dos conhecimentos produzidos e transmitidos de geração a geração por

meio da cultura. A transmissão do legado construído pela humanidade para as novas gerações permite que não se tenha que a cada momento reinventar a roda. Podemos dizer, portanto, que ao falarmos de ser humano estamos nos referindo a um ser que é histórico e cultural.

Assim, a natureza está no homem e o homem está na natureza, porque o homem é produto da história natural e a natureza é condição concreta, então, da existência humana. Partindo desse pressuposto, a separação do homem de suas condições naturais de existência não é "natural", mas histórica, tendo em vista que a prática humana encontra-se vinculada a sua história. Portanto, podemos afirmar que as ideias refletem (não de modo mecânico) o mundo que o homem vive e as condições materiais disponíveis de um dado momento histórico. Nas palavras de Marx e Engels (1980, p.25-26):

A produção de ideias, de representações e da consciência está em primeiro lugar direta e intimamente ligada à atividade material e ao comércio material dos homens; é a linguagem da vida real (...) Não é a consciência que determina a vida, mas sim a vida que determina a consciência.

Destarte, entendemos que ao falarmos ou localizarmos um determinado fenômeno, cientista ou ideia não podemos separá-los das influências mais gerais e dos determinantes econômicos, políticos, éticos e epistemológicos que se fizeram presentes na época.

No livro *Ideologia Alemã*, Marx e Engel (1998), apontam que o modo pelo qual a produção material de uma sociedade é realizada constitui o fator determinante do desenvolvimento e das transformações sociais e históricas. Para Marx e Engels aquilo que os indivíduos são, depende das condições materiais da sua produção. A concepção da história deles assenta, portanto, no desenvolvimento do processo real de produção.

Marx e Engels (1998) sinalizam que a produção das ideias está diretamente ligada à atividade material, à sua vida real. Para eles o modo de produção da vida material condiciona o processo da vida social, política e intelectual em geral. Partindo dessa premissa, condenam a filosofia hegeliana que reduzia o homem concreto à consciência de si.

Neste sentido, compartilhamos com as ideias dos autores de que em toda a história o homem não é uma imanência única: na idade antiga ou ele era escravo ou

cidadão; na idade média era servo ou senhor; na idade moderna é proletário ou patrão, ou seja, ou ele detém os meios de produção ou vende sua força de trabalho.

Esta ideia de Marx e Engels coaduna com a ideia de Hobsbawm (1995), tendo em vista que a realidade humana de cada indivíduo se constrói na relação com os outros e se desenvolve no tempo, a memória passa a ser uma faculdade específica do ser humano e atinge o auge de sua expressão quando se manifesta como memória histórica. E a perda da “memória histórica” é o que Hobsbawm (1995) considera um dos traços mais característicos da época atual, como fica claro no seguinte parágrafo:

A destruição do passado – ou melhor, dos mecanismos sociais que vinculam nossa experiência pessoal à das gerações passadas – é um dos fenômenos mais característicos e lúgubres do final do século XX. Quase todos os jovens de hoje crescem numa espécie de presente contínuo, sem qualquer relação orgânica com o passado público da época em que vivem. Por isso os historiadores, cujo ofício é lembrar o que outros esquecem, tornam-se mais importantes que nunca no fim do segundo milênio. Por esse mesmo motivo, porém, eles têm de ser mais que simples cronistas, memorialistas e compiladores. Em 1989 todos os governos do mundo, e particularmente todos os ministérios do Exterior do mundo, ter-se-iam beneficiado de um seminário sobre os acordos de paz firmados após as duas guerras mundiais, que a maioria deles aparentemente havia esquecido. (HOBBSAWM, 1995, p.13).

A perda ou falha da “memória histórica” leva a uma hipertrofia da história e esta, acaba por não ser compreendida e o seu significado não é explicitado claramente; neste sentido, a história acaba sendo absorvida como uma sequência de fatos ou sequência de ideias, resumindo-se a uma mera cronologia.

Ao se reduzir a história a uma sequência de fatos ou de ideias, provoca-se um agravante maior, pois tais fatos (ou ideias) acabam por se resumir naquilo que Saviani (2013) chamou de “fatos de supra-estrutura”, ou seja, em fatos que se evidenciam mas que não explicam o processo histórico concreto.

Para Hobsbawm (1998) “está perfeitamente claro desde o início que, uma vez que os seres humanos possuem consciência, a concepção materialista da história é base da explicação histórica, mas não a explicação histórica em si” (p.175). Este autor observa ainda que “a história não é como a ecologia: os seres humanos decidem e refletem sobre o que acontece” (p175). Percebemos que nesta

perspectiva homens e mulheres são ao mesmo tempo produtos e produtores da história.

No entender de Moradillo (2010, p.160) tanto a história quanto a ciência,

[...] pode ser tendenciosa e ser utilizada para justificar ideologias políticas e as relações de poder entre sexos, raças, classes econômicas ou outros grupos. Do mesmo modo, a história pode ser moldada ou distorcida para justificar certos pontos de vista da ciência ou para apoiar determinados modelos pedagógicos.

Ainda para este autor,

O historiador investiga de algum lugar em termos de espaço e tempo, ele é datado, faz parte de uma cultura, sua concepção de mundo é sócio- histórica, influenciando-o psicologicamente (a determinação do seu eu, a sua individualidade, o seu processo de individuação); os fatores lógicos, epistemológicos e ontológicos; éticos e políticos; econômicos têm sua importância. A teoria da ciência ou a filosofia da ciência que o historiador acredita, exerce também uma influência determinante na sua abordagem; a sua posição de classe social acaba também influenciando. (idem, p.160)

Aqui vale um posicionamento nosso quanto ao fazer história: para nós, a história não é a substituição da razão pela intuição; o conhecimento, inclusive o histórico, fundamenta-se na realidade objetiva, ou seja, no concreto pensado, sendo então necessária a busca de regularidades. No caso da história, a busca da regularidade é a busca do invariante na variância; da regularidade da dinâmica, não da estática (DEMO, 2000). Neste sentido, a construção da história referida acima tem o seu registro na realidade objetiva e não na subjetividade de cada historiador.

Pesquisadores como (DUARTE, 2003, 2004, 2005; FREITAS, 2005; MORAES, 2003; TONET, 2007) sinalizam que a reconstrução histórica de um fato qualquer, demanda uma interpretação do historiador que, por sua vez, está imerso em uma realidade social da qual ele faz parte e não tem como se separar, sofrendo assim todo tipo de influência, como citado anteriormente. Entretanto, a totalidade histórica está no real e não na intersubjetividade dos indivíduos, neste sentido, negar a objetividade da história substituindo-a pela subjetividade histórica origina um processo caótico e ininteligível.

Entendemos que a história faz sentido, não como determinismo ou como valores abstratos, mas como possibilidades. Segundo Heller,



Não podemos conhecer a meta da história nem sua necessidade [...] Mas podemos estabelecer a possibilidade de um subsequente desenvolvimento dos valores, apoiar tal possibilidade e desse modo emprestar um sentido a nossa história (HELLER, 1985, p.15).

Esses princípios servem para qualquer tipo de história feita pelo homem, inclusive a das ciências da natureza. A história das ciências, que está mergulhada na história social, possibilita um posicionamento quanto à sua invariância dominante. Essa concepção pretende apontar a importância do meio social para as mudanças que ocorrem na ciência, acreditando que a história é mais do que um contexto simples de produção de ideias, mas é parte constituinte de qualquer ideia científica ou filosófica, sem reduzir a obra de um pensador somente a um produto de condições sociais de uma época. Neste sentido, olhamos para o passado, e, portanto, para a história, usando o que alguns autores vêm chamando de abordagem externalista.

Quando Vigotski fala do significado geral de história, apoia-se na célebre afirmação de Marx – “a única ciência é a história” – para esclarecer aquilo que está afirmando. Esta referência nos autoriza a pensar que, se a história é a única ciência, deve ser porque toda ciência é necessariamente histórica. Mas dizer que a ciência é histórica, no contexto do materialismo histórico, equivale a dizer que ela é produto da atividade humana, não um dado puro da razão nem a simples expressão da realidade natural das coisas. Como qualquer produção humana, a ciência está ligada às condições da sua produção. Em termos gerais, pode-se dizer que a ciência é a natureza pensada pelo homem que, dessa maneira, passa a integrar a história humana na forma de ciência da natureza. (SIRGADO, 2000, p. 49).

Acreditamos que uma abordagem como essa pode contribuir para que o indivíduo que se apropria da história não perca de vista uma noção de totalidade, de modo que a história faça sentido e não seja um amontoado de fatos sem conexão alguma.

O caráter dinâmico da Química e o condicionamento social da atividade química encontra na abordagem histórica um fio condutor ao processo de aprendizagem, que contribui para superar o ensino positivista, asséptico e dogmático ainda predominante na educação básica e nas licenciaturas.

### 1.3 O Materialismo Histórico-Dialético e suas categorias

Toda pesquisa enquanto criação científica exige uma fundamentação epistemológica, uma posição clara do pesquisador. Ao analisarmos o sentido etimológico da palavra epistemologia, encontramos que essa palavra vem do grego episteme que significa ciência, conhecimento; e logia, estudo. Nas palavras de Chizzotti (1991) a epistemologia investiga a natureza do conhecimento, seus fundamentos e as justificativas que validam esse conhecimento como verdadeiro.

Ao estudarmos a história do pensamento humano, deparamo-nos com a concepção materialista que se funda na dialética da realidade. A base filosófica da dialética percorre um caminho que vai de Heráclito à Hegel e de Hegel para o pensamento marxista que instituiu uma nova dialética fundada no materialismo histórico. Aqui não nos dedicaremos a uma discussão aprofundada sobre as diferentes conotações que o termo dialético assumiu ao longo da história por não ser nosso objetivo, embora sua importância deva ser reconhecida.

A dialética, na concepção materialista, define-se como um conjunto de leis ou princípios que governam a totalidade da realidade, ou seja, uma dialética ontológica. E por fim, por captar o movimento da história, define-se como uma dialética relacional (BOTTOMOTE, 1987).

A dialética em Marx é embasada no ponto de vista do materialismo, neste prisma, parte do conceito fundamental de que o mundo não pode ser um complexo de coisas acabadas, mais sim um processo de complexos. Neste sentido, a dialética se fundamenta no movimento, tanto do mundo exterior como do pensamento humano, logo, só existe dialética se houver movimento, e só existe movimento de existir processo histórico (SANFELICE, 2008). Marx contribuiu para a construção da concepção dialética de realidade e da construção do método dialético. Uma dessas contribuições diz respeito à teoria do conhecimento.

O conhecimento é, portanto, uma produção do pensamento, ou seja, através de operações intelectuais a realidade objetiva é representada na mente das pessoas. Outra contribuição refere-se ao próprio método. Ao dissertar sobre ele Marx aponta os dois momentos que o constituem, ou seja, o da investigação e o da exposição. “No momento da investigação o pesquisador identifica os pormenores do

objeto, analisa as formas de sua evolução e verifica a conexão existente entre elas. No momento da exposição o pesquisador descreve de modo pertinente o movimento do real” (Marx, 1980, p. 16).

Para Triviños (1987) o materialismo histórico é a ciência que estuda as leis sociológicas que caracterizam a vida da sociedade, a evolução histórica e a prática social dos homens, no desenvolvimento da humanidade. O materialismo histórico significou uma mudança fundamental na interpretação dos fenômenos sociais que, até o nascimento do marxismo, se apoiava em concepções idealistas da sociedade humana.

Criado por Karl Marx (1818-1883) e Friedrich Engels (1820-1895), o materialismo histórico-dialético é um enfoque teórico, metodológico e analítico que é utilizado para compreender a dinâmica e as grandes transformações da história e das sociedades humanas e visa à captação e reprodução do movimento do real no pensamento. O termo materialismo diz respeito à condição material da existência humana, o termo histórico parte do entendimento de que a compreensão da existência humana implica na apreensão de seus condicionantes históricos, e o termo dialético tem como pressuposto o movimento da contradição produzida na própria história.

Segundo Pasqualini e Martins (2015, p.363) o materialismo histórico- dialético parte do,

[...] pressuposto da primazia ontológica do real, o que significa reconhecê-lo como existência *em si*, o conhecimento humano é entendido como uma reconstrução da realidade objetiva no pensamento. Assim, o resultado da elaboração teórica representa uma forma de reprodução ideal de um processo real, com uma aproximação de maior fidelidade possível. Trata-se do postulado pela psicologia histórico-cultural do psiquismo como imagem subjetiva da realidade objetiva, a quem compete orientar os indivíduos na realidade concreta.

Aqui a ênfase na objetividade é justificada na relação entre sujeito e objeto, a objetividade passa a ser a forma concreta. Para Luckács (2010) a representação do real no pensamento não se limita à apreensão da realidade em suas manifestações fenomênicas, mas demanda a superação da representação sensível pela mediação das abstrações do pensamento. O autor destaca que:

[...] o conhecimento científico e também o filosófico devem partir da objetividade concreta do existente que a cada vez torna-se seu objeto e desembocar no esclarecimento de sua constituição ontológica. [...] Essa prioridade incondicional do ser em sua respectiva objetividade concreta determina também seu modo de conhecimento em forma generalizada, portanto, como categoria. (LUKÁCS, 2010, p. 327)

Para o materialismo histórico-dialético, o mundo empírico revela apenas a realidade aparente. As representações primárias decorrentes das projeções na consciência dos homens desenvolvem-se à superfície da essência do próprio fenômeno. Neste sentido, a essência do fenômeno não se revela de modo imediato, uma vez que, não aparece explicitamente em sua manifestação sensível, mas sim pelo desvelamento de suas mediações e de suas contradições internas fundamentais. Assim sendo, a epistemologia materialista histórica e dialética pressupõe a compreensão dos fenômenos em sua processualidade e totalidade no desvelamento de sua concretude (KOSIK, 1976).

Ainda, segundo o autor, compreender a realidade para nela intervir é apreendê-la na totalidade, como síntese de múltiplas determinações. Para Kosik (1976), totalidade significa um todo estruturado e dialético, do qual ou no qual um fato ou conjunto de fatos pode ser racionalmente compreendido pelas determinações das relações que o constituem. Desse modo, os seres e fenômenos que constituem a realidade condicionam-se reciprocamente. Por isso, nenhum fenômeno, seja natural ou social, pode ser explicado isoladamente, sem que se busque sua gênese e causa no processo mais amplo de fatos que o compõe, pois, descolado desse processo mais amplo de que faz parte, o fenômeno torna-se desprovido de significação.

Ao analisarmos as ideias de Lukács (2010), percebemos que ele propõe que para que se tenha uma verdadeira aproximação e compreensão da realidade, os nexos existentes entre as dimensões singular, particular e universal dos fenômenos têm que existir. Neste sentido, a decodificação da realidade dialética entre singular-particular-universal passa a ser um dos princípios necessários à implementação do método materialista histórico-dialético, tendo em vista a apreensão dos fenômenos para além de sua aparência imediata em direção à essencialidade concreta (PASQUALINI; MARTINS, 2015).

Os autores Pasqualini e Martins (2015) trazem uma exploração dos conceitos de singularidade e universalidade.

Quando entramos em contato com um fenômeno empírico, trata-se de uma ocorrência singular, única e irrepetível. [...] Assim, a singularidade se refere às definibilidades exteriores irrepetíveis do fenômeno em sua manifestação imediata, acessível à contemplação viva. Ocorre, porém, em anuência aos preceitos do método materialista dialético, que a singularidade imediata dos fenômenos não nos revela, pelo contato sensível, sua essencialidade concreta. A singularidade em si mesma está no plano da aparência do fenômeno. Para conhecê-lo, é preciso que sejamos capazes de ir além da aparência (p. 364).

Partindo dessa concepção dos autores, podemos sinalizar que no processo de estudo da realidade, o fenômeno que se deseja conhecer inicialmente se dá ao sujeito cognoscente como concreto<sup>8</sup> figurado, como aparência, como visão caótica. É um concreto sensível (porque pode ser captado pelos sentidos mais imediatos).

Nesta mesma linha, Saviani (2013, p. 4) aponta que:

A construção do pensamento ocorre, pois, da seguinte forma: parte-se do empírico, passa-se pelo abstrato e chega-se ao concreto. Isto é: a passagem do empírico ao concreto se dá pela mediação do abstrato. Diferentemente, pois, da crença que caracteriza o empirismo, o positivismo etc. (que confundem o concreto com o empírico) o concreto não é o ponto de partida, mas o ponto de chegada do conhecimento. E, no entanto, o concreto é também o ponto de partida. Como entender isso? Pode-se dizer que o concreto – ponto de partida é o concreto real e o concreto – ponto de chegada é o concreto pensado, ou seja, a apropriação pelo pensamento do real concreto.

Assim, a análise que objetiva superar esse concreto figurado (o pseudoconcreto) em direção ao concreto demanda superar a aparência do fenômeno empírico, o que implica revelar as relações dinâmico-causais a ele subjacentes, captando as múltiplas mediações que o determinam e constituem.

Para Pasqualini e Martins (2015, p. 364),

As leis gerais que regem o desenvolvimento dos fenômenos não se apresentam de forma imediatamente acessível a nossa percepção. Lembremo-nos da lendária situação da queda de uma maçã que inspirou

---

<sup>8</sup> Na tradição marxista, o conceito de concreto tem outro significado. O concreto só pode ser apreendido pelo pensamento como resultado de um processo de análise que supera a dimensão singular do fenômeno. O concreto é, portanto, o ponto de chegada (PASQUALINI; MARTINS, 2015, p. 364).

Isaac Newton a investigar a lei gravitacional em 1687. A observação da queda de um fruto de uma macieira despertou em Newton a seguinte dúvida: “Por que a maçã cai sempre perpendicularmente ao solo?”. Essa ocorrência singular do fenômeno observada por ele se explica justamente pela lei da gravitação universal, que não se mostra a nossa captação sensível imediata do real. Tal lei explica não somente essa ocorrência singular, mas todo um conjunto de fenômenos.

Então, o concreto figurado (em princípio sensível, que se pode ver, quantificar às vezes até, mas que mesmo assim é abstrato porque não é conhecido na sua essência), vai se tornando cada vez mais percebido, vai deixando de ser abstrato, para constituir-se como compreensão em termos de essência, tendo em vista que, no processo de análise do mesmo, o sujeito foi conhecendo as determinações que o constituem. Assim, no caminho de passagem do concreto figurado ao concreto pensado, verifica-se a necessidade do processo de mediação entre a universalidade da teoria e a singularidade com que os fenômenos se expressam no real.

E nas palavras de Pasqualini e Martins (2015) o trabalho do “pesquisador é mostrar como a universalidade se expressa e se concretiza na singularidade, ou, mais que isso, como a universalidade se expressa e se concretiza na diversidade de expressões singulares do fenômeno” (p. 364).

Desse modo, o materialismo histórico-dialético como instrumento lógico de interpretação da realidade, contém em sua essência lógica a dialética e aponta um caminho epistemológico para a referida interpretação.

Neste sentido, por meio do materialismo histórico-dialético almeja-se alcançar ao cerne das relações, dos processos e das estruturas, envolvendo na análise do objeto de estudo também as representações ideológicas ou teóricas construídas sobre tal fenômeno. Nesse aspecto, as pesquisas desenvolvidas na área de educação e que optem pelo materialismo histórico-dialético, tomam como horizonte o descobrimento da realidade estudada, ao passo que seus resultados consistam também em meios teóricos que guiem as ações de transformação da realidade social. Assim, cabe destacar que,

[...] para o materialismo, a realidade social pode ser conhecida na sua concreticidade (totalidade) quando se descobre a natureza da realidade social, se elimina a pseudoconcreticidade, se conhece a realidade social como unidade dialética de base e de supra-estrutura, e o homem como sujeito objetivo, histórico-social (KOSIK, 2002, p. 52).

O materialismo histórico-dialético se afirma, por fim, como um método de investigação que se propõe a intervir nas condições da realidade social objetiva, de modo que a pesquisa desenvolvida se caracteriza, dentre outros, pelo comprometimento do sujeito com sua realidade circundante. Portanto, é um método que visa não apenas interpretar o real, mas fornecer as bases teóricas para sua transformação. O materialismo histórico-dialético, como método e como filosofia, serve – por sua vinculação consciente como uma práxis revolucionária – à transformação do mundo (SÁNCHEZ VÁZQUEZ, 2007).

Na perspectiva do materialista histórico-dialético a educação não pode ser pensada fora do contexto da forma dialética de compreender a realidade, logo, deve “[...] ser entendida como um fenômeno dinâmico e permanente como a própria vida” (GADOTTI, 2003, p.12). Neste sentido, deve ser entendida como uma instância que serve a um projeto, a um modelo, a um ideal de sociedade.

Considera-se o materialismo histórico e dialético como referencial teórico mais apropriado a essa proposta, em virtude das peculiaridades desse estudo, que une conhecimentos filosóficos e históricos e sociais a conhecimentos químicos sobre transformação da matéria e suas contradições com os modelos explicativos das propriedades macroscópicas e microscópicas apresentadas.

Queremos deixar claro que esses aspectos históricos e filosóficos do conceito de transformação da matéria podem ser trabalhados/abordados com outro referencial teórico usando outros elementos históricos sem a utilização do materialismo histórico e dialético, porém essa abordagem não abarcará o horizonte do processo educativo da transformação social, que é o de reconhecer o papel político do ser humano enquanto agente social de transformação da realidade e não como mero receptor das influências sociais.

Ao se considerar a importância de conhecimentos históricos sociais para a compreensão da Química como atividade humana, ciência ao mesmo tempo natural e social, encontra-se a relação implícita entre Ciência e Filosofia. Aqui apontamos a relevância do materialismo histórico e dialético como princípio filosófico e método de análise do conhecimento químico. A ênfase na síntese dialética capaz de superar as contradições do conhecimento químico indica a adequação do estudo de transformação da matéria como conteúdo apropriado a uma abordagem didática de cunho sócio histórico.

## 1.4 Uma pequena síntese

Até aqui apresentamos os pressupostos fundamentais daquilo que tem sido chamada de perspectiva sócio-histórica. Diante de tantos elementos consideramos fundamental fazer uma pequena síntese para auxiliar nas análises que faremos adiante no texto. Podemos ressaltar cinco pontos fundamentais:

1. O ser humano é um ser sócio-histórico.
2. A atividade humana é sempre coletiva e os sentidos emergem das relações existentes entre os indivíduos.
3. O ser humano ao agir sobre o mundo sempre o faz por meio de instrumentos mediadores, que são construções/objetivações sócio-culturais-históricas, cuja capacidade instrumental somente se realiza na atividade humana.
4. A atividade humana apresenta historicidade. Ela não é estática no tempo. Ela evolui e é ao mesmo tempo condicionada (jamais determinada) pelo passado e pelo devir.
5. As contradições que continuamente se instauram é que possibilitam a dinâmica da atividade humana.

Em suma, o ser humano forma-se por meio da sua atividade praxica, atividade que é sempre coletiva e cujos sentidos repousam sobre as complexas relações que se estabelecem entre os seus participantes. Isso quer dizer que além da produção de instrumentos temos também a “produção” de relações sociais. Assim, tanto os instrumentos como as relações entre os integrantes do grupo e, também, a linguagem adquirem uma existência objetiva, como resultados da atividade humana.

A atividade humana se estrutura a partir de necessidades que são refletidas pelos motivos e que levam à coordenação de ações e operações; a sua dinâmica (construção e desconstrução) é dada pela contínua busca de superação das contradições que se fazem presentes.

De posse dos pressupostos da perspectiva sócio histórica, vamos ao próximo capítulo, no qual apresentamos as perspectivas da abordagem histórica a fim de adentrar no campo que estamos investigando e atribuindo novos sentidos.



## **2 ARGUMENTOS SOBRE A ABORDAGEM HISTÓRICA DA CIÊNCIA DENTRO DA PERSPECTIVA SÓCIO-HISTÓRICA: ASPECTOS HISTÓRICOS E EPISTEMOLÓGICOS**

Neste capítulo vamos refletir sobre alguns indicadores apresentados pela literatura que trata do papel da relevância da História da Ciência para o ensino de química. Pretendemos apresentar a visão de alguns estudiosos que argumentam sobre a importância da inserção da abordagem da História da Ciência no ensino e sua contribuição para o processo de ensino e aprendizagem da química. Pleiteamos, com as considerações, trazer contribuições que nos parecem ser relevantes quando tratamos do fazer histórico e do fazer pedagógico no ensino de química.

Os que defendem a inclusão da História da Ciência no ensino justificam que esta abordagem permitirá incluir questões sobre a Natureza da Ciência (NdC). No entanto, tanto para a História da Ciência, quanto para a Natureza da Ciência, existem diferentes concepções sobre seus significados, o que gera interpretações diferentes. É neste sentido que este capítulo pretende fazer uma discussão acerca da História da Ciência, da Natureza da Ciência e das abordagens internalista e externalista da História da Ciência, para, posteriormente, entender sua relação com o ensino e as concepções sobre a Natureza da Ciência.

Um dos aspectos da História da Ciência, destacado pelos historiadores e filósofos, são suas várias abordagens, que, uma vez adotadas no ensino, podem influenciar no entendimento da Natureza da Ciência pelos estudantes.

### **2.1 Concepções sobre a natureza da ciência: a difícil consonância dos significados**

Quando olhamos para história da filosofia, percebemos que existe certa concepção de Ciência e de natureza do conhecimento científico, que se tornou hegemônica. Esta concepção preconiza que a Ciência se define como um conhecimento verdadeiro, incontestável, pronto e imutável.

No entanto, discorrer sobre uma visão adequada da Natureza da Ciência não é algo simples, uma vez que há uma grande divergência entre filósofos da ciência,

historiadores da ciência, cientistas e educadores de ciências para uma definição específica para Natureza da Ciência (GIL-PEREZ et al., 2001, LEDERMAN 2004). Fazer com que professores ensinem e alunos aprendam não somente Ciência, mas também sobre a Ciência tem sido objetivo almejado por vários pesquisadores, pois o entendimento sobre a Ciência envolve compreender o que é chamado de NdC.

Diante desta problemática, pesquisadores em Ensino de Ciências vêm se preocupando em investigar as concepções de Natureza da Ciência desde o início do século passado, dando atenção à inclusão do metaconhecimento científico nos currículos de todos os níveis de ensino, desde a educação básica ao ensino superior (LEDERMAN, 2007).

Isso deixa claro o esforço coletivo de pesquisadores e das várias associações da área de ensino de Ciências para promover uma educação científica pautada em aspectos da História e da Filosofia da Ciência (ABD-EL-KHALICK, 2012; ALLCHIN, 2013; DUSCHL, 1985; LEDERMAN, 1992; MATTHEWS, 1992; MCCOMAS, 1998; MONK, OSBORNE, 1997; ROBINSON, 1965; SEROGLO, KOUMARAS, 2001).

Em uma revisão de literatura mais recente acerca da Natureza da Ciência no ensino de Ciências, Lederman (2007) apontou que a concepção de NdC normalmente se refere à epistemologia da ciência, a ciência como uma forma de saber, ou os valores e as crenças inerentes ao conhecimento científico e seu desenvolvimento.

Neste sentido, podemos dizer que é possível pensar que o que está sendo chamado de NdC tenha o mesmo significado que Filosofia da Ciência (ou Epistemologia). De fato, a Filosofia da Ciência constitui uma parcela considerável do que se denomina NdC, contudo, esses termos não são sinônimos.

Percebemos que os estudos existentes sobre NdC coadunam sobre quatro abordagens que são: estudos sobre as concepções de NdC de estudantes e de professores, estudos para verificar a adequação de propostas de melhorias dessas concepções em sala de aula e estudos que estabelecem uma relação entre a visão dos professores e de estudantes.

Lederman (1992) ao realizar à análise dos dados obtidos referentes às concepções dos alunos e dos professores sinalizou que as pesquisas têm indicado uma visão inadequada sobre a Natureza da Ciência. Esta, mesma visão foi

sinalizada por outros autores (ABD-EL-KHALICK; AIKENHEAD, 1973, 1992; LEDERMAN; O'MALLEY, 1990, RYAN; HARRES, 1999). Ainda segundo Lederman (1992), os trabalhos sobre concepções de NdC de professores em formação ou em exercício, também não têm sido otimistas quanto à aproximação das concepções de docentes de uma visão considerada bem informada.

Acreditamos que esta distorção em compreender a Natureza da Ciência pode ser decorrente de aspectos envolvidos na construção do conhecimento científico, pois na maioria das vezes são vistos de maneira distorcida por parte dos estudantes, isso pode ocorrer devido a um processo de ensino de aprendizagem de ciências que se limita a ser mecânico e memorístico.

Podemos ainda dizer que a falta de compreensão sobre a NdC afeta negativamente o que os professores ensinam e, por sua vez, o que os alunos aprendem. Na maioria das vezes, a ciência é ensinada com pouca conexão com o mundo real e isso faz com que o ensino perpetue visões que se afastam da forma como se constroem e evoluem os conhecimentos científicos (GIL-PÉREZ et al., 2001).

Para uma tentativa de reversão de uma imagem popular da ciência, é preciso incluir a NdC no currículo dos cursos de formação de professores e no currículo do Ensino de Ciências. Assim, os professores seriam encorajados a ensinar sobre a Natureza da Ciência e, conseqüentemente, os estudantes, em contato com a NdC, seriam estimulados a apreciar outras visões da Ciência, que atualmente incluem o método científico disseminado como único e infalível; uma imagem de ciência empirista, distante da teoria e socialmente neutra (GIL-PÉREZ et al., 2001).

Em conformidade com essa visão, existem autores na área de ensino de Ciências (COLLINS et al., 2003; LEDERMAN, 2007; PARASKEVOPOULOU, KOLIOPOULOS, 2011) que defendem o uso dos aspectos característicos das Ciências que valorizem a criticidade que deve ter o ensino de Ciências. Esses autores destacam que listas de aspectos de NdC são úteis para a reflexão sobre a visão de ciência que geralmente se ensina.

Na perspectiva de Lederman (2007), os aspectos aceitos de ciência e que são relevantes para os estudos em educação abarcam: (i) *A existência de leis e teorias científicas*; (ii) *A capacidade do cientista de inferir e observar (a natureza*

*empírica da ciência); (iii) A noção de que o conhecimento científico é provisório; (iv) A visão de que o conhecimento científico também está associado à criatividade e à imaginação; (v) A visão de que o conhecimento científico é orientado por teorias; (vi) A visão de que a ciência está inserida em um contexto cultural, social e histórico; e (vii) A inexistência de um método científico único.*

Ainda que haja certo consenso sobre estes aspectos da NdC que devem ser trabalhados na educação básica, há duras críticas à listagem de tais aspectos. Essas críticas são relevantes, sobretudo por considerarem que o uso literal de listas pode comprometer um aprendizado crítico. Defendemos que os itens da lista de aspectos da NdC, sinalizada acima, precisam ser melhor compreendidos. Acreditamos que tal lista, retrata uma imagem estreita da ciência, pois as regras e os objetivos da ciência raramente são explorados.

Allchin (2011) aponta que há questões centrais quanto às práticas científicas que são frequentemente desconsideradas em uma abordagem não contextualizada da NdC. Por exemplo, a credibilidade da ciência e suas inter-relações sociais podem trazer implicações para o financiamento e programas de pesquisa específicos, gerando certamente um resultado prático para a ciência.

O contexto social, político e econômico, influencia a Ciência. Dizemos que esta influência evidencia a não neutralidade da Ciência e do pensamento científico, ou seja, nenhum cientista ou ideia científica está livre das influências deste contexto; pelo contrário, as questões da época, suas concepções, o local em que vivem e as influências que sofrem podem desempenhar um papel importante na aceitação, rejeição e desenvolvimento das ideias da Ciência. Assim a ciência está imbuída de fatores sociais.

Ao analisarmos o significado da expressão NdC encontramos ideias localizadas em diferentes domínios como: Filosofia, História, Sociologia e a Psicologia. Na concepção de Medeiros e Bezerra Filho (2000) este tipo de conhecimento transcende às ciências naturais na direção da filosofia, das ciências cognitivas e sociais, constituindo-se num metaconhecimento.

Lederman (1992) localiza esta expressão no campo da epistemologia como uma forma de conhecimento que abarca valores e crenças intrínsecas ao próprio desenvolvimento do conhecimento científico. Neste sentido, as concepções sobre a

natureza da ciência são concepções de natureza epistemológica. Aqui, destacamos que a lista consensual de NdC proposta por Lenderman (1992), não contribui para um desenvolvimento de uma visão mais ampla da Ciência, porém devemos considerar a relevância pedagógica desta para o ensino de Ciência.

Pesquisadores da área em Educação em Ciências (McCOMAS; ALMAZROA; CLOUGH, 2000; VASQUÉZ ALONSO; MASSANARO-MAS, 1999) têm produzido documentos com recomendações sobre esta temática. Nestes documentos sinaliza-se que na ausência de consenso sobre uma determinada questão, devem ser apresentadas diversas visões evitando-se assim uma possível doutrinação.

No Editorial da revista *Science & Education*, Matthews (1997) indicava que o objetivo de se discutir a NdC no campo da educação científica não é a doutrinação, mas a apresentação de razões e argumentos que permitam a aceitação de determinada posição em detrimento de outras, levando-se em conta o atual estágio das discussões.

As mudanças no último século na forma de conceituar a NdC, refletem os inúmeros debates e alguns consensos presentes nos diversos campos envolvidos como a Filosofia, a Sociologia e a História da Ciências e este reflexo influencia na educação em ciências.

Na década de sessenta do século XX, houve grande ênfase ao método científico e suas etapas, na década seguinte, do mesmo século, passa-se para o reconhecimento das características do conhecimento científico ainda pouco exploradas, a exemplo do seu caráter provisório, público, histórico e sujeito a regras e valores que lhe atribuem consistência interna.

Na década de oitenta, o desenvolvimento de pesquisas na área da psicologia aplicada à aquisição do conhecimento, levou ao reconhecimento da influência de outros fatores nas explicações sobre o desenvolvimento do conhecimento científico.

A década de noventa chega com tentativas de sistematização desta questão e iniciativas foram feitas para que fosse possível o delineamento de um adequado entendimento da NdC. Essa concepção sobre ciência encontra-se alicerçada sobre três pilares essenciais, conforme determina o projeto *Science for All American* (AAAS – Ciências para todos, 1993), que são: *i) a ciência não pode fornecer respostas para todas as perguntas; ii) a investigação científica apresenta uma base*

*lógica e empírica, porém não se pode esquecer que ela envolve a imaginação e a criatividade; (iii) é importante o reconhecimento dos aspectos social e político que caracterizam a ciência.*

É importante lembrar que esses três pilares proporcionam uma reflexão sobre o que é conhecimento científico, e pode levar à superação de obstáculos na aprendizagem dos estudantes, favorecendo a elaboração de novas práticas e materiais para o ensino e, também pode levar à prática da contestação de algumas certezas sobre a ciência, sua metodologia e seus objetivos.

MacComas, Clough e Almazroa (2000, p. 6) retiraram algumas visões consensuais de instrumentos normativos científicos internacionais<sup>9</sup>. A seguir, estão sintetizados os principais pontos destacados por estes pesquisadores.

- (i) O conhecimento científico enquanto durável tem um caráter tentativo;
- (ii) O conhecimento científico apoia-se fortemente, mas não completamente, na observação, evidência experimental, argumentos racionais e ceticismo;
- (iii) Não existe um único modo de se fazer ciência (não existe um único método científico);
- (iv) A ciência é uma tentativa de se explicar os fenômenos naturais;
- (v) Leis e teorias assumem diferentes papéis na ciência, entretanto os estudantes devem considerar que as teorias não se tornam leis mesmo com evidências adicionais;
- (vi) Pessoas de todas as culturas contribuem para a ciência;
- (vii) Um novo conhecimento deve ser comunicado clara e abertamente;
- (viii) Os cientistas necessitam de registros precisos, críticas e reprodutibilidade;
- (ix) As observações são dependentes das teorias
- (x) Os cientistas são criativos;

---

<sup>9</sup> USA- Benchmarks for Science Literacy (AAAS 1993); USA – Science Framework for California Public Schools (1990); USA- National Science Education Standards (NRC 1996); Canada- Common Framework (Council of Ministers of Education 1996); USA- The Liberal Art of Science (AAAS,1990); Australia- A Statement on Science (Curriculum Corporation, 1994) ; England/Wales- Science in the National curriculum (Dept Edu, 1995); New Zealand- Science in the New Zealand Curriculum (min. Edu, 1993).

- (xi) A História da Ciência revela um caráter tanto evolucionário quanto revolucionário;
- (xii) A ciência é parte das tradições sociais e culturais;
- (xiii) A ciência e a tecnologia se influenciam mutuamente;
- (xiv) As ideias científicas são afetadas por seu meio social e histórico .

Percebemos aqui a não existência de um único método científico, não existindo, portanto, uma sequência de passos a serem seguidos em uma investigação científica. Os aspectos consensuais citados acima podem ser incorporados na formação científica através de abordagens didáticas implícitas ou explícitas.

Para Latour (2001) as discussões sobre o fazer científico contemporâneo têm dado espaço para questões que abrangem as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Procurando divulgar essa visão sobre a NdC, alinhadas a visões contemporâneas da ciência, Gil-Pérez et al (2001) e Cachapuz et al (2005) buscaram destacar a dinamicidade e limitações da ciência, com a intenção de diminuir distorções na construção do conhecimento científico.

Segundo Moura (2014, p. 34),

A Ciência é influenciada pelo contexto social, cultural, político etc., no qual ela é construída. Este aspecto evidencia a não neutralidade da Ciência e do pensamento científico, isto é, nenhuma ideia científica ou cientista está envolta numa redoma intransponível; pelo contrário, suas concepções, as questões da época, o local em que vivem e as influências que sofrem podem desempenhar um papel importante na aceitação, rejeição e desenvolvimento das ideias da Ciência.

A afirmação do autor nos aponta que o cientista investiga de algum lugar, em um determinado espaço e tempo, neste sentido, ele é datado, pertence a uma cultura, sua concepção de mundo é sócio-histórica, e essa concepção o influencia psicologicamente; os fatores lógicos, epistemológicos e ontológicos; éticos e políticos; econômicos têm sua importância e lugar.

Sendo a ciência um saber construído historicamente pela humanidade, achamos e julgamos necessário estabelecer os vínculos e contexto social que levaram a incorporação da ciência moderna aos processos produtivos da sociedade capitalista (ANDERY *et al*, 2002).

Podemos pontuar que o desconhecimento sobre a NdC e sobre a construção do conhecimento dificulta o posicionamento do indivíduo frente a questões mais amplas. Gil-Pérez *et al* (2001) afirmam que a falta de criticidade diante da educação científica mantém a visão estereotipada de transmissão do conhecimento. Compreender a ciência como um produto cultural, compreender e manipular novas tecnologias e a efetividade no uso do metac conhecimento científico para ensinar ciências são justificativas que apoiam a importância de investigar as concepções de NdC (FERREIRA, 2009).

Partimos do pressuposto então de que a incorporação nos currículos do conteúdo de História, Filosofia e Sociologia da Ciência pode facilitar a mudança de concepções simplistas sobre a ciência para posições mais relativistas e contextualizadas deste tipo de conhecimento (HODSON, 1985; LUFFIEGO *et al*, 1994).

Hoje o que está posto como um desafio no processo de ensino e aprendizagem para o ensino de ciências é a promoção de uma melhor compreensão da NdC. Para atingir tal desafio, advogamos uma abordagem pautada na História da Ciência, pois a mesma permite trabalhar os conceitos científicos dentro de uma realidade humana para que se possam construir aspectos importantes de se abordar o conhecimento científico, os interesses políticos e econômicos, além de valorizar a ciência como uma construção humana, não apenas mostrando os aspectos positivos, mas também que a ciência não é considerada inatingível.

O nosso ponto de vista é de que se ultrapassarmos essa concepção simplista, iremos introduzir elementos relevantes para o debate em sala de aula, estimulando a reflexão, o diálogo e uma visão crítica do conhecimento.

Entendemos e defendemos então que para que ocorra a compreensão da NdC, é preciso elevar o pensamento crítico dos estudantes através de uma base teórico-metodológica que tome a realidade social na sua complexidade máxima atual, disponibilizando para os educandos instrumentos de pensamento e de agir que rompam com a separação entre o lógico e o histórico, o pensar e o fazer, a teoria e a prática.

Tomando como base o que foi exposto, percebemos que os trabalhos da área sobre a Natureza da Ciência convergem em torno da defesa de determinados



pressupostos, tidos como válidos, e da refutação de outros, considerados não válidos para a NdC.

Em síntese, a expressão NdC, dentro da área de educação em Ciências, foi proposta para agrupar o conjunto de conhecimentos produzidos por diferentes disciplinas (filosofia, história, sociologia e psicologia da ciência), com a finalidade de contribuir para que os educadores em ciência possam oferecer aos seus alunos uma caracterização mais clara e precisa da atividade científica.

Neste sentido, ensinar ciência demanda aos professores, uma compreensão de sua construção, de como os conhecimentos ensinados por eles foram construídos ao longo da história. Faz-se necessário que os professores tenham em mente que o desenvolvimento da ciência é dependente das demandas socioeconômicas, pois não se pode pensar a ciência como algo distante da realidade econômica e social (SANTOS, 2005).

## **2.2 Diferentes enfoques da história da ciência e suas implicações na compreensão da ciência**

Depois de esclarecido o que venha a ser Natureza da Ciência e de ter defendido que a História da Ciência é necessária para o entendimento da Natureza da Ciência, vamos aqui agora apresentar dois tipos de abordagens para a História da Ciência que foram defendidas e debatidas por vários anos, são elas: a internalista e a externalista.

O contexto do qual tratamos aqui se encontra sobre o território de uma polêmica adormecida, mas nem por isso resolvida: o debate internalismo versus externalismo. Arriscamos defender que nos dias de hoje tal debate sugere uma disputa entre dois modos de construir interpretações sobre o funcionamento das ciências, o da história e o da sociologia.

A virada do século XIX para o século XX trouxe diversas novidades para as Ciências. Esse período marca o surgimento de novas teorias, novas formas de pensar e novas técnicas de mensurar o mundo (COHEN, 1989). Conseqüentemente, novas formas de entender o desenvolvimento científico também emergiram, em grande medida, atreladas aos avanços da ciência propriamente dita. As concepções

filosóficas (e, também sociais, políticas e culturais) seguem as mesmas tendências das concepções científicas.

Neste contexto, surge uma grande mudança na maneira de como escrever História da Ciência, havendo uma integração de áreas como Filosofia, Sociologia e História da Ciência. Com esse processo de mudança, surgia a necessidade de os documentos históricos serem estudados contextualizando a História da Ciência com saberes até então desconsiderados (FORATO, 2008).

Esta autora aponta que na nova perspectiva historiográfica, não existe mais esta dicotomia internalismo versus externalismo e qualquer análise em História da Ciência deve-se levar em consideração o contexto, assim os aspectos externos à Ciência devem ser contemplados, mesmo estando implícitos em um texto que trate de teorias, leis ou desenvolvimentos conceituais.

Forato (2008) também defende que dependendo da pergunta que se deseja responder, o historiador irá dar uma maior atenção a aspectos científicos ou sociais, mas o ideal é que ambos sejam contemplados. Por outro lado, a autora, aponta a importância das fontes secundárias e do trabalho coletivo como ferramentas para a construção de uma versão mais objetiva para a História da Ciência.

A proposta historiográfica de contextualizar os aspectos presentes na obra de um autor, analisando as fontes primárias, dentro de sua cultura, permite uma melhor compreensão de um determinado período histórico (FORATO, 2008). Por outro lado, é de grande importância que uma narrativa histórica não efetue apenas uma abordagem social do período, mas, além disso, discuta como as ideias daquele período foram sofrendo modificações devido a influências de diversos períodos, como também que haja uma discussão sobre seus valores intrínsecos.

Essa discussão permite adotarmos nossa própria visão do que seria uma abordagem internalista e externalista. Assim, a História da Ciência sob o ponto de vista internalista, relata a revolução e o progresso natural da Ciência considerando apenas as suas dificuldades intrínsecas, enquanto que na visão externalista (como o próprio nome diz) mostra que o crescimento da Ciência está contido no movimento lógico-histórico das estruturas sociais, políticas, culturais e econômicas de uma sociedade (BASSALO, 1992).

Quando olhamos para o passado, percebemos que as histórias mais antigas das ciências foram escritas por cientistas que levavam em consideração somente as influências internas da própria ciência (abordagem internalista) como fator que impulsionava a mudança no campo científico. A perspectiva internalista argumenta que o processo de produção e validação do conhecimento é independente das influências externas, sendo seus principais pontos de referência as ideias da História da Filosofia e da Ciência. Para esta abordagem, a ciência deve seguir sua própria lógica e libertar-se da interferência das forças sociais, políticas e econômicas.

Ainda hoje, apesar de já ter se passado mais de um século da Teoria da Relatividade de Einstein e de todas as transformações que ela trouxe para as ciências, a exemplo das mudanças sócio-políticas vividas durante o “Longo Século XX” e que acabaram por refletir no modo com o qual se passou a encará-las, principalmente as chamadas ciências “exatas”, ainda são vistas como verdades absolutas, neutras e objetivas<sup>10</sup> por muitos.

Para Gama e Duarte (2017) apesar da neutralidade ser impossível quando se fala em conhecimento, não gera a impossibilidade da objetividade. Nesta linha Saviani (2008) salienta que “[...] dizer que determinado conhecimento é universal significa dizer que ele é objetivo, isto é, se ele expressa as leis que regem a existência de determinado fenômeno, trata-se de algo cuja validade é universal.” (p. 57-8).

Para Gama e Duarte (2017, p. 523),

[...] Buscar a objetividade do conhecimento corresponde à explicitação das múltiplas determinações que produzem e explicam os fatos. Por isso, é preciso identificar o aspecto gnosiológico (centrado no conhecimento e na objetividade) e o aspecto ideológico (expressão dos interesses, na subjetividade), uma vez que os seres humanos são impelidos a conhecer em função da busca pelos meios que atendam às suas necessidades e satisfaçam suas carências. Assim, a historicização é a forma de resgatar a objetividade e a universalidade do saber; não por acaso a historicidade do conhecimento é um dos princípios metodológicos a serem considerados no trato com o conhecimento, como veremos mais adiante.

---

<sup>10</sup> Saviani (2008) salienta ser necessário superar a falsa afirmativa positivista que identifica objetividade e neutralidade e esclarece que a questão da neutralidade é uma questão ideológica que diz respeito ao caráter interessado ou não do conhecimento, enquanto a objetividade é uma questão gnosiológica, que diz respeito à correspondência ou não do conhecimento com a realidade a que se refere.

Essa concepção de saber objetivo utilizado por Saviani (2008) é importante para a discussão e compreensão da construção de conceito na perspectiva histórico-crítica, pois sinaliza que na escola existe a necessidade de tratar do conjunto de conhecimentos sistematizados que a humanidade acumulou ao longo da história acerca da realidade; há que se ter um enfoque científico, e não do senso comum, do conhecimento.

Vimos no capítulo I que a ação do homem não é, apenas, biologicamente determinada. O homem se torna homem a partir da incorporação dos conhecimentos produzidos e transmitidos de geração para geração por meio da cultura. Isso nos leva a crer que, ao nos referirmos ao ser humano estamos nos referindo a um ser que é histórico e cultural logo, o modo de pensar do homem tem base nas determinações históricas sob as quais o indivíduo é posto.

Fatores extrínsecos como os horrores das duas Guerras Mundiais e a Guerra Fria e outros levaram alguns historiadores, sociólogos, antropólogos e filósofos a observarem a ciência com outra perspectiva. A partir do momento em que houve uma profissionalização da História da Ciência, na qual os historiadores e sociólogos começaram a analisar o desenvolvimento do pensamento científico, tais histórias tenderam a salientar as influências externas do meio intelectual, cultural e social da época, o que caracteriza a abordagem externalista.

A interpretação positivista das ciências começava a perder espaço para estudos que passavam a considerá-las como produtos da História, do meio político, social e cultural. A abordagem externalista sustenta que a ciência é condicionada pela estrutura organizacional da produção científica. Portanto, nesta abordagem devem ser considerados os conhecimentos da História e da Filosofia da Ciência, bem como as estruturas socioeconômicas circundantes.

O conhecimento científico não pode ser considerado como um produto que é cumulativo e descontextualizado, este se vincula a um processo que envolve hábitos e procedimentos de uma comunidade científica situada no tempo e no espaço. Nesse sentido sua construção se dá por tensões, contradições e rupturas com o conhecimento já existente. A ciência como conjunto de práticas de uma comunidade ou como uma manifestação cultural da sociedade traz novas perspectivas e novas indagações, podendo abrir possibilidades para uma visão mais ampla da ação

científica (MILAGRE, 1989, 1996; ADÚRIZBRAVO *et al.*, 2002; AIKENHEAD; RYAN, 1992).

Há momentos na história do conhecimento científico, que a abordagem externalista é elucidativa dos caminhos da ciência. Podemos citar a Revolução Industrial que na segunda metade do século XVIII, impulsionada pelo advento da máquina a vapor, movimentou diferentes ramos da indústria e permitiu o desenvolvimento de áreas como a dos produtos sintéticos e dos corantes para a indústria de tecidos.

Outro exemplo é o desenvolvimento da indústria química alemã do final do século XIX, pela obtenção da amônia para o fabrico de explosivos e fertilizantes, a partir do nitrogênio atmosférico, o que garantiu para a Alemanha, durante a Primeira Guerra Mundial, um abastecimento que de outra forma seria impedido pelo bloqueio naval inglês, uma vez que a matéria prima natural era importada do Chile (MILAGRES, 1996; PARTINGTON, 1945).

Como pode ser constatado nos parágrafos anteriores a contextualização do conhecimento por meio da abordagem sócio-histórica, estabelece uma relação deste conhecimento com o seu tempo, sua cultura e com a sociedade, sendo esta perspectiva um novo olhar para a História das Ciências.

Para Bernal (1969) os interesses político-sociais têm importância fundamental para os resultados científicos. A disputa travada por internalistas e externalistas durante a Guerra Fria tinha como pano de fundo o Estado que, mais do que nunca, necessitava de desenvolvimento tecnológico. Durante a década de 1950, falar de ciências era relacioná-las com a técnica, como se tivessem essa relação intrínseca.

Um ponto disputado por internalistas e externalistas diz respeito ao papel do indivíduo na construção das ciências. Os primeiros destacavam a importância do indivíduo, dentro do universo de discussões possíveis e merecedoras de atenção. Estabelecemos um recorte necessário, em torno do elemento caracterizado pelo que podemos chamar de "fetice da individualidade", utilizando a terminologia presente em Duarte (2004). Ou seja, o entendimento implícito ou explícito do indivíduo como "algo em si", "verdade em si", descolado das relações sociais, idealizado e reificado. Por outro lado, os segundos davam ao cientista um papel secundário, destacando o

papel das estruturas sociais. Destarte, a oposição indivíduo-sociedade, ou entre estrutura e evento se manifesta nas duas concepções que interpretam as ciências.

Pessoa Jr. (1996) explicita que no uso da abordagem externalista, o professor tem a possibilidade de mostrar como era e vivia a comunidade na ocasião em que foi desenvolvida determinada teoria, quais eram as urgências tecnológicas, quais eram as dificuldades etc. A perspectiva externalista tem grande contribuição, por levar o estudante a entender porque foram tomadas determinadas decisões pelos cientistas, visto o contexto que os cercava.

Olhar apenas para a formalização lógica (aspectos internos) dos conceitos não nos permite compreender a sua mutabilidade, pois nos apropriamos apenas de suas definições e propriedades que parecem ter sempre sido construídas alheias às necessidades humanas. A ciência se desenvolve em um contexto social, econômico, cultural e material bem determinado, neste sentido, se faz necessário explicar os conhecimentos científicos a partir desse contexto. Advogamos, no entanto, que os nexos conceituais são por sua vez caracterizados por aspectos internos e externos ao conceito, pois a produção de um conceito é histórico, envolve o contexto social, político e o econômico que lhe deram origem, bem como questões internas à produção deste conceito. Assim a compreensão dos conceitos exige um movimento dialético entre a lógica e a história, trata-se da dialética sócio histórica.

### **2.3 História da Ciência e o Ensino de Química**

Na busca de meios para se contextualizar o ensino e mostrar o processo de transformação da Ciência, e em especial da Química, a abordagem histórica, têm sido indicada como uma estratégia didática que pode trazer benefícios em vários níveis, pois tem como objetivo permitir que os estudantes compreendam a ciência como uma construção humana, de modo que possam discutir e interpretar aspectos da natureza da ciência. A pesquisa nesse sentido é ampla, com vasta bibliografia, tanto nacional quanto internacional (ALLCHIN, 2004; FORATO *et al*, 2009, 2011; GIL PÉREZ *et al* 2001; MARTINS, 2007; MATTHEWS, 1995; MCCOMAS, 2008; PAIXÃO, CACHAPUZ 2003).

A História da Ciência, nesta perspectiva, está imersa na história social, que nos leva a trabalhar com princípios que são valores e que vão guiar e não determinar, o processo de fazer ciência: visão materialista de mundo, a busca de regularidades, consistência empírica, consistência teórica, parcimônia e poder heurístico. Os argumentos para a utilização dessa abordagem são, entre outros, que:

- (i) humaniza o conteúdo ensinado;
- (ii) favorece uma melhor compreensão dos conceitos científicos, pois os contextualiza e discute seus aspectos obscuros;
- (iii) ressalta o valor cultural da ciência;
- (iv) enfatiza o caráter mutável do conhecimento científico; e,
- (v) permite uma melhor compreensão do método científico (FREIRE JR, 2002; MATTHEWS, 1995).

De fato, não podemos questionar que estes argumentos devem ser levados em consideração ao se propor uma abordagem histórica. Para Oki e Moradillo (2008) o reconhecimento da importância da abordagem histórica, provocou reestruturações curriculares. No Brasil, “de alguma forma esta tendência aparece explicitada em documentos oficiais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNs) e as Novas Diretrizes Curriculares para os cursos de graduação” (OKI; MORADILLO, 2008, p. 68).

A inclusão da História da Ciência possui razões que se fundamentam na Filosofia, na Epistemologia e na própria concepção de ciência adotada, uma vez que, é conhecimento imprescindível para a humanização da ciência e para o desenvolvimento cultural, isso torna essa inclusão o elo capaz de conectar ciência e sociedade. Essa humanização e esse desenvolvimento cultural ocorrem por que os estudantes passam a ter uma compreensão mais profunda do que poderiam esperar adquirir a partir de uma abordagem superficial do conteúdo.

No período em que foi estabelecida a Ciência Moderna, a Química se separa da História, neste período o racionalismo cartesiano se instaura definitivamente na concepção científica vigente, em contraposição ao humanismo. De acordo com Fernández,

Nos séculos XVII e XVIII, a palavra "histórico" não significava o que hoje é. Um fenômeno "histórico" geralmente significava um fenômeno concreto e objetivo, e "História" significava simplesmente uma relação de condições objetivas, sem que fosse necessário pertencer ao passado. O século XVIII, por sua vez, caracterizou-se por uma tendência "anti-histórica". [...] Este período foi caracterizado pela falta de consciência histórica, uma conseqüência das idéias dominantes em torno do conhecimento, em particular as idéias racionalistas de Descartes, para quem o conhecimento era puramente reflexivo e racional, uma abstração universal e ahistórica . [...] No entanto, durante o século XIX, em períodos de progresso, consolidação e organização da vida científica, houve uma lacuna entre as ciências naturais e as humanidades. [...] A perspectiva histórica foi rejeitada e o interesse foi focado na ciência contemporânea e em seus predecessores imediatos, enfatizando que a História era uma disciplina humanista, cujos métodos e objetivos eram incompatíveis com as ciências naturais. Esta distinção levou à ignorância da História da Ciência relegando- a a cientistas e historiadores amadores. (FERNÁNDEZ *et al*, 2010, p. 280) (tradução nossa)

A realidade em que estamos imersos é complexa e possui componentes que não podem ser desconsiderados como o econômico, o político e o sociológico. Se separarmos esses componentes, atrofiamos as possibilidades de compreensão e de reflexão, gerando assim uma inteligência impossibilitada de reconhecer a complexidade dos fatos, porque se torna cega e inconsciente.

Um ensino de química acrítico com transmissão de fórmulas, símbolos e teorias sem explicações sobre sua origem e evolução torna-se fragmentado, pois apresenta apenas os resultados dessa ciência. A ênfase sobre os produtos da ciência, em detrimento dos processos de produção dessa ciência, gera uma série de desdobramentos indesejáveis que podem criar obstáculos à sua compreensão.

A produção da Ciência não é um amontoado de pesquisas desenvolvidas e refutações de teorias, tampouco é uma construção apenas objetiva do conhecimento, ao contrário, ela reflete os interesses subjetivos de quem a constrói. Nas ideias de Hobsbawm (1995) se entendermos que a Ciência não é um conhecimento pronto e acabado, a História pode, dependendo de sua concepção, apontar como o conhecimento científico foi utilizado.

Defendendo um ensino mais crítico, Moradillo (2010) diz que a Ciência deve antes de tudo ser considerada um processo de construção histórica, que está sujeito a interesses políticos, econômicos e sociais que têm grande influência sobre a organização das sociedades.



Concordando com o posicionamento de Moradillo, para que as aulas de Química cumpram com o objetivo de disponibilizar para as gerações futuras o conhecimento científico, é preciso colocá-lo como movimento histórico, fazendo-se necessário uma discussão dos aspectos históricos que mostrem os impactos socioeconômico que envolvem as pesquisas científicas.

Nesta perspectiva, a abordagem histórica no ensino de Ciência não é utilizada apenas para estudar conteúdos científicos, mas também para dar suporte, para que haja uma reflexão sobre o que ocorreu e o que está acontecendo atualmente, fazendo com que os estudantes consigam avaliar suas atitudes em relação à sociedade (FORATO *et al*, 2011).

Assim, entendemos que os conceitos científicos são afetados pelos fatores históricos e sociais, sinalizando que a ciência não é socialmente neutra e que não há um único modo de se produzir ciência.

Desmitificar a imagem de que todo cientista vive isolado da vida social, sem ter contato com o mundo externo ao seu trabalho, é mais uma das vantagens da utilização da abordagem histórica nas aulas de ciência, pois desconstrói-se a ideia de que os cientistas não se envolvem com questões políticas, econômicas e sociais. Neste sentido, os estudantes passam a entender que o processo de evolução da ciência não é realizado apenas por um “gênio”, mas sim por vários pesquisadores que trabalham em conjunto. Com o trabalho histórico consegue-se desfazer essa visão ingênua dos estudantes e evidenciar que o processo de construção do conhecimento não acontece de maneira linear.

Desse modo, consegue-se demonstrar que para se chegar ao conhecimento atual sucederam-se várias crises e revoluções científicas. Sinalizamos acima que pesquisas apontam que utilizar a História da Ciência em sala de aula pode trazer benefícios pedagógicos e de aprendizagem, quando esta é aplicada adequadamente. Isso porque, essa perspectiva pode contribuir para que os futuros docentes se apropriem de conceitos científicos de maneira mais contextualizada e desenvolvam uma compreensão mais crítica e sólida do processo de produção e do uso do conhecimento científico.

A História da Ciência não pode aparecer como um acréscimo ou como uma substituição de conteúdos, ela deve ser utilizada como suporte para deixar as aulas

mais contextualizadas, pois reaproxima o aluno dos significados realmente relevantes da ciência. De acordo com Duarte (2004):

O que parece emergir de todo esse movimento é uma reaproximação frutífera entre a História da Ciência, a Filosofia da Ciência (fortemente marcada por perspectivas da Nova Filosofia da Ciência) e o ensino das ciências, permitindo um movimento em espiral que retoma e reconstrói, a níveis diferentes de complexidade e de profundidade, questões que se colocam no campo da didática das ciências e, simultaneamente, integram novos elementos, permitindo a transformação e gerando a inovação (DUARTE, 2004, p.320).

Demonstrar a complexidade desafiadora e conflitante do desenvolvimento científico talvez seja a melhor forma de tornar o ensino mais dinâmico. Assim, a defesa aqui feita para uma abordagem de História da Ciência implica a valorização de um olhar reflexivo para o ensino de Ciências. Encontramos esta defesa também em Matthews (1995), pois este autor traz uma análise a este respeito, quando se refere à tentativa de alguns governos em resolver a crise no ensino de ciências evidenciado por pesquisas internacionais:

Há muitos elementos envolvidos nessa reaproximação. Porém, o mais importante deles é a inclusão de componentes de história e de filosofia da ciência em vários currículos nacionais, o que já vem ocorrendo na Inglaterra e no País de Gales; nos Estados Unidos, através das recomendações contidas no Projeto 2061 concernente ao ensino de ciências da 5ª série do primeiro grau até a 3ª série do segundo; no currículo escolar dinamarquês; e na Holanda, nos currículos do PLON (MATTHEWS, 1995, p.165).

Nos dizeres de Allchin (2004) deve-se tomar cuidado para que a história seja trabalhada de forma adequada, pois como preconiza o autor, existe diferença entre história da ciência e pseudo-história. Quando a história é empregada de maneira distorcida e simplificada e com sinais de “romantização”, não se está trabalhando com história e sim com pseudo-história. Nesta perspectiva, os personagens são perfeitos, os experimentos mostrados são cruciais e as descobertas são individualizadas.

[..] o critério epistemológico fundamental é de natureza lógica (a invariância na variância); a confirmação da teoria é de ordem prática e não teórica; o conhecimento é provisório; a observação é teórica-dependente; leis e teorias desempenham papéis diferentes; todas as culturas contribuem de alguma forma para o processo; novos conhecimentos têm que ser comunicados; a replicabilidade é a regra; o método não é algo que possa ser algoritmizado, pois não existe um método universal; o método deixa de ser o caminho da verdade para ser o acúmulo sistematizado da experiência humana ao longo da história (MORADILLO, 2010, p. 161-162).

Ao considerarmos tais critérios, estamos contribuindo para que se entenda o fazer Ciência, as suas conjunturas e levando ao entendimento que a ciência não é praticada em um mundo apenas de ideias, mas também depende de recursos materiais e humanos, de tempo e esforço. Importante nesse tipo de abordagem é a discussão sobre o desenvolvimento científico relacionado ao contexto político, econômico e social daquele período (ANUNCIACÃO, 2012; MORADILLO, 2010).

Sabemos que para fins didáticos temos que realizar simplificações da história (reconstrução da história), como em qualquer outro conteúdo científico. Porém Matthews (1995) chama atenção ao relatar que essa simplificação será bem feita se os professores apresentarem aos seus alunos “uma história simplificada que lance uma luz sobre os conteúdos discutidos e que não seja uma mera caricatura do processo histórico” (MATTHEWS, 1995, p. 177).

Essa reconstrução da história, segundo Matthews (1995, p. 174) “não se apresenta simplesmente aos olhos do espectador; ela tem que ser fabricada”. E o homem, fabricante dessa história (o historiador), sofre influência das visões sociais, religiosas, psicológicas.

[...] para nós, a história não é a substituição da razão pela intuição; o conhecimento, inclusive o histórico, tem que se fundamentar na realidade objetiva, isto é, no concreto pensado, por isso a busca de realidade se faz necessária. (...) A “fabricação” da história tem o seu assento na realidade objetiva e não na subjetividade de cada historiador. A reconstrução histórica de um fato qualquer, requer interpretação do historiador que está imerso em uma realidade social da qual ele faz parte e não tem como se separar, sofrendo todo tipo de influência. Entretanto, a totalidade histórica está no real e não na subjetividade dos indivíduos (MORADILLO, 2010, p. 159).

Aqui, nas palavras do autor, percebemos o caráter material e objetivo que a história possui, ou seja, que o estudo adequado de fatos históricos permite compreender as interrelações entre Ciência e sociedade, mostrando que a Ciência não é algo separado de todas as outras coisas, mas sim faz parte de um desenvolvimento histórico, de um mundo humano e que sofre influências e influencia a sociedade, permitindo assim formar uma visão mais crítica da Natureza da Ciência.

Vale ressaltar que a História das Ciências tem papel fundamental, não só para recuperar a imagem das antigas formas da Ciência, mas também para estudar

suas várias formas de manifestação, recuperando assim sua humanidade, uma vez que é construída pelo homem, sofrendo influência das demandas da sociedade que o cerca.

Ainda não existe na atualidade uma posição consensual sobre a relação existente entre a abordagem histórica e um melhor rendimento dos estudantes nas disciplinas científicas, embora existam argumentos favoráveis para essa abordagem no ensino de ciências desde o século XIX. Porém, apesar das propostas práticas não serem muito amplas, os resultados apontados na literatura têm sido propícios e têm mostrado que as vantagens vêm prevalecendo e que as limitações estão sendo superadas (a exemplo do desconhecimento das concepções sobre Natureza da Ciência dos professores, visão equivocada e distorcida da Ciência, reforçada por mitos científicos abordados por meio de pseudo-história). Oki (2006, p.27) sinaliza que:

A aproximação entre a História e Filosofia da Ciência e a educação científica tem sido possibilitada por ações oficiais e não oficiais fomentadas em diferentes países. Como consequência tem havido uma maior valorização da História da Ciência em currículos que têm emergido de reestruturações curriculares mais recentes. Alguns exemplos que concretizam essa tendência são: os relatórios do Projeto 2061 da American Association for the Advancement Science (AAAS/U.S.A.); The Liberal Art of Science do British National Curriculum Council (BNCC/Inglaterra); Science Council of Canada (SCC/Canadá); Danish Science and Technology Curriculum (Dinamarca); PLON Curriculum Materials (Holanda); Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio/PCNs e Novas Diretrizes Curriculares para os Cursos de Graduação.

No Brasil, os documentos oficiais apontam um avanço no que tange à abordagem histórica, pois sinalizam que o ensino de ciências deve trazer o conhecimento científico e tecnológico como resultado de uma construção humana inserido em um processo histórico e social. Estes documentos sinalizam que o conhecimento químico não deve ser entendido como um conhecimento isolado, pronto e acabado, mas sim como uma construção da mente humana, em contínua mudança, que para nós, tem como ponto de apoio a realidade objetiva.

Apontam ainda, que a História da Química, como parte do conhecimento socialmente produzido, deve permear todo o ensino de Química, possibilitando ao estudante a compreensão do processo de elaboração desse conhecimento, com seus avanços, erros e conflitos (BRASIL, 2002, 2010, 2011). Aqui acrescentamos que esses conflitos têm sempre como pano de fundo a reprodução social, solo fértil

de onde brota os saberes produzidos historicamente pela humanidade para dar conta da sua existência e que desde o neolítico até a atualidade têm sido realizados por dentro de sociedades estruturadas em classes sociais (conforme o conceito de classes sociais da teoria marxista).

Nos últimos anos a defesa por um currículo padronizado tem aumentado. É nesse contexto que surge a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Ancorada na Lei de Diretrizes e Bases (LDB) e no Plano Nacional de Educação (PNE), a proposta curricular da BNCC se constitui como uma forte política pública educacional após a reforma do ensino médio.

Este documento encontra-se organizado em 4 áreas de conhecimento a saber: Linguagens, Matemática, Ciências Humanas e Ciências da Natureza. Na área de Ciências da Natureza estimula-se o questionamento via investigação e a experimentação como critério de verificação, com objetivo de formar um sujeito que esteja apto para interagir e atuar em ambientes diversos. Esse discurso, encontrado diversas vezes no texto, torna-se análogo aos discursos científicos utilizados na década de 70 (discurso tecnicista) (BRASIL, 2015).

A BNCC defende que o ensino de química pode ajudar o jovem a se tornar mais informado, crítico e capaz de se posicionar frente a uma série de debates do mundo, reforçando os discursos presentes na área das ciências naturais. O fio condutor das unidades temáticas da Química é o uso dos materiais e suas propriedades, perspectiva muito presente nos grupos de pesquisa da área de ensino de Química.

Percebemos que neste documento prevalece a lógica da associação direta da lista de conteúdos e dos objetivos de aprendizagem, responsável por garantir a mesma aprendizagem por parte de todos os alunos em qualquer escola, desconsiderando as demandas locais e a diversidade dos indivíduos envolvidos.

De forma geral, os conteúdos e concepções que norteiam o documento tecem relações diretas com as narrativas presentes nas políticas econômicas neoliberais das décadas de 1980 e 1990, em contexto muito semelhante ao da construção dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Em ambos os contextos, os documentos propostos expressam intencionalidades nas escolhas de conceitos, conteúdos e concepções, buscando atender às exigências do mercado de trabalho que tem em

vista a reestruturação produtiva e a adaptação dos currículos escolares a uma nova forma de organização do trabalho, sem, minimamente, problematizá-las. Com isso, a proposta da BNCC pode contribuir para a construção de uma leitura de mundo ingênua, alienada, desconectada dos acontecimentos históricos, na contramão da formação de um sujeito que seja capaz de pensar o seu lugar no mundo em diálogo constante, crítico e colaborativo com os outros sujeitos sociais.

Isso nos leva aos escritos marxistas que embora não demonstrem uma análise específica da educação, trás no conjunto da sua obra evidências que a burguesia, ao instalar-se no poder, entre os séculos XVIII a XIX, utilizou-se da educação para consolidar e manter sua hegemonia política e econômica (SILVA, 2011, p. 73). Assim, a concepção marxista denunciou que para manter-se no poder, a burguesia fez da escola uma instituição interessada.

Nessa perspectiva, entendemos que este documento, a Base, representa as concepções de educação que direcionam a prática educativa objetivando formar um determinado tipo de homem de acordo com os interesses de classe.

Quem realizar uma leitura, ainda que aligeirada, da segunda versão finalizada da Base na página do Ministério da Educação (MEC) e do documento “Fundamentos pedagógicos e estrutura geral da BNCC”, vai perceber que não existe referência em relação aos conteúdos científicos, artísticos e filosóficos, mas uma ênfase em métodos, procedimentos, competências e habilidades voltadas para a adaptação do indivíduo aos interesses do grande capital. Expressando a hegemonia da classe burguesa no processo de elaboração do documento.

Duarte (2006) reitera a necessidade de a escola transmitir, por meio do currículo escolar, conhecimentos científicos, artísticos e filosóficos que tenham se tornado patrimônio universal do ser humano, sem perder de vista sua validade histórica, sendo este o conhecimento que possibilita a objetivação do ser humano de uma forma cada vez mais livre e universal.

Na terceira versão da Base, as ideias que prevalecem representam o receituário neoliberal e pós-moderno. Malanchen (2016, p. 19) analisando essa relação, afirma que:

[...] a fragmentação ocorrida no mundo trabalho, direcionada pela ideologia neoliberal (produção flexível, mercado consumidor segmentado, crise do sindicalismo e fragmentação da classe operária, fragmentação do sujeito e do discurso político), reflete-se no campo epistemológico e pedagógico por meio do discurso de que é impossível qualquer possibilidade de captação do real e da história em sua totalidade. Sendo tal cientificismo uma herança eurocêntrica, colonizadora e ultrapassada, deve-se portanto ser valorizada a experiência individual, o conhecimento tácito, o cotidiano, a realidade imediata, ou seja, a cultura de cada grupo.

Percebemos que a BNCC apresenta uma linha de continuidade, no que diz respeito ao seu referencial teórico-metodológico, sua estrutura e princípios, em relação às políticas curriculares nacionais anteriores - os Parâmetros Curriculares Nacionais e as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica.

De acordo com o documento, os conteúdos devem estar a serviço das “competências”, das “habilidades”, dos “procedimentos” e “formação de atitudes” cujo conceito é sintetizado, conforme aparece na LDB, enquanto “[...] a possibilidade de mobilizar e operar o conhecimento em situações que requerem aplicá-lo para tomar decisões pertinentes” (BRASIL, 2017, p. 3), e define o conhecimento como uma soma das habilidades necessárias para aplicá-lo.

Ao destacar as “habilidades”, as “competências”, os “procedimentos” e a “formação de atitudes”, e não destacar os conteúdos escolares, o trabalho educativo e o ensinar, o documento traz uma perspectiva que visa adaptar os alunos ao mercado de trabalho. Com o crescente desemprego e a conseqüente diminuição do trabalho formal, o objetivo dessa formação é preparar os filhos da classe trabalhadora para o mundo do trabalho informal e precarizado, compatível com as novas demandas do capital para este século, voltadas para a acumulação “flexível”.

Percebemos que a proposta se apresenta como um retrocesso, pois as pesquisas educacionais apontam para as diferentes aprendizagens dos alunos e a importância da ação diferenciada do professor em cada contexto.

Notamos que apesar da defesa da história já estar presente nos documentos nacionais, ainda existe uma lacuna quanto a sua efetivação na prática. No Brasil, poucas propostas são publicadas, isso em relação ao ensino de química, mas algumas são significativas. Podemos mencionar o material didático do Grupo de Pesquisa em Educação Química (GEPEQ) (2000) que trabalha os conteúdos de química usando estudos de caso históricos, como um avanço na abordagem

histórica no ensino de química. Os autores usam os experimentos realizados por Lavoisier como ponto de partida para o estudo da matéria no estado gasoso.

Temos também, a título de exemplo, o trabalho desenvolvido no programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) da Universidade Federal da Bahia (UFBA) (OKI et al., 2010) que consistiu em ensinar o tema combustão para o Ensino Médio usando como contexto histórico o debate travado no século XVIII por Lavoisier contra a teoria do Flogisto. O trabalho mostrou que a abordagem contextual no ensino traz resultados favoráveis à aprendizagem do conceito de combustão.

Nesta mesma linha Martorano, Carmo e Marcondes (2014) em artigo intitulado “A História da Ciência no Ensino de Química: o ensino e aprendizagem do tema cinética química” discutem uma abordagem diferenciada do tema cinética química, tendo como orientação o desenvolvimento histórico desse tema. Os autores sinalizam que a História da Química pode então ajudar a superar algumas das dificuldades encontradas no entendimento e no ensino de cinética química.

Quando analisamos esses exemplos, percebemos que a abordagem contextual é uma boa ferramenta para promover o entendimento da ciência contribuindo com a ideia de que a história da ciência é considerada como um conhecimento indispensável para a humanização da ciência e para o enriquecimento cultural, passando a estabelecer o elo que conecta a ciência e a sociedade. Sendo assim, é importante destacar que:

O crescimento dos estudos em história da ciência e filosofia da ciência, intensificado na segunda metade do século XX, respondeu tanto a necessidades estritamente intelectuais e conceituais, estas ligadas ao desenvolvimento de certas disciplinas, quanto a necessidades sociais, decorrentes de crescente influência que a ciência e a tecnologia passaram a ter nas sociedades contemporâneas. (FREIRE JR., 2002, p. 15).

Os defensores da abordagem histórica consideram que o ensino sobre ciências deve abarcar o modo de produção e validação do conhecimento científico e sua dimensão cultural, possibilitando assim a compreensão de uma visão crítica do processo. A inserção destas dimensões ajudaria a evitar a dogmatização do conhecimento científico, fundamentado no rigor do método científico, na exatidão dos resultados obtidos e na crença de uma verdade absoluta (IZQUIERDO, 1996; MATTHEWS, 1995).



No entanto, salientamos que a abordagem histórica provoca um ensinar sobre ciências de maneira integrada ao ensino de conceitos científicos. Devemos ter o cuidado de não esvaziar nossas aulas de conteúdo para não as transformar em aulas de estudos sociais. Isso é bem sinalizado por Olival Freire Jr. (2002) quando ele escreve:

[...] só ensinar história, filosofia e sociologia da ciência não resultará em uma performance melhor, o conteúdo da ciência também tem um impacto (...) sem a substância da ciência, aulas com foco centrado sobre história, filosofia e sociologia da ciência podem confundir os estudantes e se converterem em mais uma aula de estudos sociais com um disfarce de aulas de ciências (p. 25).

Greca e Freire (2004), assim como Martins (2001), advogam que a história social da ciência, leva a uma melhor compreensão da ciência, bem como de seu processo de construção. Segundo Greca e Freire (2004) a postura sociológica da ciência contribui para um melhor relacionamento entre ciência e sociedade. Para estes autores, a sociologia da ciência, apesar de algumas problemáticas em seus pressupostos, pode contribuir para a compreensão da ciência e de seus processos históricos, como também para a formação de cidadãos mais ativos na sociedade. Neste sentido, o ensino de ciências deve abordar questões mais amplas que aquelas fornecidas pela própria história interna da ciência.

O capítulo a seguir traz uma articulação do conceito moderno de transformação da matéria com o seu contexto sócio histórico, nele apresentaremos nexos e significados entre o modo de produzir bens materiais e conhecimento/ciência, demonstrando a incorporação da Ciência ao sistema produtivo. Durante o desenvolvimento do capítulo iremos apresentar elementos para se estabelecer as inter-relações das transformações químicas e o desenvolvimento no modo de produção moderna.

### **3 INTER-RELAÇÕES: ABORDAGEM SÓCIO-HISTÓRICA DO CONCEITO MODERNO DE TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA**

Neste capítulo, iremos dirigir nossa atenção para a articulação do conceito moderno de transformação química com o contexto sócio histórico em que ele foi produzido e sedimentado, utilizando como fundamentação teórica o materialismo histórico e dialético. Tecemos conexões entre o modo de produzir bens materiais e conhecimento/ciência. Procuramos sinalizar que, após a revolução industrial, a ciência adentrou ao sistema produtivo, e se tornou força propulsora do desenvolvimento social e tecnológico, tendo como base, do ponto de vista da economia política, a acumulação de capital. Nesse percurso histórico-crítico, trazemos elementos que estabelecem as inter-relações das transformações químicas e o desenvolvimento no modo de produção moderno, com ênfase nas suas raízes epistemológicas e da econômica política.

#### **3.1 A transição do Feudalismo para o Capitalismo**

##### ***3.1.1 Uma nova forma de produzir bens materiais e de fazer ciência, uma nova perspectiva de transformação da natureza***

No século XVIII o mundo era, ao mesmo tempo, muito maior e menor do que o nosso. Muito maior porque a comunicação e o transporte ainda ocorriam lentamente e era menor, pois até mesmo os mais aventureiros dos homens conheciam apenas uma pequena fração do mundo habitado. Para os “homens normais”, cidadãos comuns das cidades, esse conhecimento era ainda menor. E, também, demograficamente, já que, segundo Hobsbawn:

Não só o "mundo conhecido" era menor, mas também o mundo real, pelo menos em termos humanos. Já que para fins práticos não se dispõe de recenseamentos, todas as estimativas demográficas são pura especulação, mas é evidente que a terra abrigava somente uma fração da população de hoje; provavelmente não muito mais que um terço (HOBSBAWN, 2009, p. 05).

Ao voltarmos na História, percebemos que a revolução neolítica representou um grande marco para a humanidade. O homem deixa de ser nômade para ser sedentário. O desenvolvimento das forças produtivas levou ao desenvolvimento de sementes e criação de animais — ampliam-se as formas de objetivação humana —, com seus desdobramentos na subjetividade ao ampliar a complexidade das relações sociais e o processo de individuação.

O domínio do fogo, talvez seja o primeiro grande instrumento de mediação homem x natureza, correspondendo, provavelmente, à primeira transformação (reação) química que o homem vai dominar (CHILDE, 1986).

Agora, além do domínio do fogo o homem também aprendeu a reproduzi-lo. O domínio do fogo representou na história da humanidade a grande transformação química que dá suporte para os novos meios de produção. Em termos do desenvolvimento da técnica, poderíamos dizer, a grosso modo, que a reprodução do fogo, de lá para cá, abriu espaço para a metalurgia, a máquina a vapor, o motor à explosão e o pleno desenvolvimento das forças produtivas na atualidade (CHILDE, 1986; MORADILLO, 2010).

Percebemos que o homem obteve a partir do fogo inúmeros benefícios. A extração, a produção e o tratamento de metais como o cobre, o bronze, o ferro e o ouro merecem destaque na história da humanidade, no que diz respeito aos fatos políticos, religiosos e sociais que os envolvem.

No final do século XIV e início do século XV, o sistema feudal sucumbiu e deu vez ao capitalismo. A terra deixa de ser símbolo de poder e a mercadoria e o dinheiro, ganharam vez e voz na nova era. Esse período de transição foi marcado por aglomerações urbanas emergentes, por péssimas condições sanitárias, pela fome, pelas pestes, incluindo a peste negra de 1347, o que gerou um desequilíbrio demográfico além de problemas relacionados ao trabalho, que também se modificava estruturalmente.

Neste contexto ocorria a expansão marítima, o que levou ao domínio de novas terras e a aquisição de novos materiais para a venda no continente europeu, suscitando um acúmulo de dinheiro pelos burgueses, que posteriormente se tornariam os principais financiadores dos Estados absolutistas, uma vez que emprestavam dinheiro aos reis.

De maneira revolucionária a burguesia, nessa transição, vai negar o modo de vida feudal nas três grandes dimensões da nossa existência:

1- o modo de produção de bens materiais: vai sair do modo de produção baseado no feudo, onde a terra representa a riqueza, para o modo de produção mercantil, a mercadoria vai se tornar algo sistêmico, de tal modo que a reprodução/acumulação do capital vai ser o seu fundamento e razão principal da riqueza e da nossa reprodução;

2- o modo de produção de conhecimento: vai sair de uma concepção de base ontológica (busca da essência e qualidades) para uma concepção de base epistemológica (busca de relações e quantidade: como as coisas funcionam)<sup>11</sup> e;

3- o modo de produção de valores sociais: a ética e a política saem de uma concepção essencialista para uma concepção existencialista, tendo o egoísmo burguês e a propriedade privada como fundamentos (ANDERY *et al*, 1988; MORADILLO, 2010; TONET, 2013).

A classe burguesa foi revolucionária, pois proporcionou esse impulso de riqueza intelectual e material para a humanidade, mas logo à frente, se tornou conservadora. Se houve história antes, agora, a história possível tem que ser feita no marco da sociabilidade burguesa, vale dizer, na base da propriedade privada e do egoísmo burguês foram postas as condições para continuar a exploração do homem pelo homem. August Comte, com o seu lema positivista “ordem e progresso”, é a expressão disso no século XIX.

Nas palavras de Andery *et al* (2004) este florescimento do comércio fez com que povos do ocidente entrassem em contato com povos do oriente, o que estimulou inovações tecnológicas, como também gerou incorporações das inovações oriundas

---

<sup>11</sup> Aqui é interessante fazer uma discussão sobre as categorias da essência e existência e suas implicações sociais e educacionais/pedagógicas. No final do século XVIII e início do século XIX, num cenário da burguesia revolucionária, questionando a essência social de base feudal, dada no ‘sangue azul’ da nobreza, e defendendo a igualdade social, com base em uma outra essência: nascemos iguais (a pedagogia da essência vai dominar nesse período), e que logo depois da burguesia vitoriosa/triunfante, vai ser dada no contrato social, nas relações capital/trabalho. Já no último terço do século XIX, em um novo contexto sócio histórico, a categoria essência fica em segundo plano. Pois, agora, vão aparecer certas ‘incertezas’ com o aparecimento da crise do paradigma newtoniano nas ciências da natureza, como na matemática com suas novas teorias (a chamada matemática pura), a exemplo das geometrias não-euclidianas. A categoria existência vai ser realçada em detrimento da essência.

de outros povos. O conhecimento se amplia, impulsiona as grandes navegações, que juntamente com o uso da pólvora, dos canhões, da bússola levou à descoberta, conquista e colonização de territórios, o que gerou acumulação de dinheiro na mão de poucos e uma grande fartura de mão de obra. Em paralelo a essas inovações tecnológicas, chega do oriente o conhecimento acerca da química, da matemática, da ótica, astronomia.

Podemos então sinalizar que a sociedade capitalista, que se inicia (com a transição da sociedade feudal) a partir do século XV e XVI, vai se desenvolver em três grandes etapas:

- 1- A primeira que vai do século XV/XVI ao último terço do século XVIII, que a denominamos de capitalismo mercantil ou comercial, onde vai ocorrer a acumulação primitiva do capital;
- 2- Do último terço do século XVIII até antes dos últimos vinte anos do século XIX, o chamado capitalismo industrial ou concorrencial ou liberal<sup>12</sup>, e
- 3- Dos últimos vinte anos do século XIX até os nossos dias, o denominado período imperialista ou do capital financeiro (MÈSZÁROS, 2006; NETTO; BRAZ, 2009).

O trabalho do artesão, no sistema capitalista comercial, se dava por contra própria, o artesão possuía os meios de produção (instrumentos) necessários à manufatura do produto, detinha o conhecimento das etapas da transformação (o conhecimento da produção era pleno), que iam da matéria-prima ao produto final, ditava as condições de trabalho (ritmo e o tempo) e no final o produto produzido era dele. É a típica produção familiar ou doméstica.

Vamos pegar o sapateiro da Idade Média como exemplo, neste período o próprio sapateiro era quem preparava o couro, que lhe pertencia, cortando-o e costurando-o com linhas e agulhas próprias, até ter pronto o sapato (produto final), que ele venderia a algum interessado.

Segundo Huberman (1979), o mestre artesão era cinco pessoas numa só: à medida que comprava matéria-prima, era um negociante ou mercador; quando

---

<sup>12</sup> É aqui que vamos concentrar as nossas discussões sobre o conceito moderno de transformação química.

trabalhava essa matéria-prima, era um fabricante; se tinha aprendizes, era empregador; enquanto supervisionava o trabalho desses aprendizes, era capataz; e, à medida que vendia ao consumidor o produto acabado, era um comerciante lojista.

A produção era feita pela família do camponês e a finalidade era, apenas, o de satisfazer as necessidades domésticas. Com o avanço das cidades, os camponeses que se especializaram em determinadas atividades abandonaram de vez a agricultura e puderam se dedicar a seus ofícios, não para satisfazer as necessidades, mas sim para atender à procura (HUBERMAN, 1981).

Nas palavras de Mendes, Moradillo, Messeder Neto (2016, p. 4):

[...] a produção desse artesão vai ser atravessada pelo típico comerciante que está surgindo, inicialmente disponibilizando a matéria prima para o artesão comprar e vendendo o produto final, depois, passando por várias etapas, chega-se ao que se denomina de manufatura, onde o artesão vai ser colocado com outros em um “galpão” — passaram a ser alocados num mesmo local de trabalho —, cada um com uma atividade específica, utilizando principalmente as mãos associada a alguns instrumentos de pequeno porte para transformar a matéria-prima.

Dessa forma, numa fábrica manufatureira de tecidos do século XVII, por exemplo, um trabalhador fiava, outro cortava até que a peça de pano ficasse pronta. Aqui surge um novo sistema de produção, que foi caracterizado, marcado pela divisão do trabalho e aumento da produtividade.

Com o surgimento destas fábricas, ocorre o aumento da produção, pois o trabalho começou a ser parcelado. Aqui o artesão já não dava conta de todas as etapas da produção; surgindo assim as condições para a concepção Taylorista de produção, para a concepção científica de uma nova racionalidade científica de gestão e execução da produção que vai se firmar a partir da revolução industrial (COGGIOLA; KATZ; BRAGA, 1995).

No terceiro grande momento, entram em cena as máquinas nas fábricas industriais, neste momento, o artesão é transformado em apêndice da máquina, ou seja, no trabalhador moderno: proletariado, assalariado. Este trabalhador proletariado não mais detém o conhecimento e encontra-se dividido na execução do trabalho, gerando assim a fragmentação do trabalho, com todas suas consequências no conhecimento e em outros complexos sociais (MORADILLO, 2010).

A industrialização da manufatura têxtil desencadeou um processo na base produtiva e nas relações de produção, com reflexo em todas as direções da realidade. A ampliação do potencial de produção proveniente da utilização de máquinas e da energia do vapor levou à redução de custos e dos preços das mercadorias. Com o desenvolvimento e crescimento da economia capitalista, o mercado passou a ter sua produção feita em série, com máquinas, e o trabalhador, no processo produtivo, passou apenas a contribuir com sua força de trabalho, já que quem possuía o capital, as instalações, as máquinas eram a elite industrial, a classe burguesa. Neste contexto, o trabalho do artesão que dominava as técnicas de seu ofício, foi substituído pelo trabalho rápido, especializado e fragmentado (MENDES, MORADILLO, MESSEDER, 2016).

Deste modo, de forma revolucionária a nova classe burguesia gera uma nova forma de reproduzir a vida que tem na mercadoria o elemento central da nossa reprodução. Nesta primeira etapa do capitalismo, que ocorre com a acumulação primitiva e que foi chamada de comercial, vamos encontrar no final do século XVIII, período da revolução industrial, dois tipos de homens “livres”, um que retém os meios fundamentais de produção da nossa existência e o outro que só possui a força de trabalho para vender como mercadoria, os chamados proletariados (MARX, 1980; NETTO; BRAZ, 2009).

Ocorre a consolidação da economia política para a reprodução do capital com a força de trabalho em abundância (fonte de mais valia<sup>13</sup>) e a completa alienação do trabalho. O trabalho parcelado, se consolida com todas as consequências, o pensar e o fazer se separam, o conhecimento é fragmentado e quem produz não detém o produto final do seu trabalho (NETO, BRAZ, 2009).

As considerações feitas até aqui reportam aos fundamentos econômicos do período que estamos chamando de transição para o capitalismo. Segundo Vilar (1975), na trilha de Marx, um regime social não se compõe apenas desses fundamentos.

---

<sup>13</sup> Para o conceito de mais valia ver MARX (1980) ou, de uma forma mais sintética, José Paulo Netto e Marcelo Braz (2009).

A cada modo de produção corresponde não somente um sistema de relações de produção, como também um sistema de direito, de instituições e de formas de pensamento. Um regime social em decadência serve-se precisamente deste direito, dessas instituições e desses pensamentos já adquiridos, para opor-se com todas as suas forças às inovações que ameaçam sua existência. Isto provoca a luta das novas classes ascendentes, contra as classes dirigentes que ainda acham-se no poder e determina o caráter revolucionário da ação e do pensamento que animam estas lutas. (VILAR, 1975, p. 47)

A colocação de Vilar sinaliza para o fato de que, na luta entre camadas sociais pelo poder político, os pensamentos, as ideias e o conhecimento já produzidos historicamente também podem ser utilizados pelas camadas dirigentes como instrumentos para manter o estado das coisas ou deter certos avanços da camada ascendente. Quando um regime social entra em decadência, existe uma tendência de substituição das ideias a ele relacionadas por outras mais condizentes com o momento vivido.

Segundo Andery *et al* (1988) no período de transição para o capitalismo, a rejeição das ideias, da imagem do universo e das maneiras de pensar feudais gerou um certo vazio intelectual, uma vez que não surgiu prontamente uma nova imagem do universo, deixando sem resposta muitos dos problemas levantados.

Segundo Bernal (1976), apesar de nesta fase não se ter encontrado solução para uma grande parte dos problemas levantados, houve uma abertura para soluções posteriores. Esse vazio intelectual levou a um período de muito misticismo, de credulidade cega, de crença na magia. Para Koyré (1982, p. 48):

Se essa credulidade do “tudo é possível” é reverso da medalha, também existe um anverso. Esse anverso é a curiosidade sem fronteiras, a acuidade de visão e o espírito de aventura que conduzem às grandes viagens de descobrimentos (...) que enriquecem prodigiosamente o conhecimento dos fatos e alimentam a curiosidade pelos fatos, pela riqueza do mundo, pela variedade e multiplicidade das coisas.

Esse período de transição também gerou a necessidade de grandes navegações, pois surgiram novas necessidades de materiais, de matéria prima, novos mercados. Com as grandes viagens, aconteceram os grandes descobrimentos, exploração de novas terras, esse fator de explorar novas terras e povos e o acúmulo dos metais provenientes das colônias levaram a novos conhecimentos.



Neste período, as relações Deus-homem, que eram enfatizadas pelo teocentrismo medieval, foram gradualmente substituídas pelas relações entre o homem e a natureza. Isto significa uma valorização da capacidade do homem de conhecer e transformar a realidade.

Esse novo contexto de ascensão e consolidação de uma nova classe leva a Ciência a atingir outro patamar, surgindo outro modo de lidar com a natureza que a concepção filosófica feudal não dava conta, porque a sociedade e o homem começavam a ser dominados pelo avanço do capitalismo, pelo aperfeiçoamento da técnica, pela crescente intelectualização.

Passamos para a modernidade e a revolução industrial (1760-1830), neste período ocorre a expansão das forças produtivas, o que provocou a abertura de um leque de possibilidades jamais alcançado pela humanidade; surge pela primeira vez a possibilidade de produzir riqueza suficiente para suprir todas as necessidades da humanidade, incluindo a superação das carências alimentares em nível individual e social gerando a abundância<sup>14</sup> (MORADILLO, 2010). Neste período se estrutura o Estado burguês e tem início a revolução industrial.

Não podemos falar de verdadeira passagem ao capitalismo senão quando regiões suficientemente extensas vivem sob um regime social completamente novo. A passagem somente é decisiva quando as revoluções políticas sancionam juridicamente as mudanças de estrutura, e quando as novas classes dominam o Estado. Por isso a evolução dura vários séculos. (VILAR, 1975, p. 35-36).

No final do Feudalismo, Ciência e Filosofia estavam entrelaçadas, a Ciência era estudada pela Filosofia. Com a modernidade, as relações capitalistas de produção se desenvolvem, surge a necessidade de se conhecer cada vez mais os fenômenos partindo de uma nova base interpretativa; Ciência e Filosofia se separam, novos conhecimentos surgem e criam-se especializações que compreendem a produção do saber por meio da racionalidade analítica, concebendo

---

<sup>14</sup> Abundância aqui não tem nada a ver com o consumo perdulário da sociedade hodierna, com o consumismo patológico das relações capitalistas de produção da nossa existência, onde as pessoas só se sentem bem, só se realizam, se possuem dezenas de pares de sapatos, de óculos, e de uma infinidade de outras coisas. Abundância, em Marx, está associada a conquista pela humanidade de produzir bens materiais e intelectuais necessários à nossa existência em quantidade e qualidade suficientes para garantir a reprodução de todos: de cada um de acordo com a sua capacidade e para cada um de acordo com sua necessidade (MARX 1980; 2006; 2007).

assim uma fragmentação nas diferentes áreas do conhecimento científico (MENDES, MORADILLO, MESSEDER NETO, 2016). O experimentalismo marcou a Ciência moderna e esteve presente no avanço da Química nos séculos XVIII e XIX em inúmeras investigações.

Com a Revolução Industrial, se expande o modo de produção capitalista, o que gerou a inserção de maquinário no processo produtivo, isso fez com que o tempo de produção diminuísse e o lucro do burguês, caracterizado por aquilo que Marx denominou como *mais valor*<sup>15</sup> (MARX, 1980) fosse consideravelmente maior.

Para Marx, existem apenas dois tipos de mercadoria: a força de trabalho e a outra mercadoria são todas as demais mercadorias. O valor da força de trabalho, que está conectado a certa quantidade de trabalho abstrato socialmente necessário para produzir os meios de subsistência do trabalhador e de sua família, é contratado pelo capitalista por um valor abaixo do que ele é. Aqui, uma parte da força de trabalho do trabalhador passa a ser o trabalho necessário para sua subsistência e a outra parte passa a ser excedente, onde a *mais valia* se realiza, se transforma em *mais valor*.

Segundo Hobsbawn (2009), as palavras como indústria, capitalismo, socialismo, classe média, classe trabalhadora, greve, entre outras, que foram criadas e que ganharam significado em decorrência da Revolução Industrial, são provas de sua importância. Nas palavras de Hobsbawn:

Imaginar o mundo moderno sem estas palavras (isto é, sem as coisas e conceitos a que dão nomes) é medir a profundidade da Revolução que eclodiu entre 1789 e 1848, e que constitui a maior transformação da história humana desde os tempos remotos quando o homem inventou a agricultura e a metalurgia, a escrita, a cidade e o Estado (HOBSBAWN, 2009, p. 02).

Ainda para Hobsbawn (2009) esta revolução é tão importante que ainda causa impactos na sociedade atual. As Ciências dedicavam-se à solução de problemas produtivos. Inicialmente, os maiores avanços foram na área da Química, que estava intimamente ligada às atividades de laboratório e às necessidades da indústria. Segundo Harry (1987):

---

<sup>15</sup> É isso que interessa para Marx, o valor é nada mais nada menos do que atividade humana incorporada nas coisas, é relação social historicamente determinada, configurada. O valor é expressão do desenvolvimento social da humanidade.

A época do avanço científico durante os séculos XVI e XVII ofereceu algumas das condições para a Revolução Industrial, mas a conexão era indireta, geral e difusa – não apenas porque a ciência não estava ainda estruturada diretamente pelo capitalismo nem dominada pelas instituições capitalistas, mas também devido ao importante fato histórico de que a técnica desenvolveu-se antes e como requisito prévio para a ciência (HARRY, 1987, p. 138).

Neste período se buscam causas externas para explicar os fenômenos, em substituição à causa da essência dos objetos que o conceito de transformação química sofrerá significativas mudanças. Percebemos aqui, uma perspectiva de que as causas e características intrínsecas dos materiais são os responsáveis pelas transformações dos materiais.

De acordo com Bernal (1976), no final do período de transição ao capitalismo, os interesses das classes dominantes pelo comércio, pela navegação, pela manufatura e pela agricultura levaram a realizações culminantes na Ciência. Ainda para Bernal, já se tem um esforço organizado e consciente para utilizar a Ciência para fins práticos.

Como a Ciência se separou da Filosofia, uma outra concepção de natureza e conhecimento são concebidos a partir da modernidade: a natureza deixa de ser encantada, endeusada, antropomorfizada, e passa a ter uma concepção mecânica, a ideia de causalidade muda, deixa de ser interna aos fenômenos e passa a ser externa, criando um novo tipo de racionalidade, uma nova base interpretativa da natureza (ABRANTES, 1998; MORADILLO, 2010).

Essa nova base interpretativa de natureza vai estar calcada na busca de relações e quantidade — o mundo segundo Galileu (1564-1642) foi escrito com caracteres matemáticos — em oposição a uma perspectiva que dominava anteriormente<sup>16</sup> (com diversas diferenças específicas entre pensadores e correntes de pensamento) e que se pautava na busca da essência e qualidades: uma questão ontológica – o que é o ser — precede a questão epistemológica – como conhecer o ser (ANDERY *et.al.*, 1988; ABRANTES, 1998; MORADILLO, 2010; TONET, 2013).

As mudanças em relação à concepção e significado do conhecimento, não se constituíram em um fenômeno isolado, mas participaram de um processo mais

---

<sup>16</sup> Estamos tratando aqui do período Grego ao Medieval.

amplo de ruptura. Profundas transformações tiveram lugar nas relações econômicas, sociais e políticas que se expressaram na esfera cultural através do questionamento do conteúdo e forma do saber medieval.

Na perspectiva moderna, aos poucos, a questão ontológica passa a ser considerada metafísica, não temos como conhecer o ser, mas podemos conhecer como as coisas funcionam. Em um período de quase trezentos anos, do século XVI até os últimos anos do século XIX, vamos alcançar o amadurecimento do empreendimento epistemológico chamado de positivismo, com grande sucesso na área das Ciências da Natureza, porém, com grandes consequências negativas na área das Ciências Sociais (MORADILLO, 2010).

Segundo Andery *et al* (2004, p. 163) “Os séculos XV, XVI XVII (particularmente os dois últimos) são aqueles em que mais acentuadamente ocorrem mudanças que marcaram a passagem do sistema feudalista aos sistemas capitalistas”. Como já sinalizado antes, tais mudanças não ocorreram somente na esfera política, ocorreram em todas as esferas sociais, inclusive nas ciências.

Os cientistas vão utilizar de todos os processos empíricos já conhecidos até o momento, de maneira a sistematizar e organizar o conhecimento fazendo com que a Ciência interfira na produção de forma avançá-la cada vez mais. Neste momento o destaque na Química é Antoine Lavoisier (1743 – 1794), que no final do século XVIII sistematiza e amplia os estudos e a compreensão das reações de combustão.

## **3.2 Entrelaçando conceito e contexto**

### ***3.2.1 Elementos para uma análise sócio-histórica do conceito moderno de transformação química.***

Ao longo do tempo, várias foram as concepções apresentadas que procuravam explicar as transformações químicas. Segundo Goldfarb (1987) as primeiras ideias sobre a transformação da matéria estão ligadas aos primórdios da prática metalúrgica, despertadas pela mudança de cor e forma obtidas a partir da manipulação de minerais. Ainda na perspectiva dessa historiadora, o homem dessa época acreditava que a mãe terra guardava em seu ventre os embriões metálicos que, como sementes, iriam se desenvolver e se transformar. Neste período, passa a

ser aceita a suposição de que um metal podia se transformar em outro, seguindo diversos graus de maturação que iam do cobre ao ouro, produto final dessa transformação.

Aos minérios caberia a difícil missão de conseguir autorização das guardiãs da divindade terrena, a mãe terra, para penetrá-la e arrancar-lhe os minerais. Esta crença fazia com que as minas fossem fechadas após um período de exploração através de um ritual, para que a terra tivesse tempo para gerar novos minerais. A visão vitalista<sup>17</sup> assumia que a matéria orgânica só podia ser produzida por organismos vivos atribuindo este fato a uma força ou energia vital inerente à própria vida. A presença dessas ideias circulou principalmente na antiguidade e na Idade Média.

No entanto, o que causava a transformação dos materiais? Por que determinadas espécies químicas reagem entre si, ou formam compostos e outras não? Esse mistério foi um tema central da ciência da matéria desde os primórdios da antiga Grécia até o século XX.

Segundo Ducan (1996), a explicação mais antiga para ocorrência de uma combinação entre substâncias é aquela que atribui emoções humanas como causa para a interação das substâncias. Ainda segundo Ducan (1996), o filósofo pré-socrático Empédocles (490 – 430 a.C.), por exemplo, acreditava que as substâncias se combinavam por que existiam entre elas sentimento de amor ou de ódio que cada uma delas possuía. Essa explicação, além de outras que consideravam forças divinas ou poderes ocultos, não explicitava o que causava as combinações e nem como poderiam existir diferentes materiais (MENDES, 2011).

O marco desse momento foi a metalurgia, que era um resultado indireto de ideias mágicas. O conhecimento da realidade, ainda era uma combinação de realidade com misticismo, e o trabalho com os metais era baseado na empiria, na tentativa e erro. Para explicar um fenômeno o homem, recorria a seres místicos, deuses poderosos que podiam dominar a natureza.

A Ciência possuía caráter místico e era realizada pelos reis e ricos mercadores. Essa associação da Ciência com os reis, ricos mercadores e nobres foi

---

<sup>17</sup> O vitalismo não descarta a possibilidade de explicar fenômenos biológicos ou vitais por leis físicas e químicas, mas para a manutenção e a origem da vida, seria necessário a interferência de forças vitais, não determinada por procedimentos físicos e químicos (MAAR, 1999).

uma fonte de força, mas também o seu enfraquecimento, pois assim a ciência tornou-se, com o correr do tempo, divorciada do povo (BERNAL, 1976).

Os desenvolvimentos técnicos na mineração e na metalurgia pouco deviam a Ciência, embora para ela muito tenha contribuído. As consequências econômicas das grandes navegações foram imediatas e duradouras. As consequências científicas foram igualmente decisivas. O êxito das primeiras viagens deu origem a uma enorme procura de barcos e navegadores; deu oportunidade ao aparecimento de uma nova classe de artífices inteligentes, com treino matemático, para a manufatura de bússolas, cartas e instrumentos (BERNAL, 1976).

Percebemos aqui, conforme Bernal (1976), que a metalurgia dos novos metais da época, zinco, bismuto, cobalto e níquel, se deu a partir de esforços empíricos baseados em tentativas ou analogias com os processos já conhecidos. Na Química, a metalurgia pode ser considerada responsável pelo surgimento da ideia de grupo de substâncias, metais, óxidos e grupo de reações, calcinação, combustão e redução de minerais a metais (MILAGRES, 1996).

Este período teve dois pilares, um foi a acumulação de riquezas e o outro foi a liberação da mão-de-obra do campo para a cidade (período da acumulação primitiva do capitalismo). Esses pilares conduziram ao aparecimento das primeiras fábricas, que em um novo contexto, revolucionou as relações econômicas, políticas e sociais, levando à consolidação do capitalismo, agora, na sua fase madura: industrial (MILAGRES, 1996).

Com um novo cenário epistemológico e com uma nova concepção mecânica e burguesa de mundo, os cientistas passaram a ter mais abertura e propuseram uma nova explicação para os fenômenos, explicação essa que precisava, inclusive, reforçar a noção de universo como máquina.

De acordo com Justi (1998), durante o século XVII, muitos químicos procuraram equiparar a Química às outras áreas da Filosofia, introduzindo diferentes modos de pensar e princípios utilizados, por exemplo, pela astronomia e pela mecânica. O desenvolvimento da concepção corpuscular da matéria imprimiu uma nova dimensão para o entendimento das transformações químicas e as explicações das teorias e das leis passaram a ser interpretadas pelo formalismo matemático, pela experimentação e observação.

O alargamento do tráfego comercial e o melhoramento das técnicas de transporte e manufatura tendiam inexoravelmente para uma economia de artigos e moedas, que viessem a substituir a economia feudal, baseada na prestação de serviços obrigatórios. Seriam os aspectos técnicos desta revolução econômica os fatores decisivos para a criação da nova Ciência progressiva e experimental que veio a substituir a Ciência estática e racional da Idade Média. Toda essa transformação colocou os homens do renascimento perante situações e problemas que o saber antigo era incapaz de explicar e resolver

Porém é com Robert Boyle (1627-1691), no século XVII, que se inicia uma oposição às noções místico-simbólicas de afinidade como amor e ódio, em direção a uma explicação mecanicista e que admitia um novo modelo de mundo (MAAR, 1999). Boyle rejeitou o animismo e interpretações metafísicas e defendeu modelos mecânicos para explicar as causas das reações químicas. Ele considerava que a afinidade era o resultado de formas apropriadas das partículas que lhes permitiam aderir umas às outras (PARTINGTON, 1969 *apud* JUSTI, 1998, p.7).

Boyle não aceitava o modelo explicativo que envolvia os quatro elementos Aristotélicos (água, terra, ar e fogo) e o modelo dos três princípios de Paracelso (1493–1541) (enxofre, mercúrio e sal), afirmando que era impossível extraí-los de todos os corpos. Newton (1642-1727) também não acreditava nesses modelos e assim como Boyle, considerava que a matéria era formada de partículas que possuíam poderes de atração e repulsão, explicando situações em que um corpo se dissociava, pelo fato de uma de suas partes ser mais fortemente atraída por outra substância, do que por aquela com a qual ela estava originalmente combinada. Embora Newton reconhecesse a existência de diferenças nas forças atrativas entre as partículas, supostamente de tipos diferentes, não apresentou explicações para tais variações e para as diferenças identificadas (JUSTI, 1998).

Em 1718, na França, Etienne F. Geoffroy (1672-1731), realizou o estudo empírico que levou à criação da primeira Tabela de Afinidades, considerando a afinidade em termos de atrações fixas entre corpos diferentes. Atualmente, percebe-se que os resultados desta tabela apresentam alguns problemas, porque muitos fatores que poderiam influenciar na afinidade entre duas substâncias, não foram considerados por Geoffroy. Embora naquela época já fosse possível a identificação fenomenológica de ácidos, álcalis e sais, a natureza das reações que ocorriam entre

estas espécies não estava esclarecida, pois não existia um apoio teórico e uma lei empírica geral para explicar as causas dessas afinidades (MAAR, 1999).

Assim, a Revolução Científica iniciada no século XVI significou uma ruptura na concepção de natureza e ciência/conhecimento, negando o modo de produção de conhecimento anterior. A Revolução Científica é considerada pelos historiadores da Ciência como um movimento de transformação das ideias, através do qual todo o sistema de pressupostos herdado da Idade Média (em especial os pressupostos Aristotélicos) é questionado e substituído por um sistema completamente novo.

De acordo com Bernal (1976), este período pode ser dividido em três fases específicas: a fase do Renascimento, de 1440 a 1540; a fase das Guerras de Religião, de 1540 a 1650 (segunda metade do século XVI e primeira metade do século XVII); e a fase da Restauração, de 1650 a 1690 (segunda metade do século XVII). Em cada uma delas, uma série de acontecimentos sociais, políticos, econômicos e religiosos contribuíram de modo significativo para que matemáticos, físicos, biólogos, químicos, médicos, filósofos e astrônomos formassem novas teorias explicativas acerca do funcionamento do universo, da posição do homem dentro desse cosmo, dos processos de construção da ciência, das relações entre o homem e a ciência e entre a ciência e a fé religiosa.

Os investidores da época desempenharam papel de relevo no avanço científico, pois, a partir daquele momento, tanto cientistas como tecnologistas, juntamente com a maioria dos médicos, deixaram de ser profissionais no antigo sentido dessa expressão, isto é, pessoas que exerciam a sua atividade por conta própria a troco de honorários, para se tornarem funcionários de departamentos do governo ou de grandes empresas privadas.

De uma forma geral, desde a antiguidade até o período medieval o homem buscava conhecer a essência das coisas, o conhecimento era desenvolvido em bases ontológicas: a questão ontológica precedia a questão epistemológica, pois o ser humano sempre procurou desenvolver uma imagem de natureza para o que existia.

Neste período as bases ontológicas e epistemológicas são modificadas. Se antes, para conhecer os fenômenos (estabelecer as qualidades do ser) precisávamos conhecer a essência das coisas (o conhecimento tinha bases



ontológicas) — a questão ontológica precede a questão epistemológica —, agora, a questão ontológica é pura metafísica: não temos como conhecer a essência das coisas, por isso, a questão epistemológica passa a ser o centro do conhecimento<sup>18</sup>. A centralidade do conhecimento deixa de ser a contemplação e a experimentação controlada passa a ser a chave mestra, a matematização ganha vez nas novas Ciências (TONET, 2013).

Passa-se a conhecer as coisas através das regularidades fenomênicas existentes na natureza, tendo-se outra ideia de causalidade, a causalidade mecânica (a ideia de “lei” da natureza ganha premissa epistemológica nesse momento). Uma vez que, a natureza é destituída de encantamentos, ela é desantropomorfizada, não há mais causas internas (ABRANTES, 1998; MORADILLO, 2010).

Estas concepções passam a refletir no entendimento das combinações químicas da mesma maneira como uma relação dialética, ajudam a tais concepções filosóficas se sustentarem, uma vez que o desendeusamento da natureza implicará no avanço das forças produtivas. Isso irá levar a uma revolução industrial e claro, a novas aberturas para pensar e desenvolver outros aspectos do estudo das transformações dos materiais tais como a termodinâmica e o equilíbrio químico, que estarão imbricados, certamente, com a consolidação da ciência moderna (MENDES, MORADILLO, MESSEDER NETO, 2016).

Grandes invenções e avanços tecnológicos surgem. Como exemplo podemos citar a invenção da eletricidade (em 1800), por Alessandro Volta, a invenção de métodos mais aprimorados de refino do ferro, a produção de larga escala de aço de qualidade, a criação da primeira versão da tabela periódica por Mendeleiev (em 1869), o estudo da química orgânica com Markovnicov (em 1869). (BERNAL 1976)

Pela primeira vez na história da humanidade os processos de produção de bens e mercadorias tornaram-se imensamente grandes, ao ponto de produzirem lucros consideravelmente altos, à custa de baixos custos de produção e da exploração de mercados consumidores externos. Este deve ter sido o mais

---

<sup>18</sup> Aqui é emblemático o que se convencionou chamar da virada copernicana na filosofia do conhecimento a partir de Kant (1724-1804): já que não temos como conhecer a coisa em si, a questão do conhecimento sai da questão do que é a coisa, para como podemos conhecer a coisa. Se o centro de gravidade do conhecimento estava no objeto agora está no sujeito. Isto vai dar origem a todo o empreendimento epistemológico gestado a partir do final do século XVIII. A filosofia do conhecimento se limita a epistemologia (TONET, 2013).

importante acontecimento desde a invenção da agricultura e das cidades e com ele veio o estabelecimento do capitalismo, da experiência e do cálculo como método básico das ciências naturais. As transformações foram complexas: modificações técnicas levaram a desenvolvimentos da ciência, e esta, por sua vez levou a novas e mais rápidas modificações técnicas.

### ***3.2.2 A revolução industrial: consolidação da ciência moderna e a abertura para pensar em novos aspectos da transformação química.***

Como já sinalizado, a Ciência que surge nesse processo histórico vai se constituindo como força produtiva. Ao desvelar a natureza, ao desvincular-se de uma causalidade interna, de algo antropomorfizado, endeusado, ela, a ciência, passa a potencializar o transformar a natureza; a manipulação e não a contemplação passa a ser fonte primeira dos sentidos, a concepção de experimento muda (ANDERY *et. al*, 1988; ABRANTES, 1998; MORADILLO, 2010; TONET, 2013).

Neste sentido, se a Ciência moderna que está em fase de consolidação está bebendo nas diversas técnicas que permeiam a produção de bens materiais nos primeiros séculos da transição, com diversas formas teóricas de sustentação, em um universo novo, que renasceu nos séculos XVI e XVII e se ilumina do século XVIII, a nova síntese do conhecer, no final do século XVIII, vai inverter o jogo. A nova ciência em desenvolvimento vai dar as cartas, esta, vai ser incorporada aos processos produtivos, fazendo da técnica uma submissa, vai se transformar na tecnologia, na técnica que se baseia em princípios científicos, na lógica do saber fazer que tem por traz uma teoria que unifica os processos técnicos em uma base (MENDES, MORADILLO, MESSEDER NETO, 2016)

Segundo Milagre (1996, p. 121) “A Revolução Industrial constitui-se no processo que determinou a incorporação da ciência ao sistema produtivo, tornando-a um fundamento cada vez mais imprescindível para sua sustentação”.

Para explicar as propriedades dos novos metais, eram necessárias novas teorias, e estas estavam relacionadas a novas conquistas práticas, que de início eram apenas qualitativas e obscuras, mas forneceram o alicerce para teorias mais exatas. Em resposta aos requisitos de um comércio e de uma indústria cada vez

mais especializados, verifica-se a constante necessidade de certos produtos químicos especiais tais como, salitre, alúmen, sulfato de ferro, ácido sulfúrico, soda, que deram origem a uma indústria química de cuja experiência e de cujos problemas viriam a nascer mais tarde a química racional (BERNAL, 1996).

Percebemos que as quantidades, no século XVII/XVIII, passam a ter um status importante no processo produtivo e no fazer ciência. No século XVIII, são identificadas várias tentativas para quantificar adequadamente as afinidades. Em 1776, por exemplo, Guyton de Morveau (1737-1816), adotando a metodologia newtoniana, mediu a força mecânica necessária para separar placas de diferentes metais do banho de mercúrio no qual elas flutuavam. Através de outro caminho, Guyton tentou quantificar a afinidade, atribuindo à relação entre dois corpos, uma medida independente das operações de substituição ou deslocamento (MOCELLIN, 2006).

Outra significativa contribuição relacionada a esta discussão foi dada pelo químico sueco Torbern Bergman (1735-1784), que elaborou sua tabela com base nas alterações eletivas simples, utilizando duas condições de reação; via seca (a alta temperatura) e via úmida (em soluções). As explicações propostas no século XVIII se baseiam em ideias empiristas. Esta perspectiva filosófica se apoia no pensamento de Francis Bacon (1561 – 1626) que considera que o conhecimento tem origem na observação e pela indução, dirige-se dos fatos às teorias, do particular, ao geral (BORGES, 1996).

Mierzecki (1990) aponta que uma abordagem quantitativa de afinidade pode ser encontrada no livro: “Memoire sur la chaleur”, publicado por Antoine Lavoisier (1743-1794), e Pierre Simon de Laplace (1749-1827), em 1783:

(...) quando substâncias se combinam, agem uma sobre as outras de acordo com o grau de afinidade mútua; suas moléculas serão submetidas a forças de atração mutua, que podem mudar a quantidade de força viva e deste modo mudar a temperatura (MIERZECKI, 1990, p. 220). (Tradução nossa)

Essa foi a primeira tentativa concreta de uma determinação quantitativa de afinidade que relacionou dois problemas: uma tendência das substâncias se combinarem umas com as outras e o fator que poderia facilitar essa combinação (MIERZECKI, 1990).

As contribuições de Lavoisier (1743-1794) e Laplace (1749-1827) permitiram que o problema da afinidade tivesse uma abordagem quantitativa, entretanto, os muitos conceitos de afinidade ainda estavam obscuros. Os trabalhos de amigos de Lavoisier e do seu colaborador, Berthollet (1748-1822), deram uma significativa contribuição ao desenvolvimento desse conceito. (MIERZECKI, 1990).

O francês Antoine Lavoisier ficou muito impressionado com o poder de organização destas tabelas. Embora ele tenha sido atraído pelas tabelas de afinidades na busca de regularidades presentes na ação do oxigênio sobre outras substâncias, fazia algumas ressalvas sobre elas, a exemplo da não consideração da influência da temperatura para a obtenção dos dados tabelados, enfim, ele preferiu não se fundamentar na teoria sobre as afinidades devido à ausência de dados experimentais confiáveis, revelando-se um empirista convicto (ARAUJO NETO, 2003).

As explicações até aqui expostas, sobretudo aquelas ditadas no século XVIII, se baseiam em ideias empiristas. A influência do pensamento baconiano contribuiu para uma melhor compreensão das reações químicas, mas, como será descrito a seguir, o desenvolvimento da Físico-Química no século XIX possibilitou novas formas de ver a reatividade entre as espécies químicas tornando superada a ideia de afinidade, tal como demonstrada no século XVIII, por ser incapaz de abrigar a complexidade envolvida na diversidade de processos físico-químicos e todos os fatores que influem na reatividade (MENDES, MORADILLO, MESSEDER NETO, 2016).

O princípio do século XVIII foi uma época de assimilação e reflexão dos enormes avanços científicos do século XVII. Os filósofos do século XVII tinham tido a tarefa de provar que existia uma alternativa para a imagem do universo clássico-religioso da Idade Média e encontram-na nas obras de Bacon e Descartes. Os filósofos do século XVIII, por outro lado, já tomavam como aceite a imagem científica do universo que Newton lhes havia legado; a sua tarefa era entendê-la e reconciliar as suas conclusões com o novo padrão político e econômico que começava a emergir no seu tempo. (BERNAL, 1976)

A transformação das ideias na Ciência deste período foi na verdade muito maior que na política e na religião. Uma nova imagem do universo quantitativo, atômico, veio substituir a velha imagem, qualitativa, contínua, limitada e religiosa,

que os escolásticos, muçulmanos e cristãos, haviam herdado dos gregos. O universo hierárquico de Aristóteles cedeu lugar ao universo mecânico de Newton (BERNAL, 1976).

Esta substituição era apenas um sintoma da nova orientação do conhecimento, este deixava de ser um meio de conciliar o homem com o mundo como era até o dia do juízo, para se tornar um meio de controlar a natureza através da compreensão das leis que a regem (BERNAL, 1976).

Essa foi uma fase de muitas mudanças sociais e econômicas na Europa, materializadas com o estabelecimento do modo de produção capitalista. A expansão de demandas como a industrialização têxtil, crescimento dos setores da siderurgia e da metalurgia, novos setores de produção a exemplo da eletricidade e da química passou a exigir um ritmo de crescimento que, sistematicamente se via ameaçado por causa de desajustes no desenvolvimento dos diferentes processos (MILAGRE, 1996). Ainda segundo esse autor, esses desajustes são decorrentes da lentidão de operações ou a escassez de matérias primas e intermediários.

[...] Assim, por exemplo, o aumento significativo de bens têxteis, decorrente do aperfeiçoamento das máquinas de fiar e tecer e esbarravam na lentidão da operação de branqueamento. Essa operação constituiu, a princípio, na imersão alternada em soluções ácidas (leite azedo) e alcalinas (cinzas vegetais), obtidas a partir da queima de algas e posterior exposição ao sol durante os meses de verão (MASSON, 1986 *apud* MILAGRE, 1996, p. 121).

Com a investigação da química pneumática, essas substâncias foram substituídas por cloro, descoberto em 1774, por Carl Wilhelm Scheele (1742-1786), primeira substância usada intencionalmente como arma química e que foi rapidamente incorporada à produção industrial por possuir elevado poder alvejante. Nesse contexto social e econômico as transformações químicas ganham novo sentido. O interesse pelo entendimento dos processos de transformação das substâncias aumenta, pois, prever e controlar o processo de transformação das substâncias é de grande interesse econômico. Esse interesse define e imprime a importância da química e seu papel estratégico para o sistema produtivo (MENDES, MORADILLO, MESSEDER NETO, 2016).

Para Bernal (1976) a segunda fase do século XVIII foi decisiva para a ciência e para a política. A revolução pneumática juntamente com a descoberta da técnica de produção da corrente elétrica, criaram uma química nova racional e quantitativa.

Percebemos neste contexto que a revolução industrial passou a marcar a integração da ciência ao sistema produtivo, pois para que ocorra um avanço tecnológico é indispensável que se tenha um avanço científico. Com a integração da ciência ao meio produtivo, a demanda por mercadorias aumenta, e esse aumento em sua produção e, conseqüentemente, dos mercados, interfere nas relações sociais. A cultura, a moral, os costumes e a educação passam a ser generalizadas entre os diferentes povos e nações (MENDES, MORADILLO, MESSEDER NETO, 2016).

Segundo Milagre (1996), a França desencadeou de maneira irreversível, a institucionalização da Ciência, profissionalizando definitivamente o cientista. O cientista deixa de ser um mágico, místico, aquele que vive sozinho e recluso e passa a ser um trabalhador assalariado que necessita de capital e recursos para poder desenvolver suas pesquisas (BERNAL, 1976).

Existe uma intenção de romper com a concepção de que a ciência, e o cientista, avançam separadamente da esfera da produção e é neste período que a química assume a liderança dos processos industriais, particularmente, as áreas de química orgânica e de físico-química trouxeram aportes relevantes para o controle das transformações químicas.

As duas transformações básicas dos séculos XVI e XVII que tornaram possíveis as do século XVIII foram o nascimento da ciência experimental e dos modos de produção capitalista. A fase final do século XVIII iria assistir à reunião das inovações científicas e capitalistas e a sua interação iria desencadear forças que mais tarde transformariam o capitalismo e a ciência e, com eles, a vida de todos os povos do mundo.

É no início do século XIX, em 1803, que Dalton, imerso nas poluições provenientes das grandes indústrias em Manchester/Inglaterra, vai elaborar a concepção moderna de átomo. Uma concepção empirista que durante todo o século XIX vai provocar várias controvérsias, se consolidando no início do século XX com

os trabalhos de Jean Perrin sobre a descontinuidade da matéria (FILGUEIRAS, 2004; OKI, 2006).

A teoria atômica ou corpuscular veio oferecer a primeira chave para a explicação racional e quantitativa dos fenômenos da química que até então, se limitavam a receitas técnicas e explicações místicas.

A química foi especialmente a ciência do século XIX. Isto devido essencialmente ao fato de ser a principal ciência a auxiliar a indústria têxtil, foi a indústria mais importante. A química cresceu sobre os alicerces sólidos da revolucionária teoria atômica então estabelecida e que em breve foi capaz de lidar com todos os tipos de substâncias. (BERNAL, 1976)

O conceito de substância foi fundamental para o estabelecimento da ideia moderna de transformação química, principalmente no século XX, no onde o conceito sai de uma abordagem macroestrutural (reação como massas equivalentes: o conceito de equivalente químico) para uma abordagem microestrutural, na qual a ideia de composição, baseada em entidades atômicas, passa a ser de fundamental importância para explicar as transformações da matéria/química, abrindo espaço para aspectos que passaram a ser importantes no estudo das reações, estabelecendo-se a teoria de valência, os estudos sobre a estereoquímica e, posteriormente, as noções mecânico-quânticas das estruturas das substâncias e da formação de ligações químicas (JUSTI, 1998).

No início do século XIX, os químicos passaram a utilizar a ideia de átomo (partícula última) em explicações referentes às transformações dos materiais, intensificando os estudos quantitativos envolvendo as transformações químicas de forma mais sistemática. É possível que John Dalton (1766 – 1844) tenha sido um dos pioneiros na articulação entre o macroscópico, acessível através de medidas e experimentos, e o microscópico. A contribuição de Dalton, com sua hipótese atômica, para que a Química passasse a integrar o rol das ciências modernas deve ser considerada como de grande importância, pois serviu como base para toda a química quantitativa do século XIX (BENSAUDE-VINCENT, KOUNELES *apud* OLIVEIRA, 1993).

Neste século a ciência moderna se consolidou. Em 1803, John Dalton apresentou sua teoria atômica em uma série de conferências realizadas na Royal

Institution de Londres. Baseado em muitas medidas das quantidades das massas dos elementos químicos que se combinavam para formar compostos, Dalton (1766 – 1844) configurou um modelo para o átomo semelhante a pequenas partículas esféricas maciças e indivisíveis. Diferentemente dos filósofos Demócrito (460 a.C. - 370 a.C) e Leucipo (500 a. C), que somente pensaram na divisão da matéria em pequenos pedaços até a menor unidade, Dalton avançou e elaborou sua hipótese atômica com base em dados experimentais.

A hipótese atômica de Dalton acrescida da noção de molécula dada por Avogadro (1776 – 1856) atravessou todo o século XIX, chegando, como se refere Paoloni (1980), a constituir um dos postulados da doutrina química visto que “os elementos e as substâncias compostas estão feitas de moléculas e elas por sua vez estão constituídas de átomos. (o peso molecular e o peso atômico, medida de massa relativa, define-se de maneira operativa)” (PAOLONI, 1980, p. 165).

Assim sendo, a determinação pioneira dos pesos atômicos realizada por Dalton atribuiu um caráter quantitativo aos átomos e os valores obtidos passaram a fundamentar os estudos que se apoiavam na hipótese atômica daltoniana.

Das interpretações dos muitos fatos experimentais observados, destacaram-se as ideias de pesos de combinação (pesos equivalentes) e pesos atômicos. A ideia de pesos equivalentes permitiu calcular as massas das substâncias envolvidas nas reações químicas, principalmente a de ácidos e bases, surgindo então estudos pioneiros em estequiometria (TOLENTINO; ROCHA FILHO, 1994). Em 1869, Charles A. Wurtz (1817-1884) distingue claramente atomicidade de afinidade, onde a atomicidade estava relacionada à transferência de energia de um determinado átomo para outros e a afinidade seria uma força química de natureza desconhecida.

Segundo Wurtz, o conceito de afinidade fazia sentido quando relacionado ao conceito de valência (JUSTI, 1998). Nesta época, Jean Batiste Dumas (1800-1884) reconheceu que os diferentes arranjos dos átomos, ou seja, os fatores estruturais eram importantes no estudo das transformações químicas. Ele considerava que diferenças nos arranjos dos átomos provocavam variações nas propriedades químicas das substâncias, incluindo as suas afinidades químicas (JUSTI, 1998).

Outro aspecto que também preocupava os pesquisadores se referia à maior ou menor velocidade com que as reações químicas ocorriam. Na primeira metade do



século XIX, Ludwig Wilhelmy (1812 - 1864) investigou pela primeira vez a rapidez de uma reação ao estudar a decomposição da sacarose em meio ácido. Nesse estudo, ele utilizou diversos ácidos em diferentes concentrações, variando as quantidades de açúcar e trabalhando em diversas temperaturas. Nessas condições, levando em conta todos esses fatores, pôde concluir que a quantidade de açúcar que se transformava em um pequeno intervalo de tempo era diretamente proporcional à massa total presente. Chegando, assim, a uma expressão matemática que representa a rapidez de uma reação e mostrando que a quantidade da sacarose diminui exponencialmente com o tempo (MIERZEKCI, 1990; QUÍLEZ, 2004).

A característica central da ciência do século XIX é o aparecimento e a imposição da química como disciplina racional do pensamento e da prática. O rápido desenvolvimento da mineração e de uma indústria química de tipo muito mais técnico que científico foi condição prévia necessária para a construção de uma teoria química (BERNAL, 1976).

Uma das feições dominantes dos séculos XVIII e XIX foi o triunfo da máquina. O papel desempenhado pela ciência é ainda relativamente pequeno, pois tanto na engenharia como na metalurgia predominaram o elemento técnico baseado na tradição do trabalho manual, e o elemento econômico, baseado na rentabilidade. Não obstante o elemento científico permaneceu sempre ativo e foi crescendo, preparando o caminho para o papel condutor que iria assumir no século XX.

Os trabalhos de L. Wilhelmy possibilitaram avanços no estudo da afinidade e em 1860, A. W. Williamson (1824 - 1904) apresentou contribuições nesse campo, afirmando que: se uma reação química se realizasse num determinado intervalo de tempo, no sentido da formação dos produtos e estes, por sua vez, interagissem reconstituindo os reagentes, haveria um momento em que as duas reações ocorreriam com a mesma rapidez, estabelecendo-se entre elas um equilíbrio, evidenciando, assim, que a reação ocorreria simultaneamente nas duas direções. Esse estado dinâmico era alcançado devido a uma troca de átomos, que ocorria em cada momento que a reação se processava nos dois sentidos (MIERZECKI, 1990; QUÍLEZ, 2004).

Os achados experimentais de M. Guldberg (1836 – 1902) e P. Waage (1833 - 1900) deste período explicavam a afinidade química entre as substâncias por meio de teorias matemáticas, que foram chamadas de lei de ação de massas. Essa lei

tem características de uma lei mecânica, pois como a força newtoniana, a força química de uma reação é obtida pelo produto das massas ativas (o que hoje chamamos de concentração). Eles assumiram que a velocidade de uma reação química seria proporcional às massas ativas das substâncias reagentes presentes no meio reacional (IHDE, 1909; QUÍLEZ, 2004).

No início do século XIX, J. B. Richter (1762-1807) desenvolveu análises quantitativas de sais e estabeleceu a noção de “estequiometria”, como também a “lei dos números proporcionais” e a “noção de equivalente químico”. Esse trabalho foi completado por Proust (1797-1807) com a ideia de “proporções definidas”, para a combinação das substâncias químicas (MAAR, 1999).

No final século XIX, J. H. Van't Hoff (1852 - 1911) estudou a influência da temperatura numa reação em equilíbrio, observando que a elevação de temperatura favorecia a transformação endotérmica e o abaixamento, a exotérmica. No século XX o cientista francês H. L. Le Chatelier (1859 - 1936) considerou todas as observações feitas até então, através do seu conhecido princípio, que propôs a definição do modo como um sistema químico em equilíbrio reagia às perturbações, concluindo que, quando as condições de um sistema em equilíbrio são alteradas, este se desloca no sentido de restabelecer as condições iniciais (MIERZECKI, 1990).

Assim como Lavoisier e Laplace, Van't Hoff associou o curso de uma reação química ao calor liberado, entretanto, naquele momento, a atenção estava direcionada para a síntese e estrutura dos compostos químicos (MIERZECKI, 1990). Uma importante contribuição de van't Hoff foi mostrar como a termodinâmica poderia ser utilizada pelos químicos especialmente em relação às ideias sobre as afinidades.

A interpretação termodinâmica de equilíbrio e a previsão da evolução de um sistema químico foram propostos por W. Gibbs (1839 - 1903), H. Helmholtz (1821 - 1894) e van't Hoff com base na energia livre (G). Em seu trabalho de 1884 van't Hoff expressou as equações cinéticas das reações de forma semelhante a que usamos hoje, e introduziu o conceito de molecularidade<sup>19</sup> que é fundamental para a investigação dos mecanismos das reações.

---

<sup>19</sup> A molecularidade está relacionada com a quantidade de moléculas que colidem para que a reação de fato aconteça. A molecularidade de uma reação química pode ser definida como o número de

Tais concepções marcaram uma nova era no ramo produtivo. As inovações tecnológicas tiveram um papel fundamental para o estabelecimento de uma fase de profundas mudanças sociais e econômicas, concretizadas com o estabelecimento do modo de produção capitalista. Para Abrantes (1989), a consolidação do capitalismo, modificou os modos de produção de bens e contribuiu para grandes transformações sociais e tecnológicas.

Na busca pelo entendimento da ciência, no contexto social e econômico do final do século XIX, o conhecimento e o controle das transformações químicas colaboraram para o entendimento e compreensão da estrutura da matéria, dos modelos atômicos, da termodinâmica, da cinética química, o que impulsionou o crescimento das indústrias e das novas tecnologias. O século XX chega com avanços tecnológicos e o panorama social modificou-se significativamente.

O capitalismo de livre concorrência cederá lugar ao capitalismo financeiro, dos monopólios, carteis e trustes. A base do sistema industrial deslocou-se do setor têxtil para o da produção de aço, da eletricidade, dos motores de explosão interna e da química orgânica, todos dependentes em muito maior escala de pesquisa científica e tecnológica. (MILAGRE, 1996, p. 127)

Segundo Bernal (1975) a indústria moderna é toda ela permeada pela ciência e, em certos setores, tais como a indústria elétrica e química, é em larga medida uma criação da ciência. O grau de interpenetração é grande. Apenas vale lembrar o caráter geral da influência da tecnologia sobre a ciência. Ainda segundo esse pesquisador, os desenvolvimentos técnicos do século XX já indicam que estamos em presença de uma segunda, ou melhor, até, de uma terceira revolução industrial, revolução de nova espécie, em que a investigação científica vai tomando o lugar outrora desempenhado pelo engenho mecânico individual.

Não por acaso, a partir da segunda metade do século XX se toma como modelo para explicar as reações químicas o formalismo abstrato da mecânica quântica, que avança na direção das noções de trabalho e de energia e as reações químicas devem ser definidas pelo trabalho das forças químicas e pela diminuição

---

moléculas, átomos ou íons que participam da mesma. Se a reação se processar em mais de uma etapa, esta definição referir-se-á à etapa determinante da velocidade da reação. A molecularidade é uma grandeza teórica, é sempre um número inteiro, pequeno e diferente de zero. Com base neste conceito as reações podem ser uni-, bi- e trimoleculares, quando uma, duas ou três espécies químicas, respectivamente, participam como reagentes (ATKINS, 1995).

do potencial dessas forças, que são medidas pela liberação de calor (energia) produzido pela reação (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992). A busca por sistemas de reações cada vez mais eficientes e que subsidiem essa nova estrutura do capital financeiro é latente e a ciência avança no sentido de fornecer tais respostas.

O século XX viu a explosão e multiplicação de êxitos tecnológicos. O capitalismo de livre concorrência dá lugar ao capitalismo financeiro dos monopólios e cartéis. A complexidade do sistema industrial começou a exigir mais compreensão, e conseqüentemente, começou-se a investir na formação do trabalhador. É a noção de progresso que estará se formando aí: o caminho de ida sem volta e sem necessidade do passado. Toda uma rede tecnológica vai ligando a ciência à modernidade industrial, um mundo novo está sendo construído pela intervenção e controle da natureza.

Em 1940, Linus Pauling (1901 - 1994) desenvolveu a “teoria da ressonância química”, que permitia o entendimento de diferentes estruturas para um composto. Graças aos métodos da química quântica, hoje podemos entender mudanças na estrutura molecular, bem como sua habilidade para reagir (MIERZECKI, 1990).

A estrutura de uma substância foi por muitos séculos associada com a ideia de afinidade entre átomos e seus grupos. Com o desenvolvimento de novos métodos instrumentais, de uma maneira mais avançada, pode-se considerar simultaneamente a estrutura de uma substância química e sua capacidade para reagir (MIERZECKI, 1990).

O conceito de transformação química nasceu como uma forma de explicação para fatos experimentais e foi se modificando através dos tempos, à medida que novos aspectos das reações químicas foram sendo evidenciados pela experimentação de forma articulada com o raciocínio teórico.

Atualmente, uma reação química no nível macroscópico é definida como um processo que modifica as propriedades do sistema reacional. Nesse processo a massa é conservada, bem como os elementos que constituem as substâncias envolvidas, que são identificadas por suas propriedades físicas e químicas

No nível microscópico uma reação química torna-se um processo de reorganização das partículas (unidades da matéria divisível) que formam as

substâncias de origem, através do qual o número e a identidade dos átomos são conservados. Neste processo de reorganização dos átomos, as ligações entre os átomos nas substâncias que reagem, são rompidas e os átomos se rearrumam, formando novas ligações, originando novas substâncias, que são os produtos. Essa mudança é representada por uma equação química, que corresponde à escrita usada pelos químicos. Hoje, com as reações nucleares e a nanotecnologia, outras questões científicas estão sendo discutidas para dar conta das novas necessidades postas na reprodução social.

Vimos no decorrer deste tópico que as bases para a compreensão contemporânea das reações químicas foram decorrentes de um longo processo histórico de acumulações e rupturas de conhecimento que foram consolidadas no século XIX, o qual foi importante fundamentalmente devido ao alicerçamento da revolução industrial iniciada no século XVIII.

Antes da primeira revolução industrial a ciência não estava diretamente ligada às atividades produtivas. Ao contrário, o conhecimento prático/técnico alimentava a nova ciência emergente. Mais tarde, com o desenvolvimento das relações capitalistas de produção, novos problemas apareceram, tornando-se necessário o uso da ciência para resolvê-los e proporcionando uma promissora união entre conhecimento científico e técnica associada à produção. Com a revolução industrial avançou-se no estudo das reações químicas com relação aos seus aspectos energéticos.

Assim, podemos perceber que as ideias sobre as transformações da matéria (transformações químicas ou reações químicas) atravessaram os séculos desde a Idade Antiga até a Idade Moderna; inicialmente como ideias filosóficas, até o momento em que teve início a construção de modelos que foram testados experimentalmente, para explicar a interação entre as substâncias.

Entendemos que os estudos sobre reações químicas podem adquirir maior significado com a incorporação da sua contextualização histórica e que deve ser estudado e compreendido na sua relação reflexiva com a totalidade social. Dessa forma, nos posicionamos contra uma concepção de ciência enquanto acúmulo constante de conhecimento, em outras palavras, defendemos a importância do entendimento das diferentes visões de mundo, integradas na rede conceitual de suas próprias épocas. Como afirma Goldfarb: “a questão passa a ser compreender a

mudança de cosmo-visão e não mais de avaliar a superioridade ou o grau de verdade envolvido em cada teoria” (GOLDFARB, 1987, p. 34).

No capítulo a seguir inicialmente dissertamos sobre as contribuições da epistemologia materialista histórico e dialético para o ensino de Química. Em seguida, apresentamos a Pedagogia Histórico-Crítica como teoria crítica da educação e seu método e finalizamos com a apresentação de uma proposta de ensino numa perspectiva do materialismo histórico dialético para o processo de ensino do conceito de transformação química.

## **4 IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO: ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA DO MATERIALISMO HISTÓRICO-DIALÉTICO**

Este capítulo será subdividido em 3 subitens: no primeiro abordaremos as contribuições da epistemologia materialista histórico-dialética para o ensino de química; em seguida traremos os princípios e pressupostos filosóficos gerais da Pedagogia Histórico Crítica e, por último, iremos apresentar uma proposta didática para trabalhar o conceito de transformação química na perspectiva do materialismo histórico dialético.

### **4.1 Contribuições da epistemologia materialista histórico-dialética para o ensino de química.**

Podemos considerar atualmente que o ensino de química vem passando por algumas transformações e que existe um grande esforço em tornar mais adequado o aprendizado de seus conteúdos pelos estudantes, visando o desenvolvimento humano, inclusive daqueles que não dependerão em suas profissões destes conteúdos. Nesse processo de transformação, procura-se tornar o ensino de química mais articulado com a prática social dos estudantes, enfatizando os aspectos históricos, éticos, políticos e econômicos relacionados ao contexto de produção dos conceitos da Química.

Essas novas tendências são alternativas para tornar o ensino de química mais articulado com a realidade social e por consequência mais reflexivo, dando sentido à aprendizagem dos conhecimentos científicos e fornecendo aos estudantes condições de compreendê-los conceitualmente na sua totalidade e complexidade. (MATTHEWS, 1995; MORADILLO, 2010; ANUNCIAÇÃO, 2012)

A partir do que foi exposto acima, apoiamos uma abordagem do ensino de química dentro da perspectiva sócio histórica, visto ser esta uma abordagem educacional que tem como finalidade o avanço social das classes populares, tendo o trabalho como princípio educativo e, desta forma, ressignificando a prática dos professores para a construção de uma metodologia de ação apropriada.

Uma análise mais profunda sobre o processo educativo exige de todos os envolvidos neste processo, uma preocupação com o ensino e, no nosso caso, com o

ensino de química. Na perspectiva materialista histórico-dialética a educação não pode ser praticada independente da forma dialética de compreender a realidade, neste sentido ela, deve “[...] ser entendida como um fenômeno dinâmico e permanente como a própria vida” (GADOTTI, 2003, p.12). Devendo ser interpretada como uma instância que atende a um projeto, a um modelo, a um ideal de sociedade.

No materialismo histórico-dialético, os conteúdos reúnem dimensões científicas, conceituais, históricas, econômicas, ideológicas, políticas, culturais e educacionais que devem ser explicitadas no processo ensino e aprendizagem. Já sinalizamos acima que, é na existência social dos homens que o conhecimento é gerado, pois este é resultado do trabalho humano, no processo histórico de transformação do mundo e da sociedade.

Levando em consideração essa premissa, acreditamos que a epistemologia materialista histórico dialética pode contribuir com um melhor ensino da química, uma vez que nessa perspectiva, a referida disciplina passa a ser compreendida como parte da totalidade da vida do estudante gerando, assim um maior interesse pelo conteúdo abordado.

Para Moradillo (2010), o ensino não pode vir desvinculado da aprendizagem, uma vez que ensino e aprendizagem são unidades dialéticas de mediação entre professor e estudante e a realidade social. O estudante deve ser concebido como sujeito real, concreto e histórico, que se apropria, reelabora e atribui significados aos conhecimentos de acordo com suas necessidades e criatividade.

Anúnciação (2012) ao discutir o ensino de química, fundamentado no materialismo histórico dialético, sinaliza que este tem como meta contribuir para uma formação ampla, científica e crítica dos estudantes, por propiciar a compreensão das ciências como produção humana. Ainda segundo a mesma, é na prática social humana que o patrimônio social, cultural e científico é produzido. Dessa forma, os conhecimentos científicos, a linguagem, as relações sociais, que fundam o patrimônio da humanidade são históricos, contextualizados e determinados pelas intenções e necessidades humanas e trazem consigo as marcas do tempo, do lugar e das intenções de quem os produziram.



Na percepção de Moradillo (2010) o conhecimento científico se realiza pela mediação de sujeitos contextualizados, tratando-se de uma práxis humana. Logo, o conhecimento científico é uma subjetividade que é objetivada através da historicidade do objeto, proveniente da determinação ontológico-prática do ser social ativo, através do trabalho.

Nesta lógica, o ensino de química deve problematizar a prática social, aqui a prática da qual se está falando não se reduz somente ao que fazem ou sentem os educandos em seu dia a dia, ela também é uma expressão da prática social geral da qual o grupo faz parte. Neste primeiro momento, o conhecimento é predominantemente sincrético, cabendo ao processo educativo trazer as mediações necessárias e conhecimentos, através de instrumentos de pensamento, para a apropriação sintética da realidade social na sua totalidade, na sua concretude, o concreto-pensado.

A esse respeito, Kosik (1976) esclarece que na concepção epistemológica do materialismo dialético, o método de produção de conhecimento é um movimento do pensamento no pensamento, que leva o sujeito a transitar, entre o abstrato e o concreto, entre o imediato e o mediato, entre o simples e o complexo, entre o conteúdo e a forma, entre o que está dado e o que se anuncia.

O ponto de partida é apenas formalmente idêntico ao ponto de chegada, uma vez que em seu movimento em espiral crescente e ampliado, o pensamento chega a um resultado que não era conhecido inicialmente e projeta novas descobertas. Não há, pois, outro caminho para a produção do conhecimento senão o que parte de um pensamento reduzido, empírico, virtual, com o objetivo de reintegrá-lo ao todo depois de compreendê-lo, aprofundá-lo, concretizá-lo. E, então, tomá-lo como novo ponto de partida de novo limitado, em face das compreensões que se anunciem (KOSIK, 1976, p. 29-30).

Verificamos aqui que essa concepção epistemológica rejeita o entendimento de que o conhecimento se produz através da mera contemplação da realidade ou que o conhecimento é mero produto de uma consciência que pensa a realidade. De acordo com essa concepção, o ponto de partida para a produção de conhecimento são os sujeitos em sua atividade prática, momento em que apreendem, compreendem e transformam a realidade, ao mesmo tempo em que são transformados por ela (PEDROSA; LEITE, 2011).

Estes momentos têm sua função dentro de uma proposta pedagógica que é referenciada na prática social, porém defendemos aqui que o papel da escola é disponibilizar aos estudantes os conhecimentos relevantes que a humanidade produziu e esta prática precisa ser urgentemente resgatada.

Para este resgate, torna-se necessária uma abordagem pedagógica que dê centro e direção à apropriação, construção e reconstrução dos conhecimentos. Autores como Carvalho e Gil-Pérez (2003) sinalizam que o possível desinteresse pelos estudos científicos é decorrente de uma visão por parte da população que considera a ciência como uma atividade racional e complexa. Desta forma, é latente a necessidade de repensar os meios que orientem as formas como são ensinados os conteúdos, fazendo-se necessário rever o tratamento normalmente dados à metodologia de ensino da química.

Deve-se pensar em um ensino de química que aproxime o conhecimento científico das apropriações espontâneas<sup>20</sup> de cada estudante, isto possibilitará que este conhecimento seja aprendido a partir do movimento dialético, prática – teoria – prática, pois o ponto de partida da aprendizagem deve estar amparado no ensino contextual, que traga elementos da não-cotidianidade<sup>21</sup>, uma vez que este parte de assuntos comuns para se chegar ao estudo de saberes mais elaborados.

Neste sentido, como apontam alguns autores (ANUNCIACÃO, 2012; MORADILLO, 2010; PEDROSA; LEITE, 2011;) o que se faz necessário é recuperar a dimensão de totalidade dos conhecimentos, possibilitando sua compreensão como partes relacionadas em um todo que vai além das partes, em constante movimento, quando busca explicá-lo em sua historicidade.

Segundo Santos (2005), cabe à pedagogia estabelecer pontes entre o saber elaborado e sua apropriação pelas novas gerações, além de socializar o saber, pensar e estabelecer meios para essa socialização. Essa posição torna-se atraente quando se quer pensar o ensino de ciências como uma via para a emancipação. (SANTOS 2005; SAVIANI, 1999)

---

<sup>20</sup> Segundo a filósofa húngara Agnes Heller (1989), estas apropriações espontâneas se dão no campo das objetivações genéricas em-si, e se referem aos objetos, instrumentos, linguagens e costumes de uma dada cultura.

<sup>21</sup> No âmbito da não-cotidiano, existe a apropriação dos conhecimentos científicos, filosóficos, éticos, políticos e artísticos. O homem realiza as atividades diretamente voltadas para a reprodução da sociedade, que, de alguma forma, acaba por influenciar as suas individualidades (HOSSLER, 2006).

Na visão de Saviani (2011, p. 66):

É sobre a base da questão da socialização dos meios de produção que consideramos fundamental a socialização do saber elaborado. Isso porque o saber produzido socialmente é uma força produtiva, é um meio de produção. Na sociedade capitalista, a tendência é torna-lo propriedade exclusiva da classe dominante. Não se pode levar esta tendência às últimas consequências porque isso entraria em contradição com os próprios interesses do capital.

Para Saviani (2011) uma pedagogia tem que estabelecer uma relação reflexiva entre educação e sociedade que vise à transformação da sociedade. Pensar o ensino de Química neste viés é compreender o caráter dinâmico da Química, as controvérsias do seu desenvolvimento, as limitações de suas teorias, enfim, o condicionamento social da atividade química.

O ensino de ciências, atualmente, presta-se mais à alienação que à libertação, uma vez que as informações científicas e tecnológicas, “não levam em conta a necessidades de quem aprende, mas sim, as imposições do mercado e suas flutuações” (SANTOS, 2005, p.23). Destarte, uma pedagogia articulada com os interesses populares valorizará a escola e os conhecimentos sistematizados e de relevância social produzidos pela humanidade e estará empenhada para que a escola funcione bem; logo, estará interessada em métodos - conteúdo e forma - de ensino eficazes, com vista à emancipação humana.

Neste contexto, Santos coloca que: “é justamente na criação dessa consciência que situamos a escola e a atividade do professor histórico-crítico” (SANTOS, 2005, p.22). A educação constitui-se como um dos complexos sociais, cuja função é proporcionar às novas gerações a apropriação dos conhecimentos e práticas sociais produzidos pela humanidade. Em nossa sociedade, a escola torna-se o principal espaço educativo para alcançar esse objetivo. Assim sendo, contribuir para que a escola cumpra o seu papel social passa a ser um dos objetivos de qualquer educador comprometido com a transformação social, e para isso, entendemos ser necessário um ensino de química referenciado na perspectiva histórico-crítica.

Utilizar a Pedagogia Histórica-Crítica como prática pedagógica para o ensino de química é conhecer qual nível de totalidade é exigido pelo conjunto de problemas com que estamos nos defrontando, ou seja, trata-se de determinar a

extensão e o aprofundamento da análise e da síntese. Sendo assim, “mesmo que a realidade seja mais ampla que a nossa capacidade de análise, a ciência aperfeiçoa e disciplina essa capacidade, portanto, torna possível construir sínteses”. (SANTOS, 2005, p.31) O método dialético nos permite fazer o mesmo: “nos ensina a ‘cortar’ analiticamente a realidade e ‘integrá-la’ sinteticamente depois” (SANTOS, p.31).

Acreditamos que a Pedagogia Histórica-Crítica pode ser utilizada como fundamentação teórica em uma proposta de ensino e aprendizagem de química, uma vez que a ciência química faz parte do conhecimento clássico, pois esse conhecimento foi construído historicamente. Entanto é necessário situar a visão de ciências que melhor corresponde ao pensamento pedagógico adotado. Deste modo, concordamos em adotar “uma visão de ciência como saber capaz de levar o homem ao conhecimento da verdade, entendendo como verdade o conhecimento das relações fundamentais que estruturam nosso universo. A ciência é um saber totalizante” (SANTOS, 2005, p.41).

Ensinar química no âmbito da concepção histórico crítica é contemplar a relação das partes, neste caso as ciências, com a totalidade. Dito isto e concordando com Abreu e Moradillo (2012, p.12):

Estamos afirmando que a ciência, e mais especificamente a química, não pode ser entendida sem sua base social, da forma histórica do homem produzir-se homem. Enfim, a ciência como um complexo social que é, deve ser estudada e compreendida na sua relação reflexiva com a totalidade social. Totalidade essa que é sempre histórica e que pode ser apreendida na sua dinâmica lógica (categorial) e histórica. Negamos assim, a concepção de ciência como algo pronto e acabado, como um dado natural.

Ao abordar os conhecimentos químicos por meio da Pedagogia Histórica-Crítica, estaremos avançando numa perspectiva de ensino que rompe com o referencial empírico-analítico predominante no ensino desta ciência.

#### **4.2 O materialismo histórico-dialético e a pedagogia histórico-crítica: um novo paradigma em educação.**

A reflexão sobre princípios norteadores da prática pedagógica na Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) demanda, na nossa compreensão, a constante retomada da

base teórico-metodológica dessa proposta, que é o Materialismo Histórico Dialético (SAVIANI, 2008).

Entendemos que a compreensão dos conceitos científicos deva ser vista em sua totalidade, complexidade e diversidade, por isso, não devemos separá-los do solo fértil no qual eles aparecem que, em última análise tem a ver com a reprodução da nossa existência, com a reprodução social. Sendo a ciência um conhecimento produzido historicamente pela humanidade, julgamos necessário estabelecer vínculos com o contexto social que levaram à produção/criação do desenvolvimento da ciência e entender a incorporação da ciência moderna aos processos produtivos da sociedade capitalista (ANDERY *et al.*,2002). Desse modo, estaremos refletindo a natureza dinâmica, articulada, histórica, não-neutra do conhecimento humano.

A produção da nossa existência, do ser social, na perspectiva do materialismo histórico e dialético, tem seu momento fundante com o trabalho, isto é: da ação humana que precisa extrair da natureza os meios diretos e indiretos para a nossa reprodução, produzindo assim, as objetivações humanas, que vão constituir a cultura, incluindo aí a ciência. O trabalho, assim, é a categoria fundante do ser social, que remete sempre para outras mediações humanas como a ciência, filosofia, arte, religião, educação, dentre outras, todas com autonomia relativa ao trabalho, conforme já expusemos no capítulo 2 quando tratamos das bases do materialismo histórico-dialético. Assim, consideramos o trabalho categoria fundamental para o desenvolvimento humano e, conseqüentemente, como princípio educativo.

Na nossa prática educativa, partimos do princípio de que a explicitação e execução de ações que levam em consideração a educação pelo trabalho — e não simplesmente a educação para o trabalho — conseguem colocar em evidência as contradições relativas aos conflitos sociais, políticos, éticos, ambientais e filosóficos que permeiam a sociedade atual, a partir do referencial teórico-metodológico do materialismo histórico e dialético (MORADILLO, 2010).

A pedagogia que melhor se alinha a esses princípios e pressupostos filosóficos é a Pedagogia Histórico-Crítica (PHC). Para Saviani (2006, p.17), proponente das bases da PHC, “O trabalho educativo é o ato de produzir, direta e intencionalmente, em cada indivíduo singular, a humanidade que é produzida historicamente e coletivamente pelo conjunto dos homens”, sendo preciso para isso,

a “identificação dos elementos culturais que precisam ser assimilados pelos indivíduos da espécie humana para que eles se tornem humanos” através de “formas mais adequadas para atingir esses objetivos”.

Esta afirmação remete à relação entre o trabalho e a educação, no qual se afirma o caráter formativo do trabalho e da educação como ação humanizadora por meio do desenvolvimento de todas as potencialidades do ser humano. O trabalho educativo tem no seu campo específico de discussão teórica o materialismo histórico o qual parte do trabalho como produtor dos meios de vida, da cultura, ou seja, de conhecimento, de criação material e simbólica, e de formas de sociabilidade (Marx, 1979).

A PHC percebe a educação como “atividade mediadora no seio da prática social global” (SAVIANI, 2006, p. 74) em que professores e estudantes são “agentes sociais” “não antagônicos” (SAVIANI, 2006, p. 70 e 82). Sendo assim, a educação passa a ser uma prática social condicionada pelo todo social e de natureza histórica.

Do nosso ponto de vista, a PHC se colocou como uma pedagogia contra hegemônica e revolucionária, que visa à transformação social por meio da socialização do conhecimento sistematizado, de relevância social, produzido historicamente pela humanidade. Por isso, a educação escolar tem um papel importante para a classe trabalhadora, pois, geralmente, este é o único ou o principal caminho para apropriação dos conhecimentos científicos, filosóficos e artísticos, sistematizados e de relevância social, produzidos pela humanidade. Os dominados precisam dominar o que os dominantes dominam como condição de sua libertação. Por isso a defesa da escola e dos conteúdos clássicos. Segundo Saviani (2006, p.55) “sem conteúdos relevantes, conteúdos significativos, a aprendizagem deixa de existir, ela transforma-se num arremedo, ela transforma-se numa farsa”.

Desse modo, a educação cumpre o papel de possibilitar que o homem se aproprie de conhecimentos, habilidades, valores e comportamentos que lhe permitam inserção no processo social (TONET, 2009). Tal apropriação envolve um ser que ensina e outro que aprende, numa interação social. Dessa forma, pode-se afirmar que o homem não se faz homem sozinho, para isto ele necessita do trabalho educativo, portanto a escola deve ser o local de apropriação do saber sistematizado e de relevância social, ou seja, um saber elaborado e não espontâneo.

Duarte (2015) ajuíza que, como o desenvolvimento do gênero humano está permeado pela luta de classes, estes “elementos culturais” estão necessariamente marcados pela luta ideológica associada, isto é, por uma luta entre concepções de mundo conflitantes.

Considerando que o pensamento cotidiano possui, também, uma atuação limitada na formação da concepção de mundo, o trabalho educativo de acordo com Duarte deve ser dirigido “em direção à conquista de níveis cada vez mais elevados de elaboração consciente da concepção de mundo” (DUARTE, 2005, p.14).

Dito isto, advogamos que a seleção e a organização dos conteúdos escolares devam ser pensadas como socialização dos conhecimentos clássicos artísticos, científicos e filosóficos. Para Saviani (2008) o “clássico” não se confunde com o tradicional e também não se opõe, necessariamente, ao moderno e muito menos ao atual. “O clássico é aquilo que se firmou como fundamental, como essencial” (SAVIANI, 2008, p.13). Podendo, se tornar num critério útil para a seleção dos conteúdos do trabalho pedagógico.

Portanto, defendemos aqui que os conceitos e os conteúdos de química são uma objetivação genérica produzida no desenvolver histórico da humanidade, devendo ser apropriada pelos estudantes para sua humanização. Como apontam Duarte *et al* (2012) a ciência deve ser ensinada como objetivação capaz de desfeticizar o cotidiano e ir além da aparência das coisas, contribuindo para uma visão imanente da realidade.

Para Santos (2005), o ensino deve favorecer também uma visão externalista de ciência, ao denotar as relações entre a sociedade e as práticas científicas. Entendemos que deve concebê-la como saber totalizante, distinguindo objetividade de neutralidade e superando tanto o relativismo quanto o dogmatismo na seleção dos conteúdos.

Na mesma linha, Saviani (2008) salienta que o fato de o conhecimento ser sempre interessado, sendo a neutralidade impossível, não significa a impossibilidade da objetividade. Este autor mostra, ainda, que a objetividade do conhecimento está relacionada à sua universalidade:

[...] dizer que determinado conhecimento é universal significa dizer que ele é objetivo, isto é, se ele expressa as leis que regem a existência de determinado fenômeno, trata-se de algo cuja validade é universal. E isso se aplica tanto a fenômenos naturais como sociais. Assim, o conhecimento das leis que regem a natureza tem caráter universal, portanto, sua validade ultrapassa os interesses particulares de pessoas, classes, épocas e lugar, embora tal conhecimento seja sempre histórico, isto é, seu surgimento e desenvolvimento são condicionados historicamente. O mesmo cabe dizer do conhecimento das leis que regem, por exemplo, a sociedade capitalista. Ainda que seja contra os interesses da burguesia, tal conhecimento é válido também para ela. (SAVIANI, 2008, p. 57-58).

Buscar a objetividade do conhecimento corresponde à explicitação das múltiplas determinações que produzem e explicam os fatos. Assim, a historicização é a forma de resgatar a objetividade e a universalidade do saber; não por acaso a historicidade do conhecimento é um dos princípios metodológicos a serem considerados no trato com o conhecimento. Com isso, Saviani reafirma qual saber deve ser transmitido na escola, conforme os fundamentos histórico-críticos: o saber objetivo, saber este que condiz com o conjunto de conhecimentos sistematizados que a humanidade acumulou acerca da realidade ao longo da história; há que se ter um enfoque científico, e não do senso comum, do conhecimento.

Com o intuito de propor uma metodologia para a Pedagogia Histórico-Crítica que leve em consideração uma perspectiva dialética entre teoria e prática, Saviani em seu livro *Escola e Democracia* apresenta os cinco passos/momentos que podem ser utilizados na organização dos trabalhos pedagógicos em sala de aula. O primeiro momento é a prática social, o segundo é a problematização, o terceiro é denominado de instrumentalização, o quarto a catarse e o quinto momento, é a própria prática social, compreendida não mais em termos sincréticos pelos alunos.

Martins (2013) reafirma o posicionamento de Saviani em relação a independência destes passos, pois assim como para Saviani, Martins também sinaliza a não linearidade destes passos e diz que os cinco momentos não devem ser abordados dentro de uma visão reducionista.

Com vista à sistematização do método de ensino próprio à pedagogia histórico-crítica, Saviani propõe cinco passos que, na qualidade de momentos articulados e independentes, possam pautar o trabalho pedagógico. Assim, consideramos que tais momentos ultrapassam o âmbito da didática, não havendo uma correspondência linear entre eles e a organização dos tempos e conteúdos constitutivos da aula em si, ou seja, consideramos que a conversão dos referidos passos em procedimentos de ensino encerra o risco de culminar numa leitura reducionista em relação às proposições do autor (MARTINS, 2013, p. 289)



Concordamos com Martins, pois defendemos que estes momentos não são procedimentos didáticos, mas categorias teóricas gerais que podem ser tratados como momentos de sala de aula, mas não podem se restringir a isto.

Porém sabemos que os riscos de reduzir os momentos a procedimentos didáticos são inevitáveis, devido a toda uma trajetória histórica que estamos envolvidos na educação, principalmente no ensino de ciência/química. Apesar disso, acreditamos que esses riscos podem ser minimizados ou superados com o avanço consistente e firme do trabalho com a PHC como estruturante do currículo, coisa que precisa ser conquistada num cenário relativista, construtivista e conservador que nos encontramos no momento atual.

Assim empreende-se um movimento que vai da síncrese (a visão caótica do todo) à síntese (uma rica totalidade de determinações e de relações numerosas) pela mediação da análise ('as abstrações e determinações mais simples'). Esse percurso orienta a organização e sistematização lógica e metodológica do conhecimento por dentro de uma unidade de ensino, bem como de uma etapa ou ano escolar, ou um projeto político pedagógico ou a vida escolar.

Neste percurso deve-se problematizar a prática social em que o educando está inserido - o imediato, o singular/particular, que se apresenta de forma sincrética, e é aparentemente caótico. A partir desse ponto cabe ao processo educativo apresentar as mediações necessárias - conhecimentos como instrumentos de pensamento - para a apropriação da realidade social na sua totalidade, na sua concretude, o concreto-pensado.

Na prática social, residem as relações sociais de produção que geram, para além de "coisas", a subjetividade humana como intersubjetividade. Aqui temos diferentes formas de participação de alunos e professores. Adotar a prática social como ponto de partida pressupõe aceitar e reconhecer que a educação escolar encontra-se ancorada nas "intersecções com a forma organizativa de sociedade vigente reconhecendo-a, sobretudo, para identificar seus limites opondo-se a eles" (MARTINS, 2013, p.290).

O ponto de partida não deve ser tomado como um simples problema que se desprenda da realidade imediata e se coloque como um conteúdo escolar, ou por aquilo que os alunos já sabem, mas como algo que coloque tanto professor quanto

aluno em sua concretude, que tem na prática pedagógica uma relação que une um homem a outro homem, em um processo mediado pelas apropriações e objetivações que lhes são disponibilizadas.

A partir do que foi exposto, podemos dizer que a prática social inicial implica em conhecer a experiência de cada aluno, sua memória e seu saber prático, neste momento o professor situa-se em relação à realidade de maneira mais clara e mais sintética que os alunos, que em geral, possuem uma visão sincrética, caótica. Nesta etapa, os alunos trazem para o ambiente escolar todas as vivências e experiências que já possuem sobre o conteúdo. Este momento se faz necessário para que o conteúdo a ser trabalhado mostre vinculação com a realidade, sendo assim socialmente necessário.

No segundo momento do método da PHC compreende-se os principais problemas postos pela prática social inicial que necessitam de uma teoria adequada — que supere a lógica formal — para serem entendidos (SAVIANI, 2006). A problematização é um elemento chave na busca da relação entre prática e teoria, isto é, entre o fazer cotidiano e a cultura elaborada.

São levantadas as questões que precisam ser resolvidas, bem como o conhecimento necessário a fim de respondê-las para além de uma compreensão superficial da realidade. Neste momento surgem as dúvidas e ocorre a discussão de questões inerentes ao conteúdo proposto. É aqui que ocorre o ato de vislumbrar o conteúdo em diferentes dimensões sociais. Defendemos que um conteúdo problematizado deverá mostrar-se através das dimensões, conceitual, histórica, social e política.

Saviani (2008) salienta que nesta etapa as questões levantadas pelo professor devem despertar o pensamento crítico dos alunos e estimular a busca pelo aprofundamento do conhecimento. Aqui, professor e alunos, juntos, irão procurar descobrir que questões precisam ser resolvidas no âmbito da prática social e, em consequência, que conhecimento é necessário compreender.

Para a instrumentação/análise, se faz necessário abordar o conhecimento científico escolar dentro de uma abordagem sócio histórica, na qual o sujeito social e a ciência fazem parte de um mesmo movimento histórico em que parte e totalidade estão articuladas. Dessa maneira, no ensino de ciências/química, não basta tratar os

produtos da mesma, é preciso tratar também dos processos, isto é, não basta somente o ensino de ciências, mas também o ensino sobre a ciência (MATTHEWS, 1995).

Nesta etapa o conteúdo será trabalhado em suas dimensões. É o momento em que o professor irá didatizar o conteúdo por meio de ações docentes adequadas, e os alunos, por meio de ações cognitivas estabelecerão uma comparação mental com a vivência cotidiana que possuem desse mesmo conhecimento, a fim de se apropriar do novo conteúdo. Este é o momento da aula onde o professor irá transmitir seu conhecimento, expondo os conceitos, explicando e dando exemplos, com fundamentação científica.

Com isso passa-se à catarse, momento que se sai da situação sincrética. A partir da análise sócio histórica, em que parte e totalidade estão articuladas, onde o lógico/categorial e o histórico são constitutivos da realidade social, chega-se a uma síntese rica de determinações e, retornando ao problema que deu origem ao processo educativo/de ensino, a tendência é que o estudante participante do mesmo esteja em um patamar superior de conhecimento, não só do ponto de vista quantitativo, mas, sobretudo, do ponto de vista da metodologia de análise (onde os pressupostos ontológico e epistemológico são explicitados), elevando a qualidade do seu pensamento e da sua ação social.

Daí porque o momento catártico é considerado como o ponto culminante do processo educativo, pois é neste momento que se realiza pela mediação da análise levada a cabo no processo de ensino, a passagem da síncrese à síntese; os alunos aqui manifestam a capacidade de expressarem uma compreensão da prática em termos tão elaborados quanto era possível ao professor. A catarse é uma etapa muito importante, pois é nela e que o professor saberá se alcançou os objetivos da aula e se poderá avançar no processo pedagógico.

Após a catarse, se volta à prática social, que pode ser chamada de prática social final, este retorno é o momento em que o aluno demonstra que realmente aprendeu, manifestando mudanças em seu comportamento em relação ao conteúdo. Estas mudanças são percebidas pelas ações que o educando se dispõe a executar pondo em efetivo exercício social o novo conteúdo científico adquirido.

Realizando a função de socializar o conhecimento, a educação estará comprovando sua importância política. A Pedagogia Histórico-Crítica mantém uma clara relação entre conhecimento científico e cotidiano, uma vez que ela propõe a partida de uma prática social desestruturada para estudar os conhecimentos científicos e, tendo estes sido estudados, retorna-se à prática social com uma concepção menos espontânea e mais científica.

Neste contexto, a educação passa a ser um processo de apropriação da realidade social. Cabe ao professor, viabilizar a apreensão dos conhecimentos científicos por parte dos educandos, realizando a mediação entre o estudante e o saber socialmente desenvolvido. Para a teoria crítica, a educação escolar é um espaço social privilegiado onde os indivíduos se apropriam da cultura humana: valores, artes, conhecimento científico, etc., por meio da transmissão formal do saber sistematizado e de relevância social.

Para a Pedagogia Histórico-Crítica o ensino é fator de desenvolvimento, haja vista que se constitui em um sistema de conhecimentos que propicia ao indivíduo ir além dos limites da experiência imediata. Neste sentido, entendemos que a PHC de certa forma está impregnada pelos pensamentos de Vigotski na medida em que este autor trata da necessidade da mediação para a aquisição de conceitos.

É função do ensino, promover nos educandos a tomada de consciência dos conceitos através da formação de conceitos científicos (VIGOTSKI, 2009). Acreditamos que ocorre indício de aprendizagem quando o sistema de conhecimento que nasce do processo de formação dos conceitos científicos promove modificações na natureza interna dos conceitos espontâneos. Para Vigotski (2009) o processo de aprendizagem é a internalização, ação que transforma os signos externos em signos internos, promovendo a superação das funções psicológicas elementares (sensação, percepção, atenção involuntária, memória involuntária, emoções etc.) em direção às funções psicológicas superiores (atenção voluntária, memória voluntária, linguagem, sentimentos, sensação, percepção, pensamento, imaginação, emoção/sentimento) por meio da apropriação dos conceitos sistematizados e de relevância social.

Neste contexto, a aprendizagem deve girar em torno da tomada de consciência e da aquisição de conhecimentos científicos, que formam a base comum a todas as funções psíquicas superiores. Diante do exposto entendemos que

a escola, espaço de transmissão e assimilação do saber, deve ser entendida como sendo espaço responsável por desencadear processos caracterizados pelo desenvolvimento de modalidades de pensamento (SCALCON, 2002).

Só assim, a escola poderá ser capaz de promover a apreensão das bases dos sistemas de concepções científicas, permitindo que o saber científico seja assimilado pelos indivíduos quando transformado por meio da atividade pedagógica em saber escolar.

Nas palavras de Martins (2013), para que os conteúdos cumpram seu papel no desenvolver-se do sujeito, é necessário que passem de meras captações sensoriais a conceitos que se instituem de modo a formar as relações internas necessárias para que o sujeito estabeleça conexões entre aquilo que foi psicologicamente reunido e a realidade concreta, dando então, sentido a todos os estímulos recebidos em cada momento de seu desenvolvimento.

O ensino deve ter como objetivo maior o de atingir o pensamento abstrato, proporcionando ao sujeito a apropriação dos conteúdos clássicos, para que este saia do conhecimento sincrético acerca do mundo e parta para um conhecimento que lhe possibilite formulações abstratas acerca da realidade objetiva, visto que:

[...] o percurso que avança do pensamento sincrético ao pensamento abstrato não resulta de determinantes naturalmente disponibilizados pela herança biológica nem por critérios cronológicos, mas da qualidade das mediações que ancoram a relação sujeito objeto, da natureza dos vínculos entre o indivíduo e suas condições de vida e educação (MARTINS, 2013, p. 140).

No pensamento de Duarte (2000), a transmissão dos saberes sistematizados deve partir de sujeitos mais desenvolvidos a outro menos desenvolvido psicologicamente, por que o conhecimento sistematizado ao ser mediado pelo indivíduo mais desenvolvido proporciona a seu par as conquistas mais concretas em seu desenvolvimento, dando a este as condições reais de superação dos saberes cotidianos, dando máximas possibilidades de desenvolvimento das funções psicológicas superiores<sup>22</sup>.

---

<sup>22</sup> Para Vigotski a espécie humana é essencialmente social, pois é apenas por meio das interações com os outros em atividades diárias que se desenvolve e humaniza. Vigotski define as funções psicológicas superiores como sendo aquelas que caracterizam-se pela mediação semiótica, isto é,

Vimos que a Pedagogia Histórico-Crítica contempla uma teoria fundamentada na relação entre o trabalho educativo e a transformação da concepção de mundo de alunos e professores. Esta linha pedagógica articula a escola com os interesses das camadas populares (majoritárias), concebendo-a como uma instituição mediadora entre o conhecimento e o estudante que se esforça para se apropriar do “saber erudito”, “clássico” (gerado pelo esforço coletivo da sociedade ao longo do tempo histórico).

Para a Pedagogia Histórico-Crítica esse saber erudito clássico, é uma condição para a libertação dos explorados. Assim sendo, o esforço dos que aderem a essa formulação é achar as maneiras dos explorados terem acesso ao saber erudito/sistematizado de modo que expressem de forma elaborada os seus interesses, “[...] porque se o povo tem acesso ao saber erudito, o saber erudito não é mais sinal distintivo das elites, quer dizer, ele torna-se popular” (SAVIANI, 2005, p. 79).

Saviani (2005) assegura que o papel da escola é promover a superação dos conhecimentos espontâneos em direção aos eruditos, possibilitando assim o acesso dos indivíduos ao patrimônio cultural humano acumulado no decorrer da história.

Finalizamos aqui concordando com as reflexões de Saviani em relação à dominação dos saberes eruditos. Ao afirmar que o saber erudito é uma condição de libertação dos explorados, não implica dizer que seja a única condição para os trabalhadores conquistarem a libertação. Existe um complicado elo de ações práticas e teóricas no processo de transformações das raízes das relações sociais que não se reduzem ao problema do conhecimento e da educação, tais como o problema da organização sócio-política dos trabalhadores, a luta contra os vários preconceitos e discriminações com as pessoas. Entretanto, sem teorias, sem as contribuições do conhecimento erudito, tanto os indivíduos quanto as lutas podem emanar sem direção e serem levados pelos ventos das impressões ou crenças (SANTOS, GOBBI, MARSIGLIA, 2015).

---

pela presença de símbolos e signos, desta forma, são constituídas por meio das interações sócio culturais dos indivíduos da mesma espécie, principalmente aqueles mais experientes e capazes de sua cultura. (MARTINS, 2013)

### 4.3 Ensino do conceito de transformação química: uma proposta didática

O produto final dessa tese consiste em uma proposta didática, que tem como foco o uso da História da Ciência numa perspectiva sócio histórica como ferramenta para auxiliar os processos de ensino e de aprendizagem do conceito de transformação química.

#### 4.3.1 A proposta de ensino

Propusemos um material didático, delineado de acordo com os fundamentos da PHC enquanto teoria e método. O método consiste nos cinco momentos da PHC: prática social, problematização, instrumentalização, catarse e prática social modificada. Como discutido anteriormente, tais momentos vão além de momentos metodológicos estáticos, podendo haver traços do momento seguinte no momento anterior e vice-versa.

Esta proposta de intervenção didática, poderá ser aplicada de acordo com a programação contida no quadro 2 abaixo. Podendo ser aplicada em cursos de Licenciatura em Química na formação inicial ou continuada de professores.

**Quadro 2:** Planejamento das aulas da proposta didática

<b>Aulas</b>	<b>Momentos da PHC</b>	<b>Atividades a serem desenvolvidas</b>
Aula 1 (100 min.)	Prática Social Inicial	Levantamento das concepções prévias dos alunos referente ao tema. (Aplicação de Questões)
Aula 2 (50 min.)	Problematização	Continuar com as questões, porém agora direcionar para a problematização.
Aula 3 (100 min.)	Instrumentalização	Apresentar o conceito de transformação química utilizando uma abordagem sócio histórica desse conceito (Texto em anexo)
Aula 4 (100 min.)	Instrumentalização	Apresentar o conceito de transformação química utilizando uma abordagem sócio histórica desse conceito
Aula 5	Instrumentalização	Apresentar o conceito de transformação química utilizando

(100 min.)		uma abordagem sócio histórica desse conceito.
Aula 6 (100 min.)	Instrumentalização	Apresentar o conceito de transformação química utilizando uma abordagem sócio histórica desse conceito.
Aula 7 (100 min.)	Instrumentalização	Apresentar o conceito de transformação química utilizando uma abordagem sócio histórica desse conceito.
Aula 8 (100 min.)	Catarse	Retorno às questões iniciais
Aula 9 (100 min.)	Prática Social Modificada	Elaboração dos vídeos

**Fonte:** Elaboração própria

A proposta apresenta uma metodologia baseada na Pedagogia Histórica-Crítica, que intercala teoria e prática mediante diversas estratégias de ensino. Dessa maneira, os estudantes são chamados e desafiados a relacionar-se com os colegas, com o professor e com os conteúdos, demonstrando seus conhecimentos prévios, aplicando e ampliando seus conhecimentos, analisando e discutindo problemas, pesquisando, produzindo experimentos, debatendo, elaborando modelos e comunicando oralmente seu aprendizado.

#### Aula 1

**Prática social como ponto de partida:** Nesta aula os alunos deverão responder as questões abaixo. O objetivo dessa atividade é identificar as concepções prévias do aluno a respeito do tema a ser trabalhado.

1. Por que normalmente se pintam os portões e as cercas de ferro com tinta a óleo?
2. O que vocês entendem por ferrugem?
3. O que influencia o processo de formação da ferrugem?
4. Existem meios de evitá-lo? Justifique.
5. Na sua casa são utilizadas técnicas de conservação de metais (grades, portões, etc.)?



Para responder a essas perguntas, o professor poderá organizar os alunos em grupos de quatro componentes com o objetivo de promover o diálogo e a defesa de opiniões de cada um deles.

## Aula 2

**Problematização:** Continuamos com as questões, porém agora direcionamos para a problematização.

### Situação Problema

De um modo geral, a corrosão é definida como um processo resultante da ação do meio sobre um material, provocando sua deterioração. Essa deterioração pode levar a inutilização de estruturas de uso corrente no dia-a-dia. Geralmente, a primeira associação que se faz é com a ferrugem, a camada de cor marrom- avermelhada que se forma em superfícies em estruturas que tem o ferro como principal elemento.

É comum vermos estruturas de ferro espalhadas por toda parte, seja em grades, nos meios de transporte como automóveis, caminhões, navios ou aviões, em eletrodomésticos e instalações industriais entre outros. Todos esses objetos sofrem a ação do meio, tornando-se, com o passar do tempo e com a corrosão, inadequados ao seu uso, com grandes prejuízos.

Isto tem despertado na humanidade a necessidade de discutir problemas como este, visando buscar alternativas na tentativa de solucioná-los. Neste contexto, os estudantes serão questionados: Como você explicaria o processo de corrosão em termos físico-químicos e que ações podem ser feitas para minimizar os efeitos da corrosão?

Em seguida, após ouvir as respostas de cada grupo, entregar o texto “Corrosão: um exemplo usual de fenômeno químico” de Merçon, Guimarães e Mainier (2004), disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc19/a04.pdf> e pedir que leiam em casa.

*Apresentação do texto-base:* ao final desta aula, os alunos receberão a apostila “A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL: CONSOLIDAÇÃO DA CIÊNCIA MODERNA E A ABERTURA PARA PENSAR EM NOVOS ASPECTOS DA TRANSFORMAÇÃO DA MATÉRIA” (anexo) e deverão fazer sua leitura em casa, visando subsidiar a discussão programada para a aula 03.

Aulas de 3 a 7

**Instrumentalização:** Será constituída por quatro aulas nas quais o professor tratará os vários aspectos envolvendo o conceito de transformação química. Nessa proposta, sugerimos que o professor apresente esses conhecimentos seguindo a ordem deles numa perspectiva sócio-histórica.

Primeira parte/aula 3 - Realizar uma aula expositiva com utilização de slides apresentando os aspectos sócio-históricos do conceito de transformação química, abordando os três principais modelos explicativos para a ocorrência de uma reação química, que são: o modelo centrado no antropofornismo (onde as reações químicas eram explicadas em termos animistas), o modelo centrado nas forças (onde as reações químicas eram explicadas pelo paradigma newtoniano da mecânica) e o modelo centrado na energia (onde as reações químicas passam a ser explicadas em termos termodinâmicos).

Segunda parte/aula 4 - No sentido de fornecer subsídios para que os alunos compreendam a capacidade da tinta a óleo proteger os materiais metálicos da oxidação e também para que entendam como o fenômeno da ferrugem acontece, promover uma sequência de dois experimentos envolvendo a participação efetiva dos alunos.

Observação:

Professor(a) estes experimentos devem ser realizados de preferência uma semana antes de serem analisados, para que os efeitos sejam melhor visualizados.

Primeiro experimento - Fatores que causam a ferrugem

Materiais utilizados: 2 béqueres, 2 pregos (um deles pintado com tinta a óleo e outro sem pintura), água.

**Quadro 3:** Descrição do experimento

- Adicionar cerca de 50 mL de água em cada béquer.
- Introduzir no primeiro o prego pintado.
- No segundo, ponha o prego sem pintura.
- Deixe os dois béqueres em local adequado e observe-os por uma semana, anotando as modificações ocorridas em cada um durante esse período.

**Fonte:** Elaboração própria

Com a intenção de estimular o pensamento crítico e o diálogo entre os alunos, faça os seguintes questionamentos:

1. O que vocês observam de diferente entre os dois béqueres?
2. Por que existe diferença de coloração da água nos béqueres?
3. Vocês sabem dizer do que a tinta está protegendo o prego?
4. Será que é somente da água ou de algo mais?

A partir do experimento, trabalhar os conceitos de reagente produtos e equação química, por meio dos seguintes questionamentos:

1. Que substâncias participam do processo? Que elementos químicos formam essas substâncias?
2. Há alguma evidência de que ocorreu uma transformação química?
3. A partir dos modelos estudados na História do conceito de reação química, como você representaria o nível microscópico, antes e depois da transformação? Desenhe sua representação.
4. Você seria capaz de identificar quais novas substâncias foram formadas?

#### Segundo experimento - Meios Corrosivos

Materiais utilizados: 6 pregos; barbante; tesoura; 6 tubos de ensaio; estante para tubos de ensaio; água de torneira; óleo de cozinha; mistura de água e sal; sabonete líquido ou mistura de sabonete com água; água destilada.

#### Quadro 4: Descrição do experimento

1. Enumere os tubos de ensaio de 1 a 6;
2. Coloque água da torneira no tubo 1, óleo no tubo 2, a mistura de água e sal no tubo 3, o sabonete líquido no tubo 4 e água destilada no tubo 5. Todos esses líquidos devem atingir cerca de  $\frac{1}{4}$  do volume de cada tubo de ensaio. O sexto tubo deve ficar vazio.
3. Corte o barbante em 6 pedaços de cerca de 20 cm e prenda-os a cada um dos pregos;
4. Coloque cada prego em um dos tubos de ensaio, deixando o barbante para fora de modo que seja possível puxar os pregos com os barbantes para tirá-los dos tubos;
5. Anote o aspecto dos pregos, dos líquidos e das soluções inicialmente;
6. Deixe sete dias em repouso. Depois de passado esse tempo, observe novamente o aspecto dos líquidos e soluções e dos pregos, inclusive naquele que ficou vazio.

**Fonte:** Elaboração própria.

Observações:

Este experimento tem o objetivo de demonstrar em quais meios a corrosão é mais acentuada.

Questões: O professor pode pedir aos alunos que respondam o seguinte:

1. Qual foi a ordem decrescente do meio mais agressivo para o meio menos agressivo para o prego? Por quê?
2. Quais substâncias são responsáveis pelo enferrujamento?
3. Qual é a equação global de enferrujamento de um prego?

Terceira parte/aula 5 – Pesquisa e seminários: O trabalho de pesquisa ajudará a fixar o conteúdo e estimular o desenvolvimento da aprendizagem, o que promove uma maior autoconfiança e segurança no aluno. Assim, divida a turma em cinco grupos e peça aos alunos de cada grupo que façam uma pesquisa sobre:

GRUPO 1: A importância dos metais no dia-a-dia do homem;

GRUPO 2: Métodos de obtenção de metais, tais como, alumínio, chumbo, cobre, ferro, ouro, platina, zinco, dentre outros;

GRUPO 3: A importância do estudo da corrosão na Indústria Naval;

GRUPO 4: A importância do estudo da corrosão na Construção Civil;

GRUPO 5: Técnicas para prevenir a corrosão.

Quarta parte/aula 6 – Apresentação dos seminários

Quinta parte/aula 7 - Continuar com o conteúdo sobre corrosão e apresentar as reações de oxidação-redução. Nesta aula, se trabalhará os conceitos de oxidação e redução, agentes oxidantes e agentes redutores. Iniciar a aula com um questionamento: Quem sabe como funciona um *airbag*? Então explicar como funciona o *airbag*, que se trata de um tipo de reação de oxirredução que produz um gás que o faz inflar.

Apresentar outros tipos de reações de oxirredução presentes no dia-a-dia e usar uma equação de ferro e cobre para introduzir o conceito de oxirredução e de agentes oxidante e redutor. Aqui o professor irá realizar o experimento 3.

Terceiro experimento - Reação entre solução de sulfato de cobre II e ferro

Materiais utilizados: 01 béquer, Solução aquosa de sulfato de cobre II, 01 prego.

**Quadro 5:** Descrição do experimento

- Tomar um béquer pequeno.
- Adicionar cerca de 100 mL de solução aquosa de sulfato de cobre II.
- Colocar neste recipiente um prego novo.

**Fonte:** Elaboração Própria

Responda às questões a seguir a partir da sua observação.

1. Descreva as características macroscópicas do sistema inicial.
2. Que substâncias participam do processo? Que elementos químicos formam essas substâncias?
3. Há alguma evidência de que ocorreu uma transformação química?
4. Como podemos representar quimicamente esta reação?
5. Quem oxida? Quem reduz?
6. Quem é agente oxidante? Quem é agente redutor?

Concluimos com a resolução de exercícios feitos em sala de aula.

Aula 8

**Catarse** – Retornar as perguntas do experimento 1: *Vocês sabem dizer do que a tinta está protegendo o prego? Será que é somente da água ou de algo mais?* Para que os alunos consigam organizar seus conhecimentos, instigá-los a refletir sobre os experimentos. A partir desta reflexão, os alunos poderão de forma convincente e com fundamentos científicos serem capazes de responder, a questão inicialmente

proposta: *Por que normalmente se pintam os portões e as cercas de ferro com tinta a óleo?*

A partir das discussões dos experimentos o professor, pedirá aos alunos que representem quimicamente a reação de formação da ferrugem e que identifique as espécies que oxida, que reduz, os agentes oxidante e redutor.

## Aula 9

**Prática social final:** Para avaliação o professor pedirá aos alunos que elaborem vídeos, cujas instruções seguem no quadro 5.

**Quadro 6.** Atividade proposta para avaliar a prática social modificada.

Avaliação da prática social modificada: propor a realização de um vídeo (em torno de 5 minutos) por equipe, sendo solicitado como pontos obrigatórios o conteúdo trabalhado de transformação química e como prevenir a corrosão dos metais.

**Fonte:** Elaboração própria

Todos os materiais produzidos, bem como as discussões e apresentações realizadas durante os diversos momentos, deverão ser considerados como resultados a serem analisados.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ensinar é a transmissão consciente e intencional do saber sistematizado e de relevância social, através de meios adequados. Neste sentido, o ato de ensinar tem objetivos claramente pré-definidos e não se dá de maneira espontânea, além de sempre ocorrer imerso em condições sociais determinadas historicamente.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo trazer uma análise do contexto sócio histórico do surgimento do conceito moderno de transformação química, utilizando como fundamentação teórica-metodológica o materialismo histórico-dialético.

Tal escolha, longe de ter sido aleatória, tratou-se de um desafio: é possível trabalhar o ensino do conceito de transformação química em uma perspectiva histórico-crítica? Como vimos, a resposta é sim.

Isso significa dizer que o ensino de Química se encontra fundamentado nas questões sociais, econômicas e políticas. Ao se abrir os olhos para a compreensão de que as escolhas pedagógicas não se tratam apenas de uma questão de conteúdos, e sim de quais os objetivos adotados na prática pedagógica e qual a compreensão de mundo assumida, fica fácil de entender que é possível trabalhar a prática pedagógica na perspectiva do materialismo histórico dialético na construção do conceito de transformação química.

Percebemos que ao se analisar como os conceitos científicos foram construídos concretamente, no movimento de ascensão do empírico imediato, passando pelas abstrações razoáveis e retornando ao concreto pensado, e apreender as forças reais que procedem, determinam e que dão significado e sentido ao mesmo, como fenômeno histórico social e suas contradições inerentes ao processo de vir a ser, de atualização permanente para dar conta da reprodução social, é necessário considerarmos que:

1. A aprendizagem não é um processo linear e deve ser compreendida por meio da dialética, entendendo seus conflitos e contradições;
2. Que o ensino de conceitos químicos em uma perspectiva histórico-crítica só é possível por meio da superação da simples assimilação do conteúdo;

3. Que a concepção de humano na Pedagogia Histórico-crítica deve ser radicalmente social;
4. A prática do professor não é isenta de uma concepção de mundo, tenha ele consciência ou não, e que a concepção de mundo crítico-dialética é fundamental para que o processo de mediação se concretize em autonomia emancipatória dos educandos.

Para isso, a não neutralidade da Ciência/Química constituiu-se como pano de fundo para o seu ensino dentro da perspectiva do materialismo histórico-dialético e da Pedagogia Histórica-Crítica, em luta contra hegemônica às concepções de mundo dominantes atualmente na educação. Por isso, entendemos que a “definição dos conteúdos escolares é uma tomada de posição entre concepções de mundo não apenas diferentes, mas fundamentalmente conflitantes entre si” (DUARTE, 2015, p. 9).

Concordamos com Duarte (2015, p. 9) quando ele sinaliza que existe uma “relação entre o trabalho educativo e a formação/transformação da concepção de mundo de alunos e professores”. Para tanto, defendemos a necessidade do domínio, pelo professor, de instrumentos de elaboração e de sistematização necessárias para a transmissão dos saberes – o método dialético: a relação do singular, particular e universal -, que vão além do âmbito do simples conhecimento, saberes capazes de possibilitar a elevação cultural da população em que está inserido e organizar a luta contra hegemônica.

Através do trabalho o ser humano transforma a realidade, potencializa novas possibilidades e necessidades para novas ações. Segundo Cheptulin (1982, p. 342)

Uma possibilidade concreta é a possibilidade para cuja realização podem ser reunidas, no momento presente, as condições correspondentes; a possibilidade abstrata é uma possibilidade para cuja realização não há, no momento presente, condições necessárias. Para que esta última se realize, a formação material que a contém deve transpor vários estágios de desenvolvimento.

Para nós, essa distinção tem uma grande importância, pois este trabalho de tese visou superar um referencial empírico analítico dominante na produção de conceitos químicos.



Neste sentido, estamos afirmando que a Ciência, e mais especificamente a Química, não pode ser entendida sem sua base social, da forma histórica do homem produzir-se como tal. Logo, a Química como um complexo social que é, deve ser compreendida e estudada na sua relação reflexiva com a totalidade social. Totalidade essa que é sempre histórica e que pode ser apreendida na sua dinâmica lógica (categorial) e histórica. Negamos assim, a concepção de ciência como algo pronto e acabado, como um dado natural.

Vimos que o trabalho remete, sempre, para além dele mesmo. Que a essência humana é histórica e deve ser procurada nas relações sociais. Que a Ciência/Química, como uma das mediações que surge a partir do trabalho, também é histórica.

Neste percurso, percebemos que, após a revolução industrial, a ciência foi incorporada ao sistema produtivo, passando a ser força propulsora do desenvolvimento social e tecnológico, tendo como lastro, do ponto de vista da economia política, a acumulação de capital.

Considerando esta premissa, acreditamos ser importante que se mostre através de uma maior inserção da história, as transformações das ideias sobre as transformações químicas. A simples menção de dados biográficos de alguns cientistas é insuficiente, pois pode dar uma ideia equivocada da ciência e da atividade científica, segundo a qual a ciência se desenvolve de maneira neutra, objetiva e sem conflitos, graças a descobertas de cientistas, isolada do contexto social, econômico ou político da época.

Caminhando nessa direção, acreditamos que a abordagem interativa das concepções de reação química nos níveis macroscópico/microscópico/simbólico pode ser mesclada a aspectos da História da Ciência, possibilitando o enriquecimento do ensino.

Discutimos elementos para estabelecer as inter-relações das transformações químicas e o desenvolvimento no modo de produção moderno, com ênfase nas suas raízes epistemológicas e da econômica política.

Advogamos por fim que uma abordagem fundamentada no materialismo histórico-dialético permite tornar evidente a relação existente entre trabalho e

relações sociais, com implicações no âmbito do modo de produzir bens materiais e consequentemente da produção de conhecimento da ciência.

Para finalizar, apresentamos alguns pontos para se levar em consideração no planejamento do ensino do conceito de transformação química que teriam por objetivo facilitar a sua aprendizagem:

- ◆ Planejar o ensino de reação química, utilizando uma abordagem sócio histórica, para que o estudante entenda a produção histórica dos modelos explicativos e entenda, como esses modelos vão sendo substituídos por outros, evitando assim um ensino fragmentado e estanque.
- ◆ Caracterizar a ciência como uma produção humana que visa aumentar o conhecimento do homem sobre o mundo natural, ajudando-o a resolver determinados problemas e, também, melhorar as suas condições de vida.
- ◆ Por fim, apresentamos uma proposta didática que poderá ser utilizada como uma ferramenta para tornar o ensino do conceito de reação química adequado ao desenvolvimento e necessidades sociais do sujeito (essa sequência não foi aplicada).

Até o momento da elaboração deste texto, não houve tempo hábil de se aplicar a proposta em sala de aula. Mas, julgamos que o compartilhamento dessa proposta é importante para professores e futuros professores que tenham interesse em discutir o processo de ensino do conceito de reação química numa perspectiva sócio-histórica, contextualizada que levasse em consideração aspectos que falassem não só de ciências, mas também sobre ciências. Esta proposta pode e deve ser modificada de acordo com as necessidades do professor ou da turma.

Esperamos que de alguma forma este trabalho contribua para uma prática docente mais reflexiva, onde além do conteúdo, que é importante, questões sócio-históricas, contextualizadas e sobre a natureza da ciência sejam discutidas.

## REFERÊNCIAS

- ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. G. Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature international. **Journal of Science Education**, New York, v. 22, n. 7, p. 665-701, 2000.
- ABRANTES, Paulo César Coelho. **Imagens de natureza e imagens de ciência**. Campinas: Papirus, 1998.
- ABREU, H. V.; MORADILLO, E. F. Alguns aspectos do desenvolvimento do ser social no contexto da metalurgia: análise sócio-histórica. **Anais... XVI ENEQ e X EDUQUI**. jul., 2012.
- ACEVEDO, J. A. et al. Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 11, n. 1, p. 1-15, 2005.
- ADÚRIZ-BRAVO, A.; IZQUIERDO, M.; ESTANY, A. Una propuesta para estructurar la enseñanza de la filosofía de la ciencia para el profesorado de ciencias en formación. **Enseñanza de las Ciencias**, 20 (3), 465-476, 2002.
- AIKENHEAD, G.; RYAN, A. The development of a new instrument: Views on science technology-society. **Science Education**, 76 (4), 477-491, 1992.
- ALBUQUERQUE, L. M. B. (2006). **A idéia de natureza na ciência pós moderna**. Em P. Jacobi, e L. C. Ferreira, (Org.). Diálogos em ambiente e sociedade no Brasil. (pp. 193-211). São Paulo: ANPPAS, Annablume.
- ÁLVAREZ-LIRES, Mari. Experiencias y Perspectivas de la Introducción de la Historia de las Ciencias en la Enseñanza Secundaria. **Enseñanza de las Ciencias**, 2005, n. extra.
- ALLCHIN, D. "Pseudohistory and Pseudoscience". **Science & Education**, n. 13. pp. 179-195, 2004.
- ANDERY, M. A, et. al. **Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica**. Rio de Janeiro: Espaço e Tempo; São Paulo: EDUC, 2002.
- ANUNCIAÇÃO, B. C. P. **Ensino de química na perspectiva histórico-crítica: análise de uma proposta de mediação didática contextual na educação do campo**. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.
- BACHELARD, Gaston. **A Formação do Espírito Científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BASSALO, J. M. F. **A Importância do Estudo da História da Ciência**. Sociedade Brasileira de História da Ciência, n. 8, 1992. p. 57-66. Disponível em: <[http://www.sbh.org.br/revistahistoria/view?ID\\_REVISTA\\_HISTORIA=34](http://www.sbh.org.br/revistahistoria/view?ID_REVISTA_HISTORIA=34)> Acesso em: 28 de agosto de 2017.
- BERNAL, J. D. **Ciência na História**. v. VII. Lisboa : Livros Horizonte, 1976.
- BRASIL, **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB Nº 9394/96**. De 20 de dezembro de 1996. Brasília.
- \_\_\_\_\_, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: 2006.

\_\_\_\_\_, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: 2006.

\_\_\_\_\_, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Consulta Pública. Primeira versão. Brasília: MEC, 2015. Disponível em: <<http://historiadabncc.mec.gov.br/documentos.pdf>>. Acesso em: nov. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Fundamentos pedagógicos e estrutura geral da BNCC**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=5662-1-bnccapresentacao-fundamentos-pedagogicos-estrutura-pdf&category\\_slug=janeiro-2017-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=5662-1-bnccapresentacao-fundamentos-pedagogicos-estrutura-pdf&category_slug=janeiro-2017-pdf&Itemid=30192)>. Acesso em: fev. 2017.

BOTTOMORE, T. **Dicionário do pensamento marxista**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1987.

CACHAPUZ, A., GIL-PÉREZ, D., Carvalho, A. M. P. de, Praia, J., e Amparo, V. **A necessária renovação do ensino de das ciências**. São Paulo: Cortez. 2005

CERUTI, Mauro. O materialismo dialético e ciência dos anos 30. In: **HOBBSAWN, E. J. (Ed.) História do Marxismo: o marxismo na época da III Internacional: problemas da cultura e da ideologia**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. São Paulo: Cortez, 1991.

CARVALHO A. M. P.; GIL-PEREZ, D. **Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações**, São Paulo: Cortez, 2003.

COGGIOLA, O.; KATZ, C.; BRAGA, R. **Novas tecnologias: crítica da atual reestruturação produtiva**. São Paulo: Xamã, 1995.

COHEN, I. Bernard. **Revolución en la ciencia**. Barcelona: Editorial Gedisa S.A, 1989.

DEMO, P. **Metodologia do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2000.

DUARTE, N. **A individualidade para-si**. Contribuição a uma teoria histórico-social da formação do indivíduo. Campinas: Autores Associados, 1993.

**A individualidade para-si**. Campinas, SP: Autores Associados, 1993.

DUARTE, N. **Sociedade do conhecimento ou sociedade das ilusões? Quatro ensaios crítico-dialético em filosofia da educação**. Campinas, SP: Autores Associados. 2003.

DUARTE, N. (Org.). **Crítica ao fetichismo da individualidade**. Campinas, SP: Autores Associados, 2004.

DUARTE, N. **Vigotski e o “aprender a aprender”**: crítica às apropriações neoliberais e pós-modernas da teoria vigotskiana. 4. ed. Campinas: Autores Associados, 2006.

DUARTE, N. (Org.). **Sobre o construtivismo: contribuições a uma análise crítica**. 2. ed. Campinas: Autores Associados, 2005.

DUARTE, Newton. **Por que é necessário uma análise crítica marxista do construtivismo?** In: LOMBARDI, José Claudinei; SAVIANI, Dermeval. (orgs). *Marxismo e educação: debates contemporâneos*. Campinas, SP: Autores Associados, 2008.

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

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

ENGELS, Friedrich. **A origem da família, da propriedade privada e do Estado**. São Paulo: Ed. Centauro, 2002. (Original publicado em 1884)

\_\_\_\_\_ et al. O marxismo e a questão dos conteúdos escolares. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS “HISTÓRIA, SOCIEDADE E EDUCAÇÃO NO BRASIL”, 9, 2012. João Pessoa. **Anais eletrônicos...** João Pessoa: UFPB, 2012. Pp 3953-3979.

FERNÁNDEZ, Luigi Cuellar, GATICA, Mario Quintanilla, BLANCAFORT, Ainoa Marzàbal. La importancia de la historia de la química en la enseñanza escolar: análisis del pensamiento y elaboración de material didáctico de profesores en formación. **Ciência & Educação**, 2010, v. 16, n. 2, p. 277-291.

FERREIRA, J. M. H. Contribuições da história das (pseudo) ciências para a abordagem da Natureza da Ciência: um estudo de caso. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências** – SC. Florianópolis, SC. 2011.

FORATO, Thaís. C. M.; MARTINS, Roberto. A.; PIETROCOLA, Maurício. Historiografia e Natureza Da Ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino Física**, v. 28, n. 1: pp. 27-59, abr. 2011.

FORATO, Thaís. C. M.; MARTINS, Roberto. A.; PIETROCOLA, Maurício. Prescrições historiográficas e saberes escolares: alguns desafios e riscos. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, Atas**, Florianópolis, 2009.

FORATO, T. C. M. A filosofia Mística e a doutrina Newtoniana: discussão historiográfica. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 3, p. 29-53, nov.2008.

FREIRE, JR. A relevância da Filosofia e da História das Ciências para a formação de professores de Ciências. In: **Epistemologia e Ensino de Ciências**. Org.: Waldomiro José da Silva Filho. Salvador: Arcádia-UCSal, 2002.

FREITAS, L. C. **Uma pós-modernidade de libertação: reconstruindo as esperanças**. Campinas: Autores Associados, 2005.

GAMA, Carolina Nozella; DUARTE, Newton. Concepção de currículo em Dermeval Saviani e suas relações com a categoria marxista de liberdade. **Interface, Comunicação Saúde Educação**, 2017; 21(62): 521-30.

GASPARIN, João L. **Uma didática para a pedagogia histórico-crítica**. 4. ed. Campinas: Autores Associados, 2007.

- GAGLIARDI, J.R. (1986). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. **Enseñanza de las ciencias**, 4(1), 30-35.
- GIL PÉREZ, Daniel; MONTORO, Isabel F.; ALÍIS, Jaime C.; CACHAPUZ, Antônio; PRAIA, João. "Para uma imagem não deformada do trabalho científico". **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.125-153, 2001.
- GRECA, I. M.; FREIRE Jr., O. A "crítica forte" da ciência e implicações para o ensino. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 343-361, 2004.
- GADOTTI, M. **Concepção dialética da educação: um estudo introdutório**. São Paulo: Cortez, 2003.
- HARRES, J. B. S. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, local, v. 4, n. 3, p. 197-211, 1999.
- HARRY, B. **Trabalho e capital monopolista: a degradação do trabalho no século XX**. Rio de Janeiro, RJ: Editora Zahar, 1987.
- HESSSEN, Boris. **As raízes sociais e econômicas do "Principia de Newton"**, 1971
- HELLER, Agnes. **O cotidiano e a história**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.
- HOBSBAWM, E. **Era dos extremos: o breve século XX (1914-1991)**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995
- HOBSBAWM, E. **Sobre História**. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.
- HODSON, D. Philosophy of Science, science and science education. **Studies in Science Education**, Leeds, Inglaterra, n. 12, p. 25-57, 1985.
- HODSON, D. Philosophy of science and science education, in: Matthews, M. R. (Org.). **History, Philosophy and Science Teaching: Selected Readings**. Toronto: OISE Press, 1992.
- KUHN, Thomas.S. **A estrutura das revoluções científicas**; tradução Boeira, Beatriz Vianna; Boeira, Nelson. 9ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2007.
- KOPNIN, P. V. **A dialética como lógica e teoria do conhecimento**. Rio de Janeiro. Civilização Brasileira, 1978.
- KOSIK, K. **Dialética do concreto**. Trad. Célia Neves e Alderico Toríbio, Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1976.
- LATOURET, B. **A esperança de Pandora: ensaio sobre a realidade dos estudos científicos**. Bauru: EDUSC. 2011.
- LESSA, Sérgio. **Para compreender a ontologia de Lukács**. 3. ed. Ijuí: Unijuí, 2007.
- LESSA, Sergio; TONET, Ivo. **Introdução a filosofia de Marx**. São Paulo: Editora Expressão popular, 2004.
- LIMA, Maria Emília C. C.; BARBOZA, Luciana C. Idéias estruturadoras do pensamento químico: uma contribuição ao debate. **Química Nova na Escola**, n.21, p.39-43, 2005.
- LUKÁCS, G. **Prolegômenos para uma ontologia do ser social: questões de princípios para uma ontologia hoje tornada possível**. São Paulo: Boitempo, 2010.

MALANCHEN, J. Pedagogia histórico-crítica e saber objetivo versus multiculturalismo e o relativismo no debate curricular atual. **Germinal: marxismo e educação em debate**, Salvador, v. 7, n. 1, p. 58-67, jun. 2015. Disponível em: <<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/revistagerminal/article/view/12263/9503>>.

Acesso em: maio. 2016.

MARTINS, André F. P. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino Física**, v. 24, n. 1, pp. 112-131, abr. 2007.

MARTINS, Lígia M. **O desenvolvimento do psiquismo e a educação escolar: contribuições à luz da psicologia histórico-cultural e da pedagogia histórico-crítica**. Campinas: Autores Associados, 2013.

MARTORANO, Simone Alves de Assis; CARMO, Miriam Possar do; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. A História da Ciência no Ensino de Química: o ensino e aprendizagem do tema cinética química. **História da Ciência e Ensino**. Volume 9, 2014 – pp. 19-35.

MARTINS, Lígia M. **A natureza histórico-social da personalidade**. Campinas: Cadernos Cedes, 2004.

MARX, Karl. **O capital**: o processo de produção do capital. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, Livro 1, v.1. 1980.

MARX, K.; ENGELS, F. **A ideologia alemã**. São Paulo: Martins Fontes. 1998. (Original publicado em 1846)

MAAR, H. J.; **Pequena História da Química**, parte I, Ed. Papa-Livro: Florianópolis, 1999.

MARX, K. **Para a Crítica da Economia Política**.

<http://www.marxists.org/portugues/marx/1859/01/prefacio.htm>. Consultado em 22 jul. de 2007.

MATTHEWS, Michael. R.; História, Filosofia e Ensino de Ciências: A tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, pp. 164-214, dez. 1995.

MATTHEWS, M. Editorial. **Science & Education**, v.6, p.323-329, 1997.

MARX, K. **Trabalho assalariado e capital & Salário, preço e lucro**. 2ª edição. São Paulo: Expressão Popular, 2010.

McCOMAS, W. F. Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science, **Science & Education** n. 17, pp. 249–263, 2008.

McCOMAS, W.; CLOUGH, M.; ALMAZROA, H. “The Role and Character of the Nature of Science”, IN: McCOMAS, W. F. (org). **The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2000. p-53-70.

MEDEIROS, A.; BEZERRA FILHO, S. A natureza da ciência e a instrumentação para o ensino de Física. **Ciência & Educação**, v.6, n.2, p.107-117, 2000.

MILAGRE, A. S. K. A dimensão histórica da prática científica como referência para o ensino das ciências. **Revista de Educação**. AEC, 72, 63-68, 1989.

MILAGRE, A. S. K. A produção do conhecimento em química e suas relações com aspectos sociais, políticos e econômicos: considerações históricas. **Epistême**, 1 (2), 119-128, 1996.

MOURA, Breno Arsioli. O que é Natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32-46, jan | jun 2014.

MENDES, Maricleide P de L.; MORADILLO, Edilson F.; MESSEDER NETO, Hélio da S. Entrelaçando conceito e contexto: elementos para uma análise sócio-histórica do conceito moderno de transformação química. **Anais ... XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)**; Florianópolis, SC, Brasil; julho; 2016.

MENDES, Maricleide P. de L. **O conceito de reações químicas no nível médio: história, transposição didática e ensino**. 2011. 213 f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) - Universidade Federal da Bahia/Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2011.

MORADILLO, Edilson F. **A dimensão prática na licenciatura em química da UFBA: possibilidades para além da formação empírico-analítica**. 2010. 264f. Tese (Doutorado em Ensino, História e Filosofia da Ciência) - Instituto de Física da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

MORAES, Maria Célia Marcondes de (Org.). **Iluminismo às avessas: produção de conhecimento e políticas de formação docente**. Rio de Janeiro: DP&A, 2003.

NETO, J. P. e BRAZ, M. **Economia Política: uma introdução**, 5ª edição, São Paulo: Cortez, 2009.

NICOLI JUNIOR, R. B.; MATTOS, C.R. As diferentes abordagens do conteúdo de Cinemática nos livros didáticos do ensino de Ciências brasileiro (1810-1930). **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Espanha, p. 199 - 225, 01 mar. 2008.

OKI, M. C. M.; MORADILLO, E. F. O. Ensino de História da Química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. **Ciência & Educação**, 2008, v. 14, n. 1, p. 67-88.

OKI, M.C. **A história da química possibilitando conhecimento da natureza da ciência e uma abordagem contextualizada de conceitos químicos: Um estudo de caso numa disciplina do curso de química da UFBA**. 2006. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006.

PAIXÃO, F.; CACHAPUZ, A. Mudanças na prática de ensino da Química. **Química Nova na Escola**, n.18, pp. 31-36, Nov. 2003.

PARTINGTON, J. R. **Historia de la química**. Espalsa-Calpe: Buenos Aires, 1945.

PASQUALINI, J. C.; MARTINS, L. M. **Dialética singular-particular-universal: implicações do método materialista dialético para a psicologia**. *Psicologia & Sociedade*, 27(2), 362-371, 2015.

PEDROSA, Eliane Maria Pinto Pedrosa; LEITE, Lusitonia da Silva. **A epistemologia dialética materialista e o ensino das ciências naturais: algumas reflexões**. *Revista ACTA Tecnológica - Revista Científica - ISSN 1982-422X*, Vol. 6, número 2, jul-dez. 2011.



- PIRES, Marília Freitas de Campos. **O materialismo histórico-dialético e a Educação**. Interface - Comunicação, Saúde, Educação. UNESP, v. 1, n. 1, p. 83-94, 1997. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/30353>>. Acesso em 27 jun., 2017, <http://www.scielo.br/pdf/icse/v1n1/06.pdf>.
- SÁNCHEZ VÁZQUEZ, Adolfo. **Filosofia da práxis**. Buenos Aires: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales – CLACSO; São Paulo: Expressão Popular, 2007.
- SANFELICE, J. L. Dialética e Pesquisa em Educação. In: LOMBARDI, J.C.; SAVIANI, D. (Orgs.). **Marxismo e Educação**: debates contemporâneos. 2ªed. Campinas, SP: Autores Associados: Histedbr, 2008.
- SANTOS, César. **Ensino de Ciências: Abordagem Histórico-Crítica**. São Paulo: Autores Associados, 2005.
- SANTOS, Cláudio Félix; GOBBI, Adalgiza Gonçalves; MARSIGLIA, Ana Carolina. **O popular e o erudito na educação escolar**. Germinal: Marxismo e Educação em Debate, Salvador, v. 7, n. 1, p. 68-77, jun. 2015.
- SAVIANI, Dermeval. **Pedagogia histórico-crítica**. Campinas: Autores Associados, 2005.
- SAVIANI, Demerval. **Escola e Democracia**. Edição Comemorativa. Campinas: Autores Associados, 2008. 112p (Coleção Educação Contemporânea).
- SAVIANI, D. **Educação: do senso comum à consciência filosófica**. Campinas, SP: Autores Associados, 19ª ed., 2013.
- SAVIANI, Dermeval. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. 11ª ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2011.
- SCALCON, Suze. **À procura da unidade psicopedagógica: articulando a psicologia histórico-cultural com a pedagogia histórico-crítica**. Campinas: Autores Associados, 2002.
- SILVA, João Carlos da. A questão educacional em Marx: alguns apontamentos. **Revista Germinal: Marxismo e Educação em Debate**, Londrina, v. 3, n. 1, p. 72-81; fev. 2011.
- TONET, Ivo. **Modernidade, pós-modernidade e razão**. Disponível em: <<http://www.geocities.com/ivotonet/arquivos/>>. Acesso em: 16 jan. 2007.
- TONET, I. A questão dos fundamentos. In: TONET, I. **Educação, cidadania e emancipação humana**. Ijuí: Unijuí, 2005. p. 35-78.
- TONET, Ivo. Interdisciplinaridade, formação humana e emancipação humana. **Serv. Sc. Soc.**, São Paulo, n. 116, p. 725-742, out./dez. 2013
- TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.
- VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. 2ª Ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009.
- \_\_\_\_\_. **Psicologia pedagógica**. Trad. Paulo Bezerra. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

VASQUÉZ ALONSO, A.; MASSANARO-MAS, M. A. Características del conocimiento: creencias de los estudiantes, **Enseñanza de las Ciencias**, v.17, n.3, p.377-395, 1999.

VILAR, P. Marx e a história. In: HOBBSAWM, E. J. (org). **História do marxismo**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1980, vol I.

## ANEXO

A revolução industrial: consolidação da ciência moderna e a abertura para pensar em novos aspectos da transformação da matéria

### 1. Introdução

A primeira revolução industrial, ocorrida, principalmente, na Inglaterra nos séculos XVIII e XIX constitui, talvez, a maior transformação da história humana desde os tempos remotos, quando o homem inventou a agricultura e a metalurgia, a escrita, a cidade e o Estado. Esta revolução transformou, e continua a transformar, o mundo inteiro. É claro que vários fatores contribuíram para que ela acontecesse, mas um dos principais fatores foi o desenvolvimento da Termodinâmica e, principalmente, da máquina térmica e junto a esse desenvolvimento o conceito de transformação química é gestado.

Contextualizar histórica, social e economicamente o período que compreende o desenvolvimento do conceito de transformação química pode contribuir significativamente para que possamos entender as relações entre a Ciência e a Sociedade e como elas se influenciam. Além disso, entender essas relações e conhecer como se deu a construção do conhecimento que levou ao desenvolvimento do conceito e das leis relacionadas à transformação química pode contribuir para a motivação do estudante em estudar química e, assim, contribuir para o processo de ensino/aprendizagem envolvendo o mesmo.

#### **1. A transição do feudalismo para o capitalismo: uma nova forma de produzir bens materiais, uma nova forma de fazer ciência, uma nova perspectiva de transformação da natureza.**

A grosso modo, podemos dizer que a sociedade capitalista, que começa a ser gestada a partir do século XV e XVI, com a transição da sociedade feudal, vai se desenvolver em três grandes etapas: 1- a primeira que vai do século XV/XVI ao último terço do século XVIII, que a denominamos de capitalismo mercantil ou comercial, onde vai ocorrer a acumulação primitiva do capital; 2- do último terço do século XVIII até antes dos últimos vinte anos do século XIX, o chamado capitalismo industrial ou concorrencial ou liberal, e 3- dos últimos vinte anos do século XIX até os nossos dias, o denominado período imperialista ou do capital financeiro; (MÈSZÀROS, 2006; NETTO; BRAZ, 2009).

Na transição do feudalismo para o capitalismo vamos encontrar, com a crise dos feudos e constituição dos burgos (o ressurgimento das cidades), o típico artesão desse período, que a partir de determinada matéria prima (pedras, barro, peles, lã, madeira, metal, etc.) ele transformava em produtos úteis para à sua sobrevivência e da comunidade que ele vivia, o valor de uso é a finalidade maior do trabalho. Nesse sistema o artesão trabalhava por contra própria, detinha os meios de produção

(instrumentos) necessários à confecção do produto, dominava todas as etapas da transformação (o conhecimento da produção era pleno), da matéria-prima ao produto final, tinha o ritmo e o tempo do trabalho e no final o produto produzido era dele. É a típica produção familiar ou doméstica.

Em um segundo momento a produção desse artesão vai ser atravessada pelo típico comerciante que está surgindo, inicialmente disponibilizando a matéria prima para o artesão comprar e vendendo o produto final, depois, passando por várias etapas, chega-se ao que se denomina de manufatura, onde o artesão vai ser colocado com outros em um “galpão” — passaram a ser alocados num mesmo local de trabalho —, cada um com uma atividade específica, utilizando principalmente as mãos associada a alguns instrumentos de pequeno porte para transformar a matéria-prima.

Esse novo sistema de produção foi caracterizado pela divisão do trabalho e aumento da produtividade. Neste momento, de forma correlacionada, o trabalho começa a ser parcelado visando o aumento da produção (o artesão já não detém todas as etapas da produção); está posto as condições para a concepção Taylorista de produção, para a concepção científica de uma nova racionalidade científica de gestão e execução da produção que vai se consolidar a partir da revolução industrial (COGGIOLA; KATZ; BRAGA, 1995). Passando por outras pequenas etapas, vamos chegar ao advento da maquinaria, na fábrica industrial; este é o terceiro grande momento, onde nem o ritmo de trabalho o artesão agora vai dominar; nesta etapa, mais do que nunca, ele é transformado em apêndice da máquina, no trabalhador moderno: proletariado, assalariado. Neste momento o trabalhador proletariado está apartado da concepção e parcelado na execução do trabalho. Aqui estão as bases para a fragmentação do trabalho, com todas as suas consequências no conhecimento e outros complexos sociais.

Assim, com o desenvolvimento e crescimento da economia capitalista, a produção para o mercado passou a ser feita em série, com máquinas, e a participação dos trabalhadores no processo produtivo passou a ser apenas com a força de trabalho que aplicavam na produção, já que os meios de produção (instalações, máquinas, capitais, etc.) pertenciam à elite industrial, à classe burguesa. E assim, o trabalho do artesão que dominava as técnicas de seu ofício foi dando lugar e substituído pelo trabalho rápido, especializado e fragmentado.

Deste modo, de forma revolucionária a burguesia vai estar gestando uma nova forma de reproduzir a vida que vai ter na mercadoria o elemento nucleador e centro de gravidade da nossa reprodução. Desta forma, com a acumulação primitiva que vai ocorrer nessa primeira etapa do capitalismo, denominada de comercial, vamos encontrar no final do século XVIII, período da revolução industrial, dois tipos de homens “livres”, um que detém os meios fundamentais de produção da nossa existência e o outro que só tem a força de trabalho para vender como mercadoria: os trabalhadores, mais propriamente os proletariados (MARX, 1980; NETTO; BRAZ, 2009).

Estão postas as condições para a consolidação da economia política para a reprodução do capital: a mercadoria força de trabalho, disponível em abundância — fonte de toda a riqueza produzida, fonte de mais valia — e a completa alienação do trabalho, onde concepção e execução se separam (o trabalho parcelar, fragmentado, se consolida!), com todas as suas consequências subjetivas (o pensar — como totalidade — e o fazer se separam, está é a base da fragmentação do

conhecimento a partir do trabalho) e objetivas (quem produz não detêm o produto do seu trabalho).

Esse novo contexto de ascensão e consolidação de uma nova classe permite que a ciência atinja outro patamar, é necessário outro modo de lidar com a natureza que a concepção filosófica feudal não dava respaldo. Se da Grécia Antiga até o fim do Feudalismo, a ciência era estudada pela filosofia — ciência e filosofia estavam imbricadas — é na modernidade, com o desenvolvimento das relações capitalistas de produção, que se impõe a necessidade de conhecer cada vez mais os fenômenos a partir de uma outra base interpretativa; ciência e filosofia se separam, novos ramos de conhecimento foram sendo originados e organizados, criando assim as especializações que compreendem a produção do saber através da racionalidade analítica, gerando uma fragmentação nas diferentes áreas do conhecimento científico.

A ciência se separa da filosofia e uma outra concepção de natureza e conhecimento são gestadas a partir da modernidade: a natureza deixa de ser encantada, endeusada e passa a ter uma concepção mecânica, a ideia de causalidade muda, deixa de ser interna aos fenômenos e passa a ser externa, gerando um novo tipo de racionalidade, uma nova base interpretativa da natureza (ABRANTES, 1998; MORADILLO, 2010). Essa nova racionalidade vai estar calcada na busca de relações e quantidade — o mundo foi escrito com caracteres matemáticos, diria Galileu (1564-1642) — em contraposição a uma perspectiva que dominava anteriormente (com diversas diferenças específicas entre pensadores e correntes de pensamento) e que se pautava, a grosso modo, na busca da essência e qualidades: uma questão ontológica – o que é o ser — precede a questão epistemológica – como conhecer o ser (ANDERY et.al., 1988; ABRANTES, 1998; MORADILLO, 2010; TONET, 2013). Na perspectiva moderna, aos poucos, a questão ontológica passa a ser considerada metafísica, não temos como conhecer o ser, mas podemos conhecer como as coisas funcionam. Em um período de quase trezentos anos, do século XVI até os últimos anos do século XIX, vamos alcançar o amadurecimento do empreendimento epistemológico chamado de positivismo, com grande sucesso na área das ciências da natureza, porém, com grandes consequências negativas na área das ciências sociais (MORADILLO, 2010).

É nesse período que a busca das causas (externas) e não a essência dos objetos que o conceito de transformação química sofrerá significativas mudanças. Se tomarmos o período grego e mesmo o feudal (com as diversas nuances, nas concepções que aparecem), podemos perceber uma perspectiva de que as causas e características intrínsecas dos materiais são os responsáveis pelas transformações dos materiais. Segundo Ducan (1996), a mais antiga explicação para a combinação química é aquela que atribui emoções humanas como causa para a interação das substâncias. Para ele, o filósofo pré-socrático Empédocles (490 – 430 a.C.), por exemplo, considerava que a causa da combinação entre as substâncias era o sentimento de amor ou de ódio que cada uma delas possuía. Essa resposta, além de outras que considerava forças divinas ou poderes ocultos, não explicitava o que causava as combinações e nem como poderiam existir diferentes materiais.

Com a nova concepção mecânica e burguesa de mundo e, portanto, um novo cenário epistemológico, há essa abertura para cientistas que vão propor uma nova explicação para os fenômenos, explicação essa que precisava, inclusive, reforçar a noção de universo como máquina. Não por acaso, de acordo com Justi (1998), no

século XVII, muitos químicos preocuparam-se com a tarefa de equiparar a química às outras áreas da filosofia, introduzindo modos de pensar e princípios utilizados, por exemplo, na astronomia e na mecânica. O desenvolvimento da concepção corpuscular da matéria imprimiu uma nova dimensão à compreensão das transformações químicas e as explicações das teorias e das leis passaram a ser explicadas pelo formalismo matemático, pela experimentação e observação.

Entretanto, é com Robert Boyle (1627-1691), no século XVII, que surge uma oposição às noções místico-simbólicas de afinidade como amor e ódio, em direção a uma explicação mecanicista e que admitia um novo modelo de mundo (MAAR, 1999). Ele rejeitou o animismo e interpretações metafísicas e defendeu modelos mecânicos para explicar as causas das reações químicas. Boyle considerava que a afinidade era o resultado de formas apropriadas das partículas que lhes permitiam aderir umas as outras (PARTINGTON, 1969 apud JUSTI, 1998, p.7). Boyle discordava do modelo explicativo que envolvia os quatro elementos Aristotélicos (água, terra, ar e fogo) e dos três princípios de Paracelso (1493–1541) (enxofre, mercúrio e sal), afirmando que era impossível extraí-los de todos os corpos. Newton (1642 -1727) também acreditava que a matéria era constituída por partículas. Como Boyle, Newton acreditava que a matéria era formada de partículas e a esta associou poderes de atração e repulsão, explicando situações em que um corpo se dissociava, pelo fato de uma de suas partes ser mais fortemente atraída por outra substância, do que por aquela com a qual ela estava originalmente combinada. Embora Newton reconhecesse a existência de diferenças nas forças atrativas entre as partículas, supostamente de tipos diferentes, não apresentou explicações para tais variações e para as diferenças identificadas (JUSTI, 1998).

Em 1718, na França, Etienne F. Geoffroy (1672-1731), realizou o primeiro estudo empírico das afinidades e criou a primeira Tabela de Afinidades, considerando a afinidade em termos de atrações fixas entre corpos diferentes. Atualmente, percebe-se que os resultados desta tabela apresentam alguns problemas, porque muitos fatores que poderiam influenciar na afinidade entre duas substâncias, não foram considerados por Geoffroy. Embora naquela época já fosse possível a identificação fenomenológica de ácidos, álcalis e sais, a natureza das reações que ocorriam entre estas espécies não estava esclarecida, pois não existia um apoio teórico e uma lei empírica geral para explicar as causas dessas afinidades (MAAR, 1999).

Assim, a revolução científica iniciada no século XVI significou uma ruptura na concepção de natureza e ciência/conhecimento, negando o modo de produção de conhecimento anterior. As bases ontológicas e epistemológicas se alteram. Se antes, para conhecer os fenômenos (estabelecer as qualidades do ser) precisávamos conhecer o ser — a questão ontológica precede a questão epistemológica —, agora, a questão ontológica é pura metafísica: não temos como conhecer o ser, por isso, a questão epistemológica passa a ser o centro do conhecimento : podemos conhecer como as coisas funcionam através das regularidades fenomênicas existentes na natureza, tendo como premissa uma outra ideia de causalidade, a causalidade mecânica (a ideia de “lei” da natureza ganha estatuto epistemológico nesse momento); já que agora a natureza é destituída de encantamentos, ela é desantropomorfizada, não há mais causas internas (ABRANTES, 1998; MORADILLO, 2010). Percebamos que tais concepções se refletem no entendimento dos fenômenos químicos, assim como em uma relação dialética ajudam a tais concepções filosóficas se sustentarem, uma vez que o

desendeusamento da natureza fará, inclusive, as forças produtivas avançarem. Isso irá desembocar em uma revolução industrial e claro, em novas aberturas para pensar e desenvolver outros aspectos do estudo das transformações dos materiais como a termodinâmica e o equilíbrio químico, que estarão imbricados, certamente com a consolidação da ciência moderna. Para concluir essa parte, vale aqui citarmos, mais uma vez, Andery et al:

Na nova visão de mundo, que veio a substituir a visão medieval, o homem, no seu sentido mais genérico, era a preocupação central. As relações Deus-homem, que eram enfatizadas pelo teocentrismo medieval, foram substituídas pelas relações entre homem e natureza (2004, p.175).

## **2. A revolução industrial: consolidação da ciência moderna e a abertura para pensar em novos aspectos da transformação da matéria.**

Como dito antes, a ciência emergente nesse processo histórico vai se constituindo como força produtiva. Ao desvelar a natureza, ao desvincula-la de uma causalidade interna, de algo antropomorfizado, ela, a ciência, potencializa o transformar a natureza; a manipulação e não a contemplação é a fonte primeira dos sentidos, a concepção de experimento muda (ANDERY et. Al, 1988; ABRANTES, 1998; MORADILLO, 2010; TONET, 2013). Assim, se a ciência moderna em processo de consolidação está bebendo nas diversas técnicas que permeiam a produção de bens materiais nos primeiros séculos da transição, com diversas formas teóricas de sustentação, em um universo novo, que renasceu nos séculos XVI e XVII e se ilumina do século XVIII, a nova síntese do conhecer, no final do século XVIII, vai inverter o jogo, a nova ciência emergente vai dar as cartas, vai ser incorporada aos processos produtivos, fazendo da técnica uma submissa, vai se transformar na tecnologia, na técnica que se baseia em princípios científicos, na lógica do saber fazer que tem por traz uma teoria que unifica os processos técnicos em uma base. Segundo Milagre (1996):

A Revolução Industrial constitui-se no processo que determinou a incorporação da ciência ao sistema produtivo, tornando-a um fundamento cada vez mais imprescindível para sua sustentação. (MILAGRE, 1996, p. 121)

Podemos ver que é no século XVII/XVIII que as quantidades ganham um status importante o processo produtivo e no fazer ciência. No século XVIII, podem ser identificadas várias tentativas para quantificar adequadamente as afinidades. Em 1776, por exemplo, Guyton de Morveau (1737- 1816), adotando a metodologia newtoniana, mediu a força mecânica necessária para separar placas de diferentes metais do banho de mercúrio no qual elas flutuavam. Através de um outro caminho, Guyton tentou quantificar a afinidade, atribuindo à relação entre dois corpos, uma medida independente das operações de substituição ou deslocamento (MOCELLIN, 2006).

Outra significativa contribuição relacionada a esta discussão foi dada pelo químico sueco Torbern Bergman (1735-1784), que elaborou sua tabela com base nas alterações eletivas simples, utilizando duas condições de reação; via seca (a alta temperatura) e via úmida (em soluções). As explicações propostas no século XVIII se baseiam em ideias empiristas. Esta perspectiva filosófica se apoia no

pensamento de Francis Bacon (1561 – 1626) que considera que o conhecimento tem origem na observação e pela indução, dirige-se dos fatos às teorias, do particular, ao geral (BORGES, 1996). A influência do pensamento baconiano (já mecanicista) contribuiu para uma melhor compreensão das transformações químicas e o desenvolvimento da Físico-Química possibilitou novas formas de ver a reatividade entre as espécies químicas tornando superada a ideia de afinidade, tal como cultivada no século XVIII, por ser incapaz de abrigar a complexidade envolvida na diversidade de processos físico-químicos e todos os fatores que influem na reatividade.

Essa foi uma fase de muitas mudanças sociais e econômicas na Europa, concretizadas com o estabelecimento do modo de produção capitalista. A expansão de demandas como; industrialização têxtil, crescimento dos setores da siderurgia e da metalurgia, novos setores de produção a exemplo da eletricidade e da química passou a exigir um ritmo de crescimento que, sistematicamente se via ameaçado por causa de desajustes no desenvolvimento dos diferentes processos (MILAGRE, 1996). Ainda segundo esse autor, esses desajustes são decorrentes da lentidão de operações ou a escassez de matérias primas e intermediários.

[...] Assim, por exemplo, o aumento significativo de bens têxteis, decorrente do aperfeiçoamento das máquinas de fiar e tecer, esbarrava na lentidão da operação de branqueamento. Essa operação constituiu, a princípio, na imersão alternada em soluções ácidas (leite azedo) e alcalinas (cinzas vegetais), obtidas a partir da queima de algas e posterior exposição ao sol durante os meses de verão (MASSON, 1986 apud MILAGRE, 1996, p. 121).

Com a investigação da química pneumática, essas substâncias foram substituídas por cloro, que foi rapidamente incorporado à produção industrial por possuir elevado poder alvejante. Nesse contexto social e econômico as transformações químicas tomam seu rumo. O interesse pelo entendimento dos processos de transformação das substâncias cresce, pois prever e controlar o processo de transformação das substâncias é de grande interesse econômico. Esse interesse define e imprime a importância da química e seu papel estratégico para o sistema produtivo.

Percebemos neste contexto que a revolução industrial passou a marcar a integração da ciência ao sistema produtivo, pois para que ocorra um avanço tecnológico é indispensável que se tenha um avanço científico. O cientista deixa de ser um mágico, místico, aquele que vive sozinho e recluso e passa a ser um trabalhador assalariado que necessita de capital e recursos para poder desenvolver suas pesquisas (BERNAL, 1975).

Com a integração da ciência com o meio produtivo, a demanda por mercadorias passa a ser crescente, e esse aumento na produção de mercadorias e conseqüentemente dos mercados interfere nas relações sociais. A cultura, a moral, os costumes e a educação passam a ser generalizada entre os diferentes povos e nações.

Segundo Milagre (1996), a França desencadeou de maneira irreversível, a institucionalização da ciência, profissionalizando definitivamente o cientista. Existe uma intenção de romper com a concepção de que a ciência, e o cientista, avançam separadamente da esfera da produção. E é neste período que a química assume a liderança dos processos industriais e áreas como a da química orgânica e da físico-química trouxeram aportes relevantes para o controle das transformações químicas.



É no início do século XIX, em 1803, que Dalton, imerso nas poluições provenientes das grandes indústrias em Manchester/Inglaterra, vai elaborar a concepção moderna de átomo. Uma concepção empirista que durante todo o século vinte vai provocar várias controvérsias, se consolidando no início do século XX com os trabalhos de Jean Perrin sobre a descontinuidade da matéria (FILGUEIRAS, 2004; OKI, 2006). Este vai ser um conceito fundamental para a ideia moderna de transformação química, principalmente no século XX, onde o conceito sai de uma abordagem macroestrutural (reação como massas equivalentes: o conceito de equivalente químico) para uma abordagem microestrutura, onde a ideia de composição, baseada em entidades atômicas, passa a ser de fundamental importância para explicar as transformações da matéria/química, abrindo espaço para aspectos que passaram a ser importantes no estudo das reações, estabelecendo-se a teoria de valência, os estudos sobre a estereoquímica e, posteriormente, as noções mecânico-quânticas das estruturas das substâncias e da formação de ligações químicas (JUSTI, 1998).

Das interpretações dos muitos fatos experimentais observados, destacaram-se as ideias de pesos de combinação (pesos equivalentes) e pesos atômicos. A ideia de pesos equivalentes permitiu calcular as massas das substâncias envolvidas nas reações químicas, principalmente a de ácidos e bases, surgindo então estudos pioneiros em estequiometria (TOLENTINO; ROCHA FILHO, 1994). Em 1869, Charles A. Wurtz (1817-1884) distingue claramente atomicidade de afinidade, onde a atomicidade estava relacionada à transferência de energia de um determinado átomo para outros e a afinidade seria uma força química de natureza desconhecida. Segundo Wurtz o conceito de afinidade fazia sentido quando relacionado ao conceito de valência (JUSTI, 1998). Nesta época, Jean Batiste Dumas (1800-1884) reconheceu que os diferentes arranjos dos átomos, ou seja, os fatores estruturais eram importantes no estudo das transformações químicas. Ele considerava que diferenças nos arranjos dos átomos provocavam variações nas propriedades químicas das substâncias, incluindo as suas afinidades químicas (JUSTI, 1998).

Em 1971, o mol tornou-se a unidade quantidade de matéria, uma ferramenta que torna possível ir de uma descrição microscópica de uma reação química para a descrição macroscópica. No final século XIX, J. H. Van't Hoff (1852 - 1911) estudou a influência da temperatura numa reação em equilíbrio, observando que a elevação de temperatura favorecia a transformação endotérmica e o abaixamento, a exotérmica. No século XX o cientista francês H. L. Le Chatelier (1859 - 1936) considerou todas as observações feitas até então, através do seu conhecido princípio, que propôs a definição do modo como um sistema químico em equilíbrio reagia às perturbações, concluindo que, quando as condições de um sistema em equilíbrio são alteradas, este se desloca no sentido de restabelecer as condições iniciais (MIERZECKI, 1990).

A interpretação termodinâmica de equilíbrio e a previsão da evolução de um sistema químico foram propostos por W. Gibbs (1839 - 1903), H. Helmholtz (1821 - 1894) e van't Hoff com base na energia livre (G). Em seu trabalho de 1884 van't Hoff expressa as equações cinéticas das reações de forma semelhante a que usamos hoje, e introduziu o conceito de molecularidade que é fundamental para a investigação dos mecanismos das reações.

O conhecimento e controle das transformações químicas colaboraram para o entendimento e compreensão da estrutura da matéria, dos modelos atômicos, da termodinâmica, da cinética química, o que impulsionou o crescimento das indústrias

e das novas tecnologias. O século XX chega com avanços tecnológicos, o panorama social modificou-se significativamente.

O capitalismo de livre concorrência cederá lugar ao capitalismo financeiro dos monopólios, cartéis e trustes. A base do sistema industrial deslocou-se do setor têxtil para o da produção de aço, da eletricidade, dos motores de explosão interna e da química orgânica, todos dependentes em muito maior escala de pesquisa científica e tecnológica. (MILAGRE, 1996, p. 127)

Não por acaso, a partir da segunda metade do século XX se toma como modelo para explicar as reações químicas, o formalismo abstrato da mecânica quântica, que avança na direção das noções de trabalho e de energia e as reações químicas devem ser definidas pelo trabalho das forças químicas e pela diminuição do potencial dessas forças, que são medidas pela liberação de calor produzido pela reação (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992). A busca por sistemas de reações cada vez mais eficientes e que subsidiem essa nova estrutura do capital financeiro é latente e a ciência avança no sentido de fornecer tais respostas.

Atualmente, uma reação química no nível macroscópico é definida como um processo que modifica as propriedades das substâncias presentes no meio reacional, um processo onde a massa é conservada, bem como os átomos que constituem os compostos. A reação vai ser sempre dada como um balanço de massa e de energia, ambas se conservam. As substâncias são identificadas por suas propriedades físicas e químicas. No nível microscópico uma reação química torna-se um processo de reorganização das partículas (unidades da matéria divisível) que formam as substâncias de origem, através do qual o número e a identidade dos átomos são conservados. Neste processo de reorganização dos átomos, as ligações entre os átomos nas substâncias que reagem, são rompidas e os átomos se rearrumam, formando novas ligações, originando novas substâncias, que são os produtos. Essa mudança é representada por uma equação química, que corresponde à escrita usada pelos químicos. Hoje, com as reações nucleares e a nanotecnologia, outras questões científicas estão sendo discutidas para dar conta das novas necessidades postas na reprodução social.

## **Bibliografia**

ABRANTES, Paulo César Coelho. **Imagens de natureza e imagens de ciência**. Campinas: Papyrus, 1998.

ANDERY, M. A. et al. **Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica**. São Paulo: Espaço e Tempo, 1988.

BENSAUDE-VINCENT, Bernadette; STENGERS, Isabelle. **História da Química**. Lisboa: Editora Piaget, 1992, p.164, 176-177.

BERNAL, J. D. **Ciência na história**. Tradução António Neves Pedro. Lisboa: Livros Horizonte, 1975. v. 1. 254 p.

COGGIOLA, O.; KATZ, C.; BRAGA, R. **Novas tecnologias: crítica da atual reestruturação produtiva**. São Paulo: Xamã, 1995.

DUCAN, Alistair, **Laws and Order in Eighteenth-Century Chemistry**, Clarendon Press, Oxford, 1996.

FILGUEIRAS, C. A. L. Duzentos anos da teoria atômica de Dalton. **Química Nova na Escola**, n.20, 2004.

- JUSTI, Rosária da S. A Afinidade Entre as Substâncias pode explicar as Reações Químicas? **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 7, maio 1998.
- MAAR, J. H. **Pequena história da Química**. Primeira parte: dos primórdios a Lavoisier. 1.ed. Florianópolis: Papa Livro, 1999.
- MARX, K. **O 18 de Brumário**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1969
- MARX, K. **O capital: o processo de produção do capital**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, Livro 1, v.1. 1980.
- MARX, Karl. **Contribuição à crítica da economia política**. São Paulo: Martins Fontes, 1983.
- MARX, K. **Manuscritos econômico-filosóficos**. 1. ed. reimpressa. São Paulo: Boitempo, 2006.
- MARX, Karl; ENGELS, F. **A ideologia alemã**. São Paulo: Boitempo, 2007.
- MÉSZÁROS, I. **Para além do capital: rumo a uma teoria da transição**. 2 ed. reimpressa. São Paulo: Boitempo, 2006.
- MIERZECKI, R. **The historical development of chemical concepts**. Varsóvia e Dordrecht: Polish Scientific Publishers e Kluwer Academic Publishers, 1991.
- MILAGRES, A. S. A produção do conhecimento em química e suas relações com aspectos sociais, políticos e econômicos: Considerações históricas. **Revista Epistême**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 119-128, 1996.
- MORADILLO, Edilson Fortuna. **A dimensão prática na licenciatura em química da UFBA: possibilidades para além da formação empírico-analítica**. Tese (doutorado) – Universidade Federal da Bahia/Universidade Estadual de Feira de Santana. Instituto de Física, 2010.
- MOCELLIN, Ronei Clécio, A química Newtoniana, **Qumica Nova**, Vol. 29, Nº 2, 2006.
- NETTO, José Paulo; BRAZ, Marcelo. **Economia política: uma introdução crítica**. 5.ed. São Paulo: Cortez, 2009.
- OKI, M. C. M. **A história da química possibilitando o conhecimento da natureza da ciência e uma abordagem contextualizada de conceitos químicos: um estudo de caso numa disciplina do curso de química da Ufba**. 2006. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006.
- TOLENTINO, M. & ROCHA-FILHO, R. C. Evolução histórica dos pesos atômicos. **Química Nova**. vol. 17, n. 2, p. 182-187, 1994.
- TONET, Ivo. **Educação contra o capital**. Maceió: EDUFAL, 2006.
- TONET, Ivo. **Método científico: uma abordagem ontológica**. Instituto Lukács, 2013.