

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

TATIANE LARISSA DA SILVA FARIAS

**OS DIÁLOGOS INTERDISCIPLINARES NA CONSTITUIÇÃO DA  
QUÍMICA COMO CIÊNCIA: UM ESTUDO HISTORIOGRÁFICO COMO  
CONTRIBUIÇÃO PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

APUCARANA

2015

TATIANE LARISSA DA SILVA FARIAS

**OS DIÁLOGOS INTERDISCIPLINARES NA CONSTITUIÇÃO DA  
QUÍMICA COMO CIÊNCIA: UM ESTUDO HISTORIOGRÁFICO COMO  
CONTRIBUIÇÃO PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso Superior de Licenciatura em Química, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Apucarana, como requisito parcial para obtenção do título de licenciado.

Orientador: Prof.<sup>o</sup> Me. José Bento Suart Junior

APUCARANA

2015

## FOLHA DE AVALIAÇÃO

---

Prof<sup>o</sup>. Me. José Bento Suart Júnior  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Orientador

---

Prof<sup>a</sup>. Me. Angélica Rivelini da Silva  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Membro

---

Prof<sup>o</sup>. Me. Enio de Lorena Stanzani  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Membro

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por me dar força e coragem nos momentos em que pensei que não fosse conseguir.

Ao orientador, professor Bento, pela paciência, incentivo, dedicação em me orientar via web a qualquer momento do dia, por sua disponibilidade, pelas dicas que me fizeram melhorar a escrita e a forma de organização, pelos momentos de descontração, pelos momentos em que me irritou profundamente, pelos momentos em que precisei “transcender o plano físico” na tentativa de compreender suas viagens (explicações), por disponibilizar seu acervo (foi essencial), por todos os conselhos e principalmente, por deixar transparecer sua imensa preocupação em me ver crescer! Muito obrigada...

Aos professores Enio e Angélica pelas indispensáveis sugestões/indicações para desenvolvimento deste trabalho e por aceitarem compor minha banca avaliadora.

À todos os professores que contribuíram com minha formação durante a graduação.

À família, pelo apoio afetivo nos momentos difíceis, pelo incentivo à minha formação acadêmica, por compreenderem minha ausência, pelo apoio financeiro e por estarem sempre ao meu lado.

Ao namorado, pelo incentivo, pela paciência, por me fazer sorrir nos momentos difíceis, compreender meus “surto psicóticos” e minha ausência em alguns momentos.

À todas as pessoas que, de algum modo, compuseram e fortaleceram a minha jornada.

*“Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino”.*

*Leonardo da Vinci*

## RESUMO

FARIAS, Tatiane L. S. Os Diálogos Interdisciplinares na constituição da Química como Ciência: Um estudo Historiográfico como contribuição para o Ensino de Química. 2015. 65 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Apucarana, 2015.

Perceber a química como ciência advinda de séculos de especulações, teorias e crenças ideológicas, instiga a pesquisa dos principais eventos históricos e conseqüentemente, dos personagens que contribuíram e se apropriaram intimamente do processo de construção dessa ciência. Os discursos eminentes das diversas áreas do conhecimento apreendidos pelos grandes teóricos, filósofos e cientistas no período que compreende o pré e o pós da Revolução Científica, foram cruciais para se entender as transições da química e evidenciar aspectos da transposição didática do contexto geral dessa ciência para a disciplina escolar de química abordada nas escolas. Mostrar como a HFC (História e Filosofia da Ciência) pode atuar como ponte que conecta os conteúdos históricos aos científicos faz com que a mesma torne-se uma rica ferramenta de pesquisa além uma boa estratégia didática para ensinar química a partir de suas origens. Portanto, a HFC não seria mais um aspecto do ensino ou outro conteúdo que o professor deveria levar em consideração em seu planejamento, mas sim, ser o eixo que integra os conhecimentos científicos levando em consideração abordagens interdisciplinares para a construção de saberes de forma mais ampla e concreta. Pensando no processo de transição entre uma filosofia de práticas puramente místicas e sagradas a uma ciência sistemática organizada a partir de mecanismos e métodos, este trabalho busca construir respostas para a questão: “quais foram os possíveis diálogos interdisciplinares existentes no processo histórico de construção da química como ciência desde suas primeiras manifestações até o desenrolar da Revolução Científica dos séculos XVI e XVII”? O método utilizado para o desenvolvimento deste trabalho foi o de análise historiográfica e este mostra-se válido quando se pretende estudar fatos do passado no intuito de compreender comportamentos, organização de pensamentos, entre outros aspectos, que nos ajudam perceber como se deu o desenvolvimento e a construção dos saberes que norteiam nossa vivência atualmente. Evidenciando as principais características acerca da historiografia da Ciência, foi possível extrair os recortes historiográficos das fontes secundárias selecionadas e construir uma análise acerca dos momentos interdisciplinares que tecem essa trajetória histórica na intenção de utilizá-la como recurso para transposição didática em sala de aula ou em processos de formação de professores.

**Palavras-chave:** História e Filosofia da Ciência. Ensino de Ciências. Revolução Científica. História da Química. Alquimia.

## ABSTRACT

FARIAS, Tatiane L. S. The Interdisciplinary Dialogues in the constitution of Chemistry as a Science: a Historiographical Study as a Contribution to the Chemistry Teaching. 2015. 65 p. Work Completion of Course - Federal Technological University of Paraná. Apucarana, 2015.

Understand the chemistry as a science arising from centuries of speculation, theories and ideological beliefs, instigates a survey of major historical events and consequently, the characters who have contributed and appropriated closely the construction process of this science. Eminent speeches of the various knowledge areas seized by the great theoreticians, philosophers and scientists in the period that includes the pre and post the Scientific Revolution, were crucial to understanding the transitions of chemistry and highlight aspects of didactic transposition of the general context of this science to school discipline of chemistry addressed in schools. Show how the HFC (History and Philosophy of Science) can act as a bridge connecting the historical contents of the scientific causes the same to become a rich research tool beyond a good teaching strategy to teach chemistry from its origins. Therefore, HFC would be another aspect of teaching or other content that the teacher should take into account in their planning, but be the axis that integrates scientific knowledge taking into consideration interdisciplinary approaches to building more broadly of knowledge and concrete. Thinking about the process of transition from a philosophy purely mystical and sacred practices to an organized systematic science based mechanisms and methods, this paper seeks to build answers to the question: "what are the possible existing interdisciplinary dialogues in the historical process of building chemistry as science from its earliest manifestations to the development of the scientific revolution of the sixteenth and seventeenth centuries"? The method used to develop this study was to historiographical analysis and this proves to be true when it intends to study facts of the past in order to understand behavior, organization of thoughts, among other things, that help us understand how was the development and the construction of knowledge that guide our present experience. Highlighting the main features about the history of science, it was possible to extract the historiographical cuttings of selected secondary sources and build an analysis of interdisciplinary moments that weave this historical trajectory intending to use it as a resource for didactic transposition in the classroom or teacher training processes.

**Keywords:** History and Philosophy of Science. Science Education. Scientific Revolution. History of Chemistry. Alchemy.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>O ENSINO DE CIÊNCIAS E AS INOVAÇÕES METODOLÓGICAS PARA O ENSINO DE QUÍMICA</b> .....	<b>19</b>
<b>3</b>	<b>REFLEXÃO PRIMEIRA: A QUESTÃO CENTRAL</b> .....	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>28</b>
<b>5</b>	<b>UMA HISTÓRIA DA ATIVIDADE QUE TRANSFORMA A MATÉRIA</b> .....	<b>33</b>
5.1	Protoquímica.....	34
5.2	Alquimia .....	37
5.3	Renascença e a Iatroquímica .....	46
5.4	Revolução Científica e o Surgimento da Química Moderna .....	50
<b>6</b>	<b>OS DIÁLOGOS INTERDISCIPLINARES NA CONSTRUÇÃO DA QUÍMICA COMO CIÊNCIA</b> .....	<b>61</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES E POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES</b> .....	<b>67</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>69</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Entender as origens de determinados conceitos que, de certa forma, chegam prontos para o nosso uso, torna o processo educativo muito mais valioso e carregado de informações que podem surpreender. Muitos livros didáticos, assim como a prática de alguns professores, por exemplo, expõem a química como uma ciência fixa e inalterável e os alunos acabam por apropriar-se dessa falsa proposição. A química, nesse sentido, perde a essência de sua trajetória histórica deixando de evidenciar o seu árduo caminho de construção, transformação, refutação de teorias e o diálogo entre diversas áreas do conhecimento que contribuíram para a efetivação da química como ciência.

Ainda pensando a educação, a transposição didática é um recurso que aproxima a disciplina científica da disciplina escolar evidenciando os aspectos da ciência em questões que se transformam para uma abordagem em sala de aula. Uma possibilidade para entender este artifício é fazer uso do conceito de transposição didática utilizado inicialmente por Chevalard e Joshua na didática francesa. Segundo Chevalard e Joshua (1998, apud FILHO, 2000, p. 176):

O saber sábio, além de seu objetivo maior que é, quando aceito e estabelecido pela comunidade intelectual, fazer parte do acervo da humanidade, também deve ser transmitido para domínio dos futuros profissionais da área. Para que isto ocorra, o saber sábio é objeto de um processo transformador que o transfigura em um novo saber, processo denominado de transposição didática. Esta tarefa é competência de um novo grupo que compõe outra esfera, mais ampla que aquela dos intelectuais, e que sob regras próprias passa a gerar um novo saber – o saber a ensinar.

De acordo com as ideias de Filho (2000):

O saber sábio é entendido como o produto do processo de construção do homem acerca dos fatos da natureza. É o produto do trabalho do cientista ou intelectual relativo a uma forma de entendimento sobre a realidade. Este saber enquanto processo é propriedade íntima do intelectual, pois é consigo mesmo que ele dialoga em busca das respostas desejadas, utilizando os meios que estão ao seu alcance. No momento que se torna produto, isto é, quando é publicado o resultado de suas investigações, é utilizada de uma linguagem e uma formatação muito própria da comunidade na qual o cientista está inserido. É conveniente notar que o produto não reflete o processo, pois omite todo o contexto no qual o cientista esteve imerso,

assim como não explicita a linha de seus pensamentos durante o processo investigatório. O produto – o saber sábio – apresenta-se limpo, depurado e em linguagem impessoal, não retratando os eventuais detalhes de sua construção. Esta diferença entre processo e produto assinala a descontextualização, a despersonalização e a reformulação que ocorre com o saber já na esfera do saber sábio (FILHO, 2000, p. 177).

Pensando no papel da transposição didática, de acordo com os autores, e na perda da essência dos conceitos no final desse processo, outro artifício pode ser utilizado na tentativa de suprir, em conjunto, os déficits apresentados no ensino de ciências. A História e Filosofia da Ciência (HFC) entra em cena como meio de integração dessas evidências históricas acerca da construção da ciência e acaba por se tornar importante no que diz respeito à discussão desta no âmbito escolar.

A história desvenda a essência dos fatos e traz à tona reflexões sobre estes que por vezes passam despercebidas. Pensar a história da ciência, nesse caso, remete a regressar no tempo em que os fenômenos da natureza deixam de ser vistos como puramente sagrados ou regados à misticismo. A partir disso, ocorrem os primeiros indícios da construção do conhecimento científico que se moldam ao longo dos tempos em detrimento das novas necessidades da sociedade.

Com o passar dos tempos, percebeu-se que o estudo adequado de alguns episódios históricos permite conhecer o processo social (coletivo) e gradativo de construção do conhecimento, permitindo formar uma visão mais concreta e correta da real natureza da ciência, seus procedimentos e suas limitações – o que contribui para a formação de um espírito crítico e de desmistificação do conhecimento científico sem, no entanto, negar seu valor (MARTINS, 2006).

Há vários anos, educadores de todo o mundo percebem a importância da utilização da história da ciência no ensino de todos os níveis educacionais e, documentos oficiais da educação como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNEM) para o ensino médio, enfatizam a relevância da história das ciências para complementar outras abordagens no ensino científico (MARTINS, 2006).

Pensando nisso, este trabalho parte de uma reflexão acerca dos discursos interdisciplinares existentes no processo histórico de construção da química desde suas primeiras manifestações e de como essa temática pode influenciar o ensino da mesma.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do mesmo consiste em reunir recortes historiográficos a partir de fontes secundárias que possibilitaram a confecção da trajetória histórica da química para posterior análise.

Em seguida, descreve-se através dos recortes historiográficos os momentos que perpassam de forma cronológica as expressões da protoquímica, alquimia, renascimento, iatroquímica, revolução científica e os primeiros sinais da construção da química moderna, possuem manifestações incontestavelmente interdisciplinares que são de grande importância para a compreensão de como a química se configurou nos parâmetros atuais.

Por fim, desenvolve-se uma análise acerca dos fatos descritos e aponta-se algumas das diversas aspirações para a funcionalidade deste trabalho. Trata-se de um material que pode ser utilizado como aporte teórico para complementar a formação inicial de professores de química, visto que muitos deles terminam a graduação sem qualquer visão histórica e processual da disciplina que irão ministrar. Além disso, pode atuar como ferramenta de apoio para projetos em sala de aula numa abordagem da HFC, aproximando os alunos das vertentes históricas que caracterizam a configuração que a química assumiu nos dias atuais. A análise realizada, aponta a interdisciplinaridade existente nas tessituras desse percurso histórico e como este pode se tornar útil nas perspectivas do ensino-aprendizagem nas aulas de química.

## 2 O ENSINO DE CIÊNCIAS E AS INOVAÇÕES METODOLÓGICAS PARA O ENSINO DE QUÍMICA

O aprimoramento do processo de aprendizagem sempre se constituiu num grande desafio para os educadores e, embora tenha se tornado objeto de exaustivas discussões e pesquisas está longe de apresentar soluções definitivas (ZULIANI, 2003).

A educação, de forma geral, vem sendo investigada por meio de estudos e pesquisas em relação a diferentes problemáticas que afetam o processo de ensino-aprendizagem. Contudo, as análises têm apresentado objetivos muito similares como os de identificar a causa de crises eminentes no ensino e possibilitar alternativas para reverter este quadro.

A preocupação com a melhoria do ensino se percebe por meio das várias ações adotadas para a superação do ensino tradicional, principalmente nas duas últimas décadas com uma “significativa produção de propostas de ensino elaboradas por vários educadores químicos brasileiros, as quais vêm enfatizando a experimentação, a contextualização do conhecimento químico e a promoção de aprendizagem significativa nos alunos” (SCHNETZLER, 2010, p.58).

Krasilchik (1988) afirma que não é possível descrever a evolução do que se pretendeu com o ensino das ciências sem contextualizá-lo no processo educacional, considerando este, como estando inserido em um quadro abrangente de complexos elementos que determinam profundas alterações no significado social da escola e das disciplinas chamadas científicas.

Pensando-se nos processos de consolidação da ciência como disciplina escolar, Krasilchik (1988) determina que a necessidade de se reestruturar o currículo surge com a demanda emergente da sociedade no pós-guerra, na década de 50. Nesse período, o quadro evolutivo dos objetivos do ensino de ciências remete, de forma direta, no progresso da própria ciência. A autora ainda descreve que um aspecto enfatizado a partir da década posterior foi a importância do conhecimento e a capacidade de uso do método científico, compreendido como um processo racional de tomada de decisão, com base em dados e com critérios objetivos.

Contudo, a exacerbação da potencialidade atribuída ao processo de aproximação do enfoque aluno-cientista, levou a uma esquematização simplista do

chamado método científico que seguiria sempre etapas comuns e predeterminadas, tomando a forma de receitas para guiar a elaboração de experimentos, compondo uma caricatura ingênua do procedimento dos cientistas (KRASILCHIK, 1988).

Durante os vinte anos posteriores ao golpe de 1964, segundo Krasilchik (1998), outras reformas na educação e no ensino de Ciências evidenciaram-se pela interrupção do processo de democratização em que o Brasil se inseria. O enfoque passou do cientista para o cidadão e depois, para o trabalhador. As disciplinas científicas tiveram sua carga horária reduzida, o currículo foi acrescido de uma série de disciplinas técnicas que, na verdade, fragmentaram, esfacelaram as demais disciplinas, impedindo que o conhecimento fosse apresentado aos estudantes com coerência e sentido. Outros defeitos atribuídos às disciplinas científicas como sendo puramente memorísticas e de caráter estritamente enciclopédico, acentuaram-se (KRASILCHIK, 1998).

Hoje em dia, o ensino de química ainda apresenta ideias como as da década de sessenta, onde o método experimental era visto como mera ferramenta de reprodução de roteiros, e a disciplina em si possui uma carga horária mínima no currículo das escolas. Ainda, manifesta obstáculos no que diz respeito à apropriação de concepções míticas dos fatos por professores e alunos que privam essa ciência de seu caráter humano, social, cultural e histórico.

A maioria dos estudantes da educação básica demonstram dificuldades em aprender química, nos diversos níveis do ensino, por não perceberem o significado ou a validade do que estudam. Quando não há contextualização dos conteúdos eles se tornam distantes, assépticos e difíceis, não despertando o interesse e a motivação dos alunos (ZANON; PALHARINI, 1995).

Na maioria das vezes o professor não apresenta uma visão global desses conteúdos, no que acarreta ao discente a não contextualização sociocultural dos conteúdos ministrados, não os reconhecendo, portanto, como uma construção humana num contexto cultural, social, político e econômico (JUNIOR, 2014).

Atualmente a busca por novas metodologias e práticas pedagógicas de ensino de química tem sido o campo de estudos de pesquisadores e professores envolvidos com a educação em química. As tradicionais metodologias de ensino, baseadas no modelo didático de transmissão-recepção e fundamentadas na memorização de regras, nomes e fórmulas, acabam por desmotivar os alunos e distanciar a ciência ensinada nas escolas do dia-a-dia da sociedade, gerando

espaço para um questionamento, por parte dos alunos, sobre os reais objetivos do estudo da química (MERÇON, 2012).

A disciplina de química, nesse contexto, apresenta um considerável grau de abstração que, se não for trabalhado de forma concisa e interdisciplinar associada a questões mais próximas da vivência dos alunos, pode gerar um notável nível de desinteresse por parte dos mesmos.

A interdisciplinaridade, nesse contexto, apresenta funções intrínsecas à construção de saberes sistematizados a partir de conexões entre diversas áreas do conhecimento como apontam os PCN+ (BRASIL, 1999):

Não se cogita em descaracterizar as disciplinas, confundindo-as todas em práticas comuns ou indistintas; o que interessa é promover uma ação concentrada do seu conjunto e também de cada uma delas a serviço do desenvolvimento de competências gerais que dependem do conhecimento disciplinar (BRASIL, 1999, p.?).

A questão da interdisciplinaridade, segundo Fazenda (1998), envolve uma reflexão profunda sobre os impasses vividos pela ciência atualmente. Na concepção da autora, a interdisciplinaridade é uma exigência natural e interna das ciências, no sentido de uma melhor compreensão da realidade que ela nos faz conhecer.

Além de reunir especialistas de diferentes áreas do conhecimento, com diversos saberes especializados, a prática interdisciplinar de produção de conhecimento possibilita uma evolução da aplicação de conceitos e métodos de diferentes áreas, gerando algo que não se encaixa perfeitamente em nenhuma delas. Ou seja, a interdisciplinaridade surge no contexto da aplicação e necessita de difusão e comunicação de resultados parciais ao longo de um processo dinâmico de pesquisa (MARANHÃO, 2010).

Suart (2008) descreve que, ainda assim, a procura por novas metodologias que priorizem a participação do aluno na construção dos conceitos científicos e no desenvolvimento de habilidades cognitivas e atitudinais tem se tornado meta central para pesquisadores e professores.

Há vários anos, educadores de todo o mundo perceberam a importância, por exemplo, da utilização da história da ciência no ensino de todos os níveis educacionais. O Brasil não é uma exceção, e nos últimos anos os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) enfatizaram muito a relevância da história das ciências para complementar outras abordagens no ensino

científico. A história das ciências está gradualmente ganhando espaço no ensino, especialmente no nível universitário e no nível médio (MARTINS, 2006).

Documentos oficiais como os PCNEM (BRASIL, 1999), viabilizam algumas indicações de inserção da HFC no ensino de Química, no sentido de tornar a prática educativa mais dinâmica e eficaz:

Na interpretação do mundo através das ferramentas da Química, é essencial que se explicita seu caráter dinâmico. Assim, o conhecimento químico não deve ser entendido como um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, mas sim uma construção da mente humana, em contínua mudança. A História da Química, como parte do conhecimento socialmente produzido, deve permear todo o ensino de Química, possibilitando ao aluno a compreensão do processo de elaboração desse conhecimento, com seus avanços, erros e conflitos (BRASIL, 1999, p. 31).

Peduzzi (2001) apresenta a história da ciência como ferramenta útil para lidar com a problemática das concepções alternativas, assim como para incrementar a cultura geral do aluno e contribuir para um melhor entendimento das relações entre ciência, tecnologia, cultura e sociedade. Podemos então inferir que a história da ciência humaniza o caminho percorrido pela ciência e, em muitos casos, contextualiza a construção de conceitos de maneira a justificar e tornar atrativo o “produto” do ensino de ciências, que é a própria ciência. A escola enfatiza os produtos, enquanto a história propiciaria introduzir os processos da ciência (BALDINATO; PORTO, 2008).

A história, a filosofia e a sociologia da ciência, segundo Matthews (1995), não têm todas as respostas para essa crise, porém possuem algumas delas: podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação da falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas.

Matthews (1995) argumenta que não se trata da mera inclusão de história, filosofia e sociologia (HFS) da ciência como um outro item do programa da matéria, mas trata-se de uma incorporação mais abrangente de temas de história, filosofia e sociologia da ciência na abordagem do programa e do ensino dos currículos de ciências que geralmente incluíam um item chamado de “A natureza da Ciência”. Agora, dá-se atenção especial a esses itens e, paulatinamente, se reconhece que a história, a filosofia e a sociologia da ciência contribuem para uma compreensão maior, mais rica e mais abrangente das questões neles formuladas.

Os que defendem HFS tanto no ensino de ciências como no treinamento de professores advogam, de certa forma, em favor de uma abordagem contextualista, isto é, uma educação em ciências, onde estas sejam ensinadas em seus diversos contextos: ético, social, histórico, filosófico e tecnológico; o que não deixa de ser um redimensionamento do velho argumento de que o ensino de ciências deveria ser, simultaneamente, “em” e “sobre” ciências (MATTHEWS, 1995).

Admitindo-se a importância da história da ciência como fomentadora de estratégias para o ensino e aprendizagem, Saito et al (2010) apontam que não é tarefa fácil para o professor elaborar essas estratégias, visto ser um grande desafio integrar duas áreas do conhecimento com objetos de estudos tão diferentes como são os da educação e os da história da ciência. O primeiro desafio é definir qual visão sobre a história da ciência quer se abordar nessas estratégias: como menciona Ana Maria Alfonso Goldfarb (1994) “(...) diferentemente do que pensa o senso comum, não basta juntar história e ciência para que o resultado final seja provavelmente história da ciência” (SAITO et al, 2010, p. 5).

Os autores apontam, ainda, que a perspectiva histórica dominante que permeia o material didático para o ensino não só da Química, mas também de outras áreas da ciência, continua a valorizar os feitos dos “grandes homens da ciência”, dando ênfase ao progresso contínuo do pensamento científico.

Segundo Saito et al (2010), as tendências historiográficas atuais da história da ciência não mais se baseiam na ideia de que o conhecimento científico seja construído por meio do acúmulo e aprimoramento de antigas ideias, ou de revoluções que romperam radicalmente com o passado, tal como abordam as vertentes historiográficas mais tradicionais. Revendo seus fundamentos, a história da ciência buscou reavaliar suas bases historiográficas de modo a abandonar a



visão positivista de ciência, que estava intimamente ligada ao conceito de progresso desde o século XIX, e renovar suas propostas historiográficas.

A abordagem contemporânea dos historiadores da ciência, denominada de *a nova historiografia da ciência*, volta-se para a análise pontual e minuciosa dos estudos de caso, buscando identificar a especificidade de episódios e documentos. Nesse processo contempla-se a contextualização das ideias, procurando-se seu significado no seio do pensamento característico do período estudado (PORTO, 2010).

Assim, os mesmos documentos históricos, agora analisados sob essa perspectiva historiográfica, revelam-se muito mais ricos na medida em que a análise histórica leva em consideração tanto a lógica interna do texto, quanto o contexto social da época em que foi escrito.

É importante ressaltar também, que o professor, ao utilizar uma produção da história da ciência em suas aulas, saiba identificar qual visão da história da ciência ele está levando aos seus alunos, contudo, essa não é uma tarefa fácil, pois os professores do ensino médio brasileiro possuem grandes dificuldades em lidar com a história da ciência (PORTO, 2010).

Porto (2010) afirma ainda que uma das razões dessas dificuldades é a falta de discussões das diretrizes oficiais por parte dos professores. É importante que o professor compreenda se a visão sobre a história da ciência que os documentos oficiais (propostas curriculares, parâmetros curriculares nacionais) orientam, é adequada para o ensino e aprendizagem dos conhecimentos científicos.

Outro problema ligado à formação dos professores, segundo Porto (2010), diz respeito à questão da qualidade das fontes de informação sobre a história da ciência. Embora atualmente o professor tenha acesso a diversas fontes de pesquisa, através de livros didáticos, revistas especializadas, internet, entre outros, o autor chama a atenção para qual história da ciência está vinculada por essas fontes, ou seja, em qual concepção historiográfica os autores desses materiais se basearam ao escrevê-los (MARCONDES; MARTORANO, 2012).

A inclusão e discussão da natureza da ciência em sala de aula, nesse sentido, são importantes porque esta é frequentemente associada a mitos, como a universalidade do método científico. Isso se deve, muitas vezes, à falta de discussão sobre a natureza da ciência, tanto nas salas de aula do ensino médio, como também

durante a formação inicial do professor de química (MARTORANO; MARCONDES, 2012).

Logo, entender os caminhos pelos quais a História e a Filosofia da Ciência permearam ao longo dos séculos e realizar uma boa transposição didática desses conceitos em sala possibilita entender as origens e a construção da Ciência “dura” e elucida a idéia de como a utilização de suas contribuições no ensino podem ser imprescindíveis na construção do saber científico sistematizado.

Pensando nisso e nos problemas de ensino-aprendizagem de Química, este trabalho se volta para as contribuições da HFC a partir de uma análise da natureza da ciência Química advinda das perspectivas de sua própria construção.

### 3 REFLEXÃO PRIMEIRA: A QUESTÃO CENTRAL

Como contar uma história cujas “origens parecem mergulhar na noite dos tempos, nos mitos mais arcaicos, e que conduz até a selva atual de moléculas bizarras com propriedades extraordinárias num universo de novos materiais e o último grito da tecnologia?” (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1992, p. 9)

Entender a construção histórica da química como ciência, assim como a transposição desses aspectos científicos para a educação, remete a uma viagem ao passado numa análise das contribuições advindas de uma era alquímica de características mágicas, ocultas e artísticas, e de inúmeras rupturas teóricas, quebras de paradigmas e discursos multifacetais até a formação de sua identidade como tal. Segundo Bensaude-Vincent e Stengers (1992), a ruptura com o passado obscuro das tradições artesanais e da alquimia marca a origem da história da química como ciência.

A “Ciência”, aqui denominada, era conhecida como “filosofia natural” no período em que se engendrou a Revolução Científica e tinha como objetivo explicar o sistema do mundo em sua totalidade (HENRY, 1998). Nessa época, já havia uma série de tradições disciplinares tecnicamente desenvolvidas fundadas a partir de princípios estritamente matemáticos (HENRY, 1998). Segundo Henry (1998), algumas das pesquisas mais interessantes em história da ciência mostram como interações cambiantes entre as disciplinas especializadas e a filosofia natural deram origem, não só a novos desenvolvimentos no conhecimento e na prática, como a algo que parece mais próximo de uma demarcação atual das disciplinas científicas, como é o caso da química.

Pensando nessas discussões e no processo de transição entre uma filosofia de práticas puramente místicas e sagradas a uma ciência sistemática organizada a partir de mecanismos e métodos, este trabalho centra-se nas seguintes questões:

- Quais foram os possíveis diálogos interdisciplinares existentes desde a protoquímica originada em tempos extremamente remotos até o surgimento da Revolução Científica em meados dos séculos XVI e XVII que deram origem ao que hoje conhecemos como Química?
- Como entender a química como produto das transformações existentes ao longo dos séculos?

- Como identificar os discursos interdisciplinares entre os mais diversos teóricos, cientistas e pensadores acerca da construção da química como ciência?
- Como esta análise pode contribuir para o ensino de química?

Nesse sentido, o capítulo a seguir discute o processo de construção destes diálogos, o qual se dará com base na utilização de recursos previstos no método Historiográfico.

## 4 METODOLOGIA

O trabalho consiste em reunir recortes historiográficos para a composição de um texto histórico alvo de análises posteriores. O método historiográfico é amplamente utilizado por historiadores de todo o mundo e tem como objetivo a análise dos episódios históricos registrados e as memórias de pessoas que escreveram o seu próprio passado.

A historiografia, nesse sentido, tem validade quando se quer estudar fatos do passado no intuito de compreender comportamentos, métodos, organização de pensamentos, entre outros aspectos, que nos ajudam perceber como se deu o desenvolvimento e a construção dos saberes que norteiam nossa vivência atualmente.

A História da Ciência remete ao entendimento de que a ciência em si atua como o objeto, e o papel do historiador é o de investigar sua história, considerando as particularidades locais, temporais e culturais que desempenham um papel importante na formação não só do discurso científico, mas também da função social da ciência (GAVROGLU, 2007).

Existem diversas particularidades historiográficas que são delimitadas a partir do que se quer alcançar com uso desse método. A partir dessa perspectiva, o presente trabalho demarca especificamente a utilização de recortes historiográficos da Ciência, visto que a Questão Central busca respostas para o entendimento de como ocorreu a transição histórica e científica que deu origem a instituição da Química atual.

Porém, vale ressaltar que essa análise histórica está sempre carregada de crenças e filosofias do historiador, pois a leitura que ele faz dos documentos pode ser direcionada pela sua própria formação. Logo, surgem as várias abordagens historiográficas presentes na HC (História das Ciências), dependentes do fato dos historiadores basearem-se em fatores internos ou externos do desenvolvimento científico para fundamentar sua análise histórica, o que leva ao que chamamos de abordagem Internalista ou Externalista da HC (PEDUZZI et al, 2012).

Numa perspectiva internalista da história, discutem-se os fatores internos à Ciência relacionados à aceitação e ao desenvolvimento do conhecimento. Parte-se

do princípio de que existe uma transformação de conceitos e teorias, independentemente da sociedade ou do meio em que são produzidos.

Já numa abordagem externalista, articula-se fatores como a política, a sociedade, a economia e a religião e sua relação com o desenvolvimento do conhecimento partindo-se do princípio de que fatores externos à Ciência podem influenciar no trajeto da história e, conseqüentemente, na visão historiográfica que se faz desta.

Além disso, como dito anteriormente, a historiografia é a pesquisa dos registros, sejam eles documentos impressos, imagens, manuscritos, jornais, diários, gravações, entre outros. A análise historiográfica, a partir desses, perde detalhes de sua construção, quando se assume que o personagem histórico possa registrar apenas o que lhe convém divulgar, sem revelar pormenores que lhes seja particular.

Apesar disso, uma análise historiográfica bem definida, com objetivos claros e fontes confiáveis pode ser uma ferramenta determinante quando se trata da investigação da história, e neste caso da história da Ciência, na tentativa de decifrá-la.

Para compreender melhor como se dá a historiografia da Ciência, alguns aspectos sobre história em si, períodos e particularidades históricas que influenciam os historiadores precisam ser evidenciados.

A História, segundo Alfonso-Goldfarb (2001), é o movimento intermediário entre a visão dos velhos, que vêem o mundo como uma “repetição” do mesmo e a dos jovens, que acreditam num mundo constituído pelo “novo”. O historiador seria, portanto, um observador deste movimento, podendo sempre recontar de maneira “nova” velhos fatos que, em seu sentido restrito, tivessem sabor de “mesmo”.

Kragh (2001) afirma que é possível distinguir “história” em dois níveis ou significados diferentes. Existe a História (H1) que descreve os fenômenos ou acontecimentos reais que sucederam no passado, e, então, é objetiva. É válido ressaltar que não temos acesso direto a H1, mas sim apenas partes dela, que foram transmitidas através de várias fontes de informação. Outra vertente, ainda nas idéias do autor, é a da História (H2) que apresenta-se no sentido da análise da realidade histórica (H1), isto é, no sentido da investigação histórica e seus resultados. Assim, o objeto de estudo da história (H2) é a própria história (H1), do mesmo modo que o objeto de estudo das ciências naturais é a natureza.

Alguns historiadores idealistas defendem que a distinção entre (H1) e (H2) não dispõe de qualquer finalidade útil e que não há verdadeira história a não ser aquela que o historiador idealiza a partir das suas fontes de informação (KRAGH, 2001).

Na prática, a historiografia pode significar a escrita (profissional) sobre história, ou seja, descrições dos acontecimentos do passado escritas por historiadores. Mas pode igualmente significar teoria ou filosofia da história, ou seja, reflexões teóricas sobre a natureza da História (H2) (KRAGH, 2001).

Com o tempo, o empenho por uma contextualização mais rica da história pôde ser observado dentre os trabalhos historiográficos da ciência (HENRY, 1998).

O contextualismo, segundo Kragh (2001), pôde ser considerado o resultado de um ecletismo que combinou, como já mencionado, as abordagens internalistas e externalistas da história da ciência antes vistas como opostas.

Nas concepções de Henry (1998), os internalistas acreditam que a ciência, ou talvez uma subdisciplina individual dentro da ciência, seja um sistema de pensamento auto-suficiente, auto-regulador e desenvolvido em conformidade com sua lógica interna própria. O autor afirma que o externalista, por outro lado, acredita que o desenvolvimento da ciência é determinado pelo contexto sociopolítico e socioeconômico do qual ela emergiu. Na verdade, nenhuma das duas posições parece ter sua validade ou viabilidade demonstradas, e não demorou para que uma abordagem declaradamente eclética se impusesse (HENRY, 1998).

Além das visões internalistas e externalistas, ou simplesmente de uma postura neutra em relação às duas perspectivas em que um historiador pode se respaldar em sua análise historiográfica, existem também outros detalhes a serem evidenciados. Trata-se das características de visão anacrônicas ou diacrônicas da história utilizadas durante o processo de reflexão sobre a ciência em que Kragh (2001), denomina como produto dessas vertentes, a “reconstrução racional”.

Kragh (2001) afirma que, de acordo com a visão anacrônica, a ciência do passado deveria ser estudada à luz do conhecimento que temos hoje, e na intenção de compreendermos este último desenvolvimento, particularmente quanto ao modo como conduz ao presente. O anacronismo, nesse sentido, consiste em utilizar os conceitos e ideias de uma época para analisar os fatos de outro tempo. Já o ideal diacrônico, nas concepções de Kragh (2001), consiste em estudar a ciência do passado à luz da situação e das opiniões que verdadeiramente existiam no passado;

por outras palavras, não considerar quaisquer ocorrências posteriores que não podiam ter tido influência no período em questão.

Contudo, sabe-se que na prática o historiador não se vê confrontado com a escolha entre uma perspectiva e outra. Geralmente, ambos os elementos deviam estar presentes, dependendo das importâncias relativas do tema particular a ser investigado e da intenção da investigação (KRAGH, 2001).

Por fim, certifica-se uma boa historiografia a partir das fontes utilizadas para a pesquisa.

Uma fonte é um elemento do passado, objetivamente transmitido, sendo material ou criado por seres humanos. Para que este elemento adquira o estatuto de fonte tem de ser uma prova do passado e transmitir a informação que contém sob forma latente. As fontes históricas nascem do processo dialético entre as relíquias do passado e as interpretações do presente (KRAGH, 2001).

O objetivo da análise de fontes é determinar a sua independência e fiabilidade.

Segundo Kragh (2001), é habitual distinguir entre fontes primárias e secundárias. A fonte primária é aquela proveniente da época sobre a qual revela informação e, como tal, tem uma ligação direta com a realidade histórica. Podem ser cartas, registros, diários, manuscritos, jornais, etc. Ainda segundo o autor, a fonte secundária será originada num período posterior àquele de que é fonte e tem por base fontes anteriores, primárias. Uma fonte pode assumir o papel de primária ou secundária dependendo do tipo de análise feita em relação a mesma (KRAGH, 2001).

Os problemas enfrentados em relação à escolha e avaliação das fontes, segundo Kragh (2001), estão na impossibilidade, muitas vezes, em definir a autenticidade das mesmas e a confiabilidade das traduções e transcrições de alguns textos, por exemplo, os alquímicos.

A partir das características acerca da historiografia da ciência apresentadas, foi possível construir os recortes para o desenvolvimento do trabalho proposto. Trata-se da busca por recortes historiográficos da trajetória cronológica dos fatos e diálogos que marcaram a construção da química e dos aspectos educacionais envolvidos no ensino desta ciência como a interdisciplinaridade e a transposição didática.



A bibliografia utilizada para a confecção, principalmente do contexto principal, são de fontes secundárias advindas das bibliotecas da Universidade Paulista (UNESP) – campus Bauru, e da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – campus Apucarana e Pato Branco. Além disso, utilizou-se também obras de aquisição própria do orientador deste trabalho.

Sendo assim, inicia-se aqui uma jornada através dos tempos para a identificação dos momentos e diálogos presentes na construção histórica da química e de como esta pode auxiliar o ensino dessa ciência.

## 5 UMA HISTÓRIA DA ATIVIDADE QUE TRANSFORMA A MATÉRIA

Antes de evidenciar uma descrição cronológica dos fatos que culminaram na constituição da química atual, é importante ressaltar que aqui constam episódios da história de forma extremamente resumida, visto que a história da ciência constitui uma rica fonte de mistérios, teorias formuladas e reformuladas, crenças e dogmas da humanidade e, principalmente, dos diálogos interdisciplinares existentes entre alquimistas, teóricos, filósofos e cientistas.

Sendo assim, e para não estender este trabalho de forma demasiada, apenas uma breve descrição dos aspectos dessa trajetória serão destacados nesta composição.

A figura abaixo denota a representação simbólica alquímica para a origem de todas as coisas. A matéria fundamental.



**Figura 1:** A matéria fundamental.

Fonte: Greenberg (2009, p. 3).

## 5.1 Protoquímica

Inicia-se essa jornada através de uma investigação da época em que os povos começaram a questionar-se acerca de si próprios e de seus conhecimentos sobre além da existência das coisas. Abriam suas mentes na tentativa de desvelar significados e aplicações para os objetos e fenômenos da natureza que até então eram simplesmente parte desta sem quaisquer funções para o bem comum. A partir daí é que surgem os primeiros artesãos, as primeiras técnicas e práticas que se voltavam a favor daquelas comunidades.

Esse período é designado como protoquímica e foi extremamente marcado pelas artes práticas desenvolvidas a partir das habilidades adquiridas pela humanidade. Isso estendeu-se por um longo período que vai desde o ano de 4500 a.C. até próximo ao início de nossa era (Maar, 2008).

Historiadores provavelmente sonham com registros manuscritos e documentos de épocas como estas, mas sabe-se que evidências assim são extremamente escassas: “as habilidades eram transmitidas de pai para filho, de mestre para aprendiz e de geração para geração. O maior testemunho delas são os próprios artefatos produzidos” (MAAR, 2008, p. 261).

Acredita-se que foi basicamente com a descoberta do fogo que a humanidade estendeu sua sagacidade e dominou com muito mais precisão tarefas como a preparação de alimentos, cerâmicas, metalurgia e tinturas. Conhecimentos estes adquiridos em parte por acidente, em parte por observação, em um processo fundamentalmente empirista (IHDE, 1966).

O domínio do fogo se apresenta como uma tarefa extremamente complexa, associada a forças sobre-humanas e ao culto místico.

É evidente que dessa descoberta surgiram importantes benefícios relacionados à qualidade de vida da humanidade como as técnicas relacionadas à alimentação (cocção, conservação com sal, produção de vinagre, vinho e cerveja); com a extração, produção e tratamento de metais; com a produção de esmalte e corantes; com o fabrico de utensílios de cerâmica, vidro, porcelana e metal; com a produção de pomadas, óleos aromáticos e venenos; com técnicas de mumificação; com a produção de materiais de construção como argamassa, tijolos, ladrilhos, etc (CHASSOT, 1995, p. 21).

A partir daí, pode-se destacar o surgimento das primeiras civilizações (grupos que se fixaram em determinado local) organizadas e evidenciar os povos egípcios, que instalaram-se às margens do rio Nilo ainda como pequenas comunidades. Viviam próximos de rios devido ao solo fértil da redondeza e a disponibilidade de água para si e para os animais. Segundo Scheffer (1997), a química neste período (por volta de 3100 a. C.) pode ser observada através dos produtos de beleza utilizados pelas mulheres egípcias como cremes, tintura para unhas, lábios e olhos extraídos de minerais como a malaquita. Os egípcios também conheceram o fabrico de gesso e vidro, da fermentação do vinho e da utilização dos papiros nativos do Nilo para o preparo de papéis, cordas e sandálias.

Os mesopotâmios também adquiriram vastos conhecimentos acerca da química principalmente no que diz respeito aos metais como cobre e o bronze. Scheffer (1997) aponta que a partir da combinação de areia, quartzo, soda e cal, os mesopotâmios produziam esmaltes e vidro, deixando suas fórmulas inscritas em placas de barro da mesma forma também registraram outras técnicas, suas histórias e suas leis, permitindo que esse conhecimento fosse transmitido a outros povos e a outras gerações.

Depois deste período, pode-se dizer que não houve ruptura em relação à novo momento histórico que estava por vir, visto que a maioria das atividades desenvolvidas nessa época estenderam-se como práticas comuns do nosso cotidiano e fazem-se presentes até hoje.

De fato, tais práticas não deixaram de existir, mas passaram a ser parte integrante de um novo sistema de pensamento que visava muito mais que unicamente o utilitarismo, mas sim uma visão de mundo.

Mediante o percurso histórico em que se segue, torna-se impossível referir-nos a aspectos da trajetória da consolidação da química como ciência sem fazer uma breve referência às múltiplas tessituras da história da construção do conhecimento e a seus diversificados encadeamentos. A própria história da ciência não pode ser adequadamente observada sem se considerar, mesmo que panoramicamente, a história da filosofia, da educação, das religiões, das artes, das magias, e mesmo todas estas histórias (CHASSOT, 1995).

Alfonso-Goldfarb (2001) menciona, por exemplo, que a China constitui parte de grandes princípios fundamentais acerca da técnica mágico-mítica da qual somente os “artesãos” tinham domínio. Com o advento da sabedoria interpretada

através da dinâmica taoísta dos opostos Yin e Yang (os princípios do feminino, obscuro e terrestre, e do masculino, claro e celeste) o artesão deixou de ser apenas um mero mágico conhecedor de técnicas, mas sim um sábio que entende os princípios que regem a realidade.

A sabedoria chinesa acometida por volta do século V a.C., também deu origem a fundamentos que regeram, posteriormente, a teoria dos quatro elementos. Embora muitas vezes atribuída ao grande filósofo grego Aristóteles, esta remonta muito mais longe no tempo (READ, 1884).

Empédocles (c. 490 a.C), pré-socrático italiano, foi um dos precursores dessa teoria afirmando que todas as substâncias deveriam ser formadas por quatro “raízes” (elementos) e nada mais poderia existir além deles. Este, utilizou-se também das ideias de Heráclito acerca da existência de duas forças – o Amor (união) e o Ódio (separação, desordem) – acreditando ainda que estas forças mantinham os elementos separados ou unidos uns aos outros (MAAR, 2008).

Algum tempo depois, Aristóteles (384 a.C.) repousa sobre os princípios propostos por Empédocles atribuindo a eles a suposta existência de quatro propriedades elementares ou qualidades para sua explicação da natureza a partir dos quatro elementos geradores. Estes eram formados por dois pares de opostos: quentes e frios, secos e molhados. Quando combinados em pares, dão origem aos quatro corpos fundamentais simples, ou elementos: terra, ar, fogo e água. Todos os tipos de matéria eram compostos por esses quatro elementos, associados em diferentes proporções. A teoria aristotélica dominou o pensamento científico até o tempo de Robert Boyle em meados do século XVII (READ, 1884).

A teoria dos quatro elementos também foi posteriormente observada entre os árabes, sendo os principais responsáveis al-Razi e Abu Musa Jabir ibn Hayyan que introduziu o princípio “enxofre-mercúrio” como fonte absoluta da composição da matéria.

A partir desse avanço na estrutura do pensamento e de uma visão especificamente ontológica acerca do funcionamento da natureza, o próximo segmento da história surge da necessidade humana em se construir uma interpretação de mundo ainda mais funcional do que a até então aceita, definindo categorias que organizassem respostas para a definição do propósito da existência do mundo e o papel de interação ‘sujeito-mundo’ através dos meios materiais e espirituais. Interpretações de cunho religioso acerca dos fatos começam a ser

implantados e compõem uma poderosa cultura de acesso material obtida pelo viés do mundo transcendental: a Alquimia.

## 5.2 Alquimia

A Alquimia é composta por crenças e práticas que combinam elementos da Química, Antropologia, Astrologia, Magia, Filosofia, Metalurgia e Matemática.

Historiadores denotam a existência de três principais objetivos acerca dos propósitos alquímicos. Um deles seria a transmutação dos metais de preciosidade inferior ao ouro; o outro a obtenção do Elixir da Longa Vida, um fluido que curaria todas as coisas e proporcionaria a imortalidade àqueles que o ingerissem e; a criação de uma espécie de homem artificial através de seres inanimados, os *homunculi*.

O desenvolvimento das práticas alquímicas organizadas acontece na Idade Média atingindo, segundo Maar (2008), um longo período de cerca de 1000 anos, cujo início e fim são difíceis de precisar: começa por volta do ano 400 e termina em algum ponto do século XIII, XIV ou XV conforme o país e os critérios utilizados para demarcação.

Tempos de escuridão e mistérios; de crenças e ideologias; de magia e espiritualidade. A alquimia é um legado importante da história, pois dela é que se originaram os primeiros indícios de existência do que chamamos hoje de Ciência.

Os alquimistas testaram suas primeiras reações, pensaram suas primeiras possibilidades e deram suas primeiras proposições acerca do conhecimento científico, mesmo que não - intencionalmente.

Contudo, suas crenças acerca dos fatos experimentais eram submetidas a limitadas condições místicas e espirituais, o que condizia estritamente com a realidade da sociedade inserida naquele período.

A religião, nesse sentido, é o prenúncio para as condutas alquímicas praticadas em diversas partes do mundo.

Com a emergência da consciência de forma mais sistemática, o homem começa a temer o que ainda era oculto. O medo da morte e da escuridão e a necessidade de se devolver aos mortos o reino do desconhecido geravam cada vez mais a ideia de que a natureza era reinada por esses espíritos e outros mistérios de todas as gêneses (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

A crença de um mundo sobrenatural reuniu o que se tinha por técnicas e associou-as agora ao misticismo e a feitiçaria, onde as operações passam a ser repetidas de forma ritualística e cerimoniosa.

A alquimia no Egito pode ter surgido por volta do século III d.C. iniciando um pouco antes do que remetem as expectativas de Maar (2008) e expressava grandes influências filosófico-religiosas da época helenística entre conhecimentos médicos e metalúrgicos. A cidade de Alexandria era o reduto dos alquimistas e, entre eles, um dos mais famosos foi Zózimo (século IV), que viveu em Alexandria deixando como legado uma grande quantidade de obras utilizando-se da idéia das qualidades atribuídas à matéria, e que lhe conferiam as suas características (SCHEFFER, 1997). Ainda nas concepções da autora:

Para Zózimo, a Alquimia era uma técnica sagrada cuja realização dependia da posição dos astros. Associando a cada metal um planeta, como por exemplo: chumbo/Saturno, prata/Lua, estanho/Júpiter, cobre/Vênus, acreditava que os planetas determinavam, de acordo com suas posições, a formação dos metais na terra. De tal forma, que seria necessário ao alquimista aguardar determinada posição dos astros para realizar com sucesso seu intento. Nessa associação feita por Zózimo, podemos perceber a influência de uma crença, provavelmente de origem caldaica, que tem como tônica a astrologia e sua influência sobre a natureza (SCHEFFER, 1997, p. 25-26).

Muitas associações eram feitas entre os corpos celestes, a astrologia, os metais e o corpo humano. Acreditava-se que a transformação dos metais no interior da terra acontecia como a gestação no ventre humano, em ciclos de desenvolvimento de forma aquecida e protegida.

Após a queda do Império Romano do Ocidente por volta de 476 d.C., o centro do desenvolvimento alquímico com cerne em núcleos do Egito quase que simultaneamente aos da China entre os séculos III e IV, moveu-se para o Império Árabe e para a civilização Islâmica. Algumas fontes afirmam que a aquisição de legados alquímicos ocorreu devido a invasão islâmica ao Egito por volta de 640 d.C onde tiveram seus primeiros contatos com essa cultura. Outros acreditam, no

entanto, que a “arte alquímica” foi levada até os muçulmanos através de conquistas de terras pelo exército alexandrino.

Durante o entusiasmo cultural árabe é que se dá o desenvolvimento de teorias algébricas hindus, a dispersão de técnicas agrícolas, a elaboração de uma arquitetura colorida e minuciosa características do oriente, o regate de teorias e práticas helenísticas e orientais que haviam sido esquecidas nos últimos séculos e a retomada do estudo sobre o mundo material, sob aspectos filosóficos, astronômicos e, enfim, alquímicos (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

Alfonso-Goldfarb (2001) declara que o destaque dado à alquimia árabe deve-se a existência de uma riqueza de elementos combinados com concordância que a tornaram insuperável enquanto prática viva, vindo a ser complementada, posteriormente, apenas pela alquimia medieval e pela iatroquímica renascentista.

Em relação ao surgimento da alquimia Árabe, Alfonso-Goldfarb (2001) contribui:

A alquimia surge entre os árabes de maneira diferente daquela que a fez despertar entre alexandrinos, chineses ou hindus. "Ela foi adquirida pelos árabes, por assim dizer, já pronta. Foi transportada de suas origens alexandrino-caldaicas para o contexto árabe já na sua forma de alquimia e não de técnica mágico-mítica". O principal interesse dos alquimistas árabes era a preparação de elixires para a cura de doenças, tendo desenvolvido, como consequência, uma importante farmacopéia baseada no uso de sais minerais. Buscavam também a "cura" dos metais, através da transmutação em ouro, que era considerado o metal "sadio" (ALFONSO-GOLDFARB, 2001, p. 62).

Um dos primeiros grandes alquimistas árabes foi Jabir ibn Hayyan responsável pelo desenvolvimento de uma farmacopéia de remédios à base de sais minerais. Jabir (815 d.C.) foi um grande alquimista de origem islâmica e essencialmente conhecido por introduzir a consciência da experimentação de forma sistemática e organizada. Além disso, tornou-se conhecedor e adepto da teoria grega dos quatro elementos (SCHEFFER, 1997) e responsável por introduzir o princípio da composição dos minerais, baseado na teoria das duas naturezas opostas ou “dualidade da matéria”, enxofre e mercúrio em diferentes proporções, sendo a proporção mais perfeita, segundo Jabir, a do ouro (ALFONSO-GOLDFARB, 2001). Jabir escreveu importantes obras a este respeito rendendo um grande legado para as futuras gerações.

Sem dúvida, os árabes contribuíram de maneira significativa para o desenvolvimento de diversos novos saberes acerca das artes alquímicas, entretanto,



o grande tributo dessa civilização em relação à alquimia foi a difusão de seus princípios na Europa, inicialmente através da Espanha.

Por volta do século VIII, quando os árabes chegaram à Espanha, difundiram toda a sua sabedoria e, através das universidades mouras de Córdoba, Barcelona e Toledo, a alquimia foi difundida por toda a Europa, onde alcançou uma expansão sem precedentes. As práticas alquímicas, nesse sentido, foram propagadas através das traduções de textos árabes que já haviam adquirido um estágio final de desenvolvimento. Houve, evidentemente, apenas uma reinterpretação deste legado pelo cristianismo ocidental vigente.

Em relação à alquimia européia, Alfonso-Goldfarb (2001) acrescenta:

O desenvolvimento na Europa da “arte” alquímica, a partir da Farmacopéia e da metalurgia árabes, foi tão grande, ou maior do que a “sapiência” que interpretava esses processos. Sábios como Roger Bacon e médicos como Arnau Vilanova desenvolveram o lado “experimental” da alquimia a ponto de a trazerem a um estágio do conhecimento sobre a matéria quase científico. Entretanto, é de se lembrar que o significado da palavra “experimental” era muito diferente do que se adotou depois do advento da ciência moderna. A “experiência” alquímica européia era muito mais uma “vivência” mágica do que um experimento científico, pois que se fundava numa concepção animista da natureza, onde tudo é movido por uma “alma” da qual a alma humana participa. Mas exatamente isso possibilitaria o estreito paralelismo entre o que aconteceria com a matéria, durante sua transmutação, e o que ocorria na alma do alquimista (ALFONSO-GOLDFARB, 2001, p. 32).

No início do segundo milênio de nossa era, com a finalidade de assegurar o domínio cristão em locais considerados sagrados, a cristandade passou a organizar uma série de expedições, as chamadas Cruzadas, que tiveram conseqüências bastante importantes (SCHEFFER, 1997).

"Pode-se creditar às cruzadas o papel de significativas difusoras da cultura e da ciência entre o Ocidente e o Oriente" (CHASSOT, 1994, p.74).

Em suma, pode dizer que as manifestações alquímicas concebidas nas mais variadas localidades do mundo estavam sempre associadas à vivência humana de forma orgânica e espiritual, ou a vínculos com a natureza de forma geral, e, por conjecturas assim é que os fenômenos eram explicados:

Estabelecera-se desde muito um paralelismo entre o comportamento dos metais e dos homens. Aqueles como estes sofreriam doenças, contaminar-se-iam e padeceriam; com exceção do ouro, o qual resiste tanto à umidade como ao fogo, permanecendo íntegro após centenas de operações. O homem, também, poderia melhorar-se por práticas ascéticas e ingestão de

drogas, até atingir a perfeição e a imutabilidade do ouro (ALFONSO-GOLDFARB, 2001, p. 19).

Os alquimistas desenvolviam alguns métodos muito específicos, principalmente para o fabrico dos elixires e compostos para usos medicinais. Criaram aparatos de destilação, fornos que empregam o *Balneum Marie* (banho-maria) descoberto por Maria a Judia no Egito e condensadores refrigerados. Para promover a essência alquímica à seus procedimentos, utilizavam estratégias como: areia aquecida pelo sol, de preferência em julho ou agosto; banho de aquecimento que usa esterco de javali recentemente cozido no vapor “veneno-maria”. Referiam-se aos ácidos, como o ácido clorídrico, como “espírito do sal” associando também alma e espírito aos líquidos de caráter volátil (GREENBERG, 2009).

Todas essas atividades eram registradas por meio de imagens simbólicas relacionando aspectos da natureza à compostos, metais e elementos utilizados durante o processo. Sabe-se nesse sentido, que o desenvolvimento de técnicas e procedimentos alquímicos eram realizados apenas por pessoas que acreditavam receber revelações divinas e seriam, nesse sentido, escolhidos de certa forma para realizar essas operações. Acredita-se então, que os registros simbólicos e enigmáticos dos procedimentos eram realizados no intuito de ocultar as verdadeiras técnicas utilizadas e seus respectivos componentes ou até mesmo pelo simples fato de os procedimentos não terem sido claramente explicitados pelos próprios alquimistas.

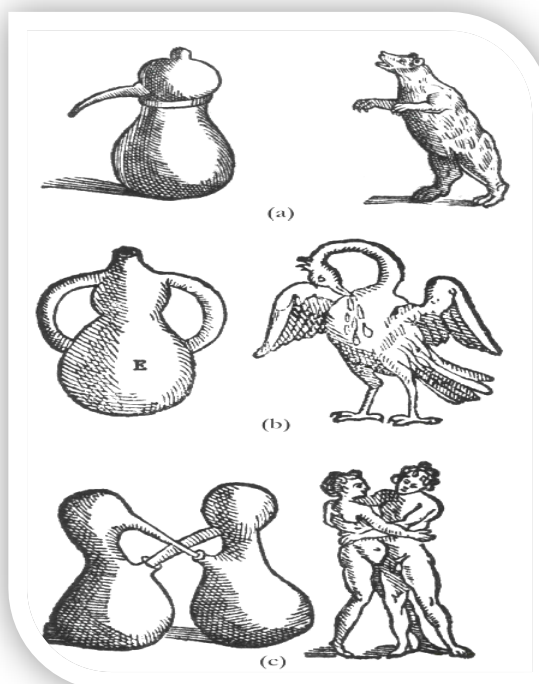
Jung (1964) introduz a noção de símbolo como um conjunto de significados que transcendem sua própria imagem concreta. Um símbolo remete a algo maior que o próprio símbolo; um conjunto de ideias orientadas através de um sutil emaranhado de padrões.

Por exemplo, o Mercúrio Sáfico (dos filósofos) utilizado por Jabir na teoria enxofre-mercúrio, era representado graficamente por um dragão alado como mostra a Figura 2 abaixo:



**Figura 2.** Representação da tria prima (Mercúrio “alma”, Enxofre “espírito” e Sal “mente” Sóficos).  
Fonte: Greenberg (2009, p. 41)

Já os equipamentos de destilação eram representados por árvores com longos galhos, ou gansos de pescoço comprido (Figura 3):



**Figura 3.** Aparatos de destilação associados à seres da natureza.  
Fonte: Greenberg (2009, p. 47).

As substâncias ácidas eram caracterizadas por serpentes com dentes afiados ou objetos pontiagudos; substâncias insossas (básicas) eram representadas por encaixes para as formas pontiagudas dos ácidos.

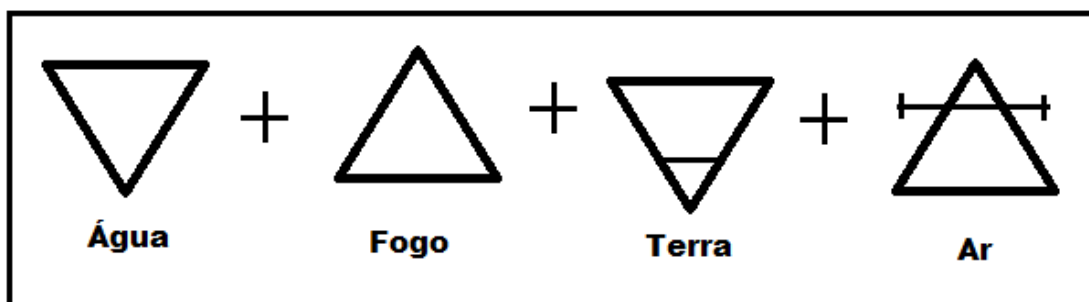
Read, em sua obra (READ, 1884) faz menção à criptografia e ao simbolismo presentes na alquimia:

Desde os primórdios da “Arte Divina” da alquimia, seus esotéricos praticantes usaram todos os artifícios conhecidos de expressão enigmática, alegoria, e de representação mística e simbólica, a fim de “velar seus segredos com discurso místico”, ou então, como eles o colocam, o lavrador poderia deixar seu arado, a fim de cultivar o mais sedutor Solo dos Sábios. (READ, 1884, p . 41, tradução nossa).

Os símbolos alquímicos antigos e mais utilizados foram aqueles que denotam a teoria dos quatro elementos e os sete metais.

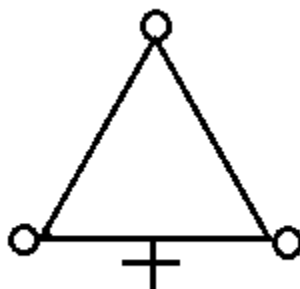
Nos símbolos dos quatro elementos, o triângulo com a ponta para cima, sugere partículas ascendentes cortantes; enquanto que a da água, o elemento oposto, aponta para um caminho voltado para baixo. Os símbolos triangulares com uma barra, como os do ar e da terra são indicativos de um aumento de peso em comparação com os símbolos não barrados com disposição semelhante (READ, 1884).

Por exemplo, o ar é representado por um triângulo com um traço (barra) acima, que indica leveza e disposição “acima”. Já o símbolo da terra, é descrito por um triângulo cortado por uma barra abaixo, que indica a localização na parte de baixo, com um peso significativamente maior que a do ar. A Figura 4 a seguir, representa essas descrições:



**Figura 4.** Simbologia alquímica para os quatro elementos.  
Fonte: autoria própria.

Nas palavras de Read (1884), os símbolos de fogo e enxofre, em conjunto com o símbolo posterior para flogisto, mostram uma continuidade da ideia subjacente: todos os três têm o triângulo apontado para cima: para o enxofre, uma cruz é adicionada à base do triângulo simples; e para o flogisto é inserido um pequeno círculo em cada ângulo do símbolo de enxofre (Figura 5).



**Figura 5.** Símbolo alquímico para o flogisto.  
Fonte: autoria própria

Com isso, assume-se que a arte simbólica e enigmática na visão alquímica teve imensa relevância na estruturação da mesma, visto que esses segmentos assumem uma das maiores e mais fascinantes características desse período da história.

Como se pode observar, por volta do século XIII, a Ciência, que ainda não era assim denominada, foi estritamente baseada nos estudos dos fenômenos da natureza de maneira geral e poliforme regados ao princípio da filosofia natural. Aristóteles postulou suas teorias em relação a essa filosofia e afirmava que “o mundo material é em toda a parte governado e condicionado pelo imaterial e invisível” (WESTFALL, 2001).

De uma forma geral, as visões da gênese alquímica e de suas contribuições acerca do avanço da ciência divergem entre alguns teóricos e historiadores. Alguns afirmam, por exemplo, não existir a possibilidade de negar que a alquimia é, de certa forma e no sentido mais amplo da palavra, Ciência, pois, segundo Maar (2008), a alquimia “1. traçou objetivos a atingir; 2. procedeu de maneira metódica para atingir este objetivo; 3. dispunha de um conjunto de conhecimentos teóricos ordenados sistematicamente”. O autor refere-se, com essa descrição, aos processos e tentativas de transmutar metais menos nobres a ouro e aos ensaios de produção do elixir da longa vida.

Outros teóricos já não delimitam de forma tão pontual os objetivos da alquimia e afirmam que as intenções alquímicas ultrapassavam estas descritas. Jesensky, citado por Maar (2008), por exemplo, acredita que são oito as tarefas da alquimia: o preparo do Alkahest, ou do “solvente universal”; a separação do espírito do mundo; a obtenção da quintessência; a preparação do *Aurum Potabile*; a preparação do elixir da longa vida; a preparação dos arcanos; a palingênese e o *homunculus*.

Segundo Santos (2011), definir alquimia é uma tarefa complexa, não apenas porque ela não constitui um conjunto homogêneo de crenças ou práticas, mas, sobretudo, porque a transmutação que mostrou ser o objetivo central da alquimia tem sido interpretada de maneiras diferentes pelos pesquisadores, uma vez que, parte da historiografia sobre alquimia entende que a transmutação de metais comuns em ouro e prata corresponde a tentativa de produzir artificialmente metais preciosos. Já para outros, a alquimia diz respeito basicamente a algo de natureza mental ou espiritual e a transmutação de metais comuns em ouro e prata corresponde, na verdade, a uma metáfora para a transformação do próprio humano, que deixaria sua condição ordinária e alcançaria uma de maior perfeição.

De fato a alquimia ocupou um lugar de destaque na visão de mundo de diversos povos e foi praticada nos mais diversos locais do oriente, do mundo árabe e Europeu, onde elementos de suas crenças podem ser rastreados até um passado tão distante quanto o período neolítico, passando pelas civilizações mesopotâmicas, Egito, Grécia, Europa medieval e moderna, sendo que até hoje, sobrevive em grupos restritos e em nosso imaginário (SANTOS, 2011).

Durante os séculos precedentes, o homem começa a se esforçar no sentido de romper essa visão metafísica e universal dos fenômenos, regados ao misticismo e a magia, característicos de um novo ideário denominado naturalismo renascentista.

Este ideário lança concepções de que, a mente e a matéria, o espírito e o corpo, não são considerados entidades separadas: a realidade última de qualquer corpo era o seu princípio ativo que compartilha, pelo menos até certo ponto, as características da mente ou espírito (WESTFALL, 2001).

Assim, por volta do século XVI, inicia-se um período de transição da Idade Média para o mundo Moderno marcado pelas novas tessituras que envolvem a chegada da Renascença, sendo a sociedade, nesse momento, moldada por um

novo espírito de humanismo claramente expressado em estudos clássicos da época (CAPRA, 2011).

### 5.3 Renascença e a Iatroquímica

O Renascimento foi um período da história que expôs aos estudiosos e artistas uma grande diversidade de conceitos filosóficos gregos e romanos que estimulavam o pensamento crítico individual preparando o terreno para o surgimento gradual de uma concepção mental mais racional e científica (CAPRA, 2011).

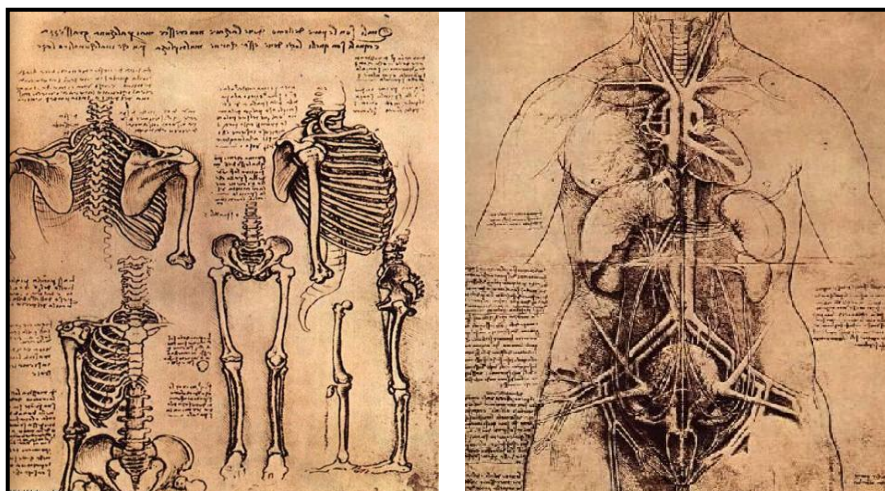
A Renascença dividiu as Ciências em Humanas e Naturais, sendo quatro os campos de estudo tradicionais nas universidades: teologia, direito, filosofia e medicina. Já as Ciências Naturais que passaram a se definir ora na Filosofia, como a Física, ora na Medicina, como a Química. Essas considerações retardaram muito tempo a aplicação da Física na interpretação dos fenômenos químicos, apesar das fortes interações que hoje admitimos como óbvias em muitos campos tidos como pertencentes à Física e também à Química que só foram institucionalizados como Físico-Química no século XIX (MAAR, 2008).

O homem do Renascimento Científico prioriza o seu próprio experimento e o empirismo diante da autoridade dos antigos, o que se explica pelo fato de o experimento com freqüência contradizer a autoridade clássica, em face do caráter especulativo e dedutivo desta (MAAR, 2008).

Pode-se exemplificar com o caso de Leonardo da Vinci que tornou-se o maior anatomista da Renascença sem nunca ter praticado a medicina. Naquela época, os médicos exerciam suas profissões e lançavam os prognósticos com bases dedutivas sem, por exemplo, identificar a posição correta dos órgãos internos dos pacientes.

A iniciativa científica de Leonardo surge então da curiosidade em entender como o corpo humano funciona e qual a anatomia exata do mesmo, desprendendo-se das hipóteses clássicas e empíricas. Para isso, recuperava ilegalmente cadáveres de indigentes e dissecava-os registrando com perfeição (graças ao seu

inigualável dom artístico) (Figuras 6) todos os detalhes dos órgãos internos e suas devidas posições, além do tecido que compõe os músculos, a estrutura óssea e muitos outros aspectos anatômicos que a medicina deveria dar conta (CAPRA, 2011).



**Figura 6.** Registro renascentista de Leonardo Da Vinci.  
Fonte: Capra (2001, p. 32).

Essa prática foi extremamente julgada pela Igreja Católica por seguir contra os princípios cristãos de preservação dos corpos que são, segundo eles, “o abrigo da alma”. Naquela época, o avanço científico foi altamente restringido e censurado pelo impasse Ciência X Religião.

Nesse momento, a alquimia também passa a ser perseguida pelos poderes da Igreja e dos monarcas. Como estratégia, ela funde-se à medicina dando continuidade ao trabalho alquímico, mas de forma direcionada à busca de preparos para a cura de doenças.

Ascendeu-se então, neste período, a teoria baseada nas concepções de Jabir ibn Hayyan e agora abordada por Paracelso, acerca de três princípios essenciais: sal, enxofre e mercúrio. Todos os corpos misturados tinham esses três princípios como componentes, segundo a teoria. Paracelso acreditava que o sal, o enxofre e o mercúrio representavam o corpo, a alma e o espírito, três constituintes metafísicos dos corpos existentes. O sal corresponde à terra, o enxofre ao fogo e o mercúrio à água e, esses três formam a chamada *tria prima*.

Uma das principais atividades desenvolvidas em eras alquímicas, nesse sentido, aconteceu quando Paracelso (1493-1541) aplicou a “química” para curar



doenças e originou um campo conhecido pelos alquimistas como *iatroquímica*. Sua ruptura com as antigas doutrinas médicas de Galeno foi total, introduzindo o experimento e a observação nos tratamentos médicos (GREENBERG, 2009).

Segundo Greenberg (2009), as ideias de Galeno dominaram a medicina por 1.400 anos. Ele acreditava que para manter perfeita saúde, era necessário estabelecer um equilíbrio entre os quatro humores do corpo (fleuma, bílis negra, bílis amarela e sangue) e utilizava-se essencialmente de plantas e ervas para este fim.

Paracelsus condenou o sistema ortodoxo de Galeno (II a. C.) e Avicena, ou Ibn Sina ( 980-1037 d. C. ) que faziam uso extensivo de remédios de ervas na proposição da cura para as doenças do corpo. Paracelsus então considera o estado do organismo humano a partir de um ponto de vista químico como um conglomerado regulado da *tria prima* em uma condição de fluxo. Com o desenvolvimento desta doutrina, o boticário mudou gradualmente a partir de um herbalista Galênico a um farmacêutico iatroquímico ou espagírico, ou criador de medicamentos químicos, incluindo remédios duvidosos como sais de mercúrio, chumbo, arsênico e cobre, junto com tinturas de diversas naturezas (READ, 1884). “Paracelso acreditava que o objetivo da alquimia era criar novos medicamentos, e não ouro!” (GREENBERG, 2009).

Greenberg (2009), faz menção a alguns fatos para se ter uma ideia do que era a medicina daquele período, inspecionando algumas das curas atribuídas a Paracelso em um livro publicado em Londres em 1652:

- Uma mulher há muito padecia de sofrimentos do coração, que ela chamava *Cardiaca*, a qual foi curada tomando duas vezes o nosso vomitório *mercurial* – que a fez expelir um verme, comumente chamado de *Theniam*, com quatro cúbitos (antiga medida equivalente a cerca de 50 centímetros) de comprimento.
- Um rapaz de 15 anos de idade, ao cair de uma escada de pedras, ficou com um braço e uma perna entorpecidos e paralisados; untei seu pescoço e parte posterior da cabeça, e toda a espinha dorsal, com este unguento: a) de gordura de raposa; b) óleo de minhocas; c) *Oleum Philosophoru*. Eu os misturei, e untei logo em seguida, e em pouco tempo nenhuma ferida nem inchaço apareceram nele que estava assim machucado.
- Um homem tinha dois inchaços, como se fossem verrugas sobre o pênis, que ele contraiu por intercurso com uma mulher impura, de modo que por seis meses ele foi abandonado por todos os médicos como sendo incurável; eu o curei lhe dando *Essentia Mercurialis*, e então misturei o óleo de vitríolo com *Aqua Sophia*, e o apliquei aquecido, com um supositório, por quatro dias [...] (GREENBERG, 2009, p. 79).

Ainda sob as concepções da *tria prima*, a Teoria do Flogístico marcou definitivamente uma grande parte da história renascentista. O conceito original nasceu com Johann Joachim Becher (1635-1682) com claras definições alquímicas. Segundo Greenberg (2009):

Becher acreditava que os elementos mais importantes seriam a Água e três Princípios Terrosos. (Ele considerava o Ar e o Fogo como agentes da transformação química, e não como elementos no sentido químico.) Seus três princípios Terrosos correspondiam muito grosseiramente ao “sal”, “mercúrio” e “enxofre” dos paracelsistas. Segundo ele, esse princípio estaria presente na matéria combustível e seria liberado na combustão. Foi esse princípio que Georg Ernest Stahl (1660-1734) mais tarde identificou como seu flogístico (GREENBERG, 2009,p. 120).

Torbern Bergman e N. A. Tunberg (1780 apud Maar, 2008), definem a teoria do flogístico:

O flogístico é encontrado disseminado como um elemento em todos os corpos naturais, pelo menos na Terra, como a diferença de que como regra ele preferentemente existe em notável abundância naqueles corpos que são chamados usualmente de orgânicos. Nos fósseis [minerais], a maioria dos quais é conhecida como sendo mais parcimoniosa em flogístico, mas nunca tendo tão pouco que algum [mineral] possa ser considerado desprovido dele, ou o flogístico está secretamente ocultado, de acordo com todos os critérios, e o flogístico é facilmente percebido nas cores com que se revestem [os minerais], e que sem dúvida indicam a fonte flogística. Este elemento extremamente sutil, que exhibe tal transparência que só ele escapa de todos os nossos sentidos, não pode ser confinado por nenhum aparelho ou instrumento e, portanto, furta-se de qualquer investigação química, a não ser que esteja ligado por forte atração a algum transferido de um componente para outro (MAAR, 2008, p. 496 - 497).

O conceito de flogístico foi definido por Stahl por volta do século XVIII e postulava que o mesmo estaria presente em substâncias que pudessem ser queimadas e evidentemente compostas pelo enxofre dos três princípios paracelsianos.

Esta teoria foi altamente expressiva e conceitualmente útil por volta de um século inteiro.

Evidentemente, o Renascimento trouxe como uma de suas principais características uma corrente de pensamento e comportamento acerca da utilização de um senso crítico mais elevado pela humanidade. Além disso, revela o dever de priorizar atenção às necessidades humanas ao contrário do teocentrismo da Idade

Média, que pregava a atenção total aos assuntos divinos e, portanto, um senso crítico menos elevado.

Este senso crítico exigido pelo humanismo permitiu ao homem observar mais atentamente os fenômenos da natureza como, por exemplo, a introdução de um tratamento matemático na descrição dos movimentos dos planetas, criada por babilônios e aprimoradas pelos gregos. O homem esteve a um nível muito mais autônomo de pensamento nesse período, deixando de remediar a interpretação dos fatos por meio exclusivo dos credos da Igreja Católica.

Ainda sob as vigências do Renascimento por volta do século XVI, foram publicadas grandes obras como *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (Das Revoluções das Esferas Celestes) de Nicolau Copérnico e *De Humani Corporis Fabrica* (Da Organização do Corpo Humano) de Andreas Vesalius, assim como a publicação do diálogo sobre os dois principais sistemas do mundo, por Galileu Galilei e o enunciado das Leis de Kepler que puderam garantir que a “ciência”, até então atrelada à Filosofia, pudesse separar-se desta e tornar-se um conhecimento mais estruturado e prático (MAAR, 2008).

Esses trabalhos modificaram de forma expressiva os moldes da sociedade em que estavam inseridos, impulsionando o surgimento de um novo segmento da história chamado: Revolução Científica.

#### 5.4 Revolução Científica e o Surgimento da Química Moderna

Henry (1998) descreve a Revolução Científica como sendo o período da história européia entre os séculos XVI e XVIII em que, de maneira inquestionável, os fundamentos conceituais, metodológicos e institucionais da ciência moderna foram assentados pela primeira vez. De fato, pode ser que durante o período em que se estendeu, a Revolução não tenha sido abordada com essa denominação nem tampouco tenha sido percebida pelos personagens que a compuseram. Trata-se, na verdade, de uma categoria conceitual marcada por conveniência por historiadores para descrever um período da história com grandes acontecimentos e de um indiscutível desenvolvimento na estrutura do conhecimento científico.

Uma grande característica de um dos períodos da Revolução Científica durante o Renascimento foi a recuperação de textos antigos de escritos neoplatônicos que desabrocharam alguns elementos da tradição mágica. Alguns filósofos aristotélicos acreditavam que os efeitos mágicos eram causados pela exploração das propriedades naturais e ocultas das coisas, ao passo que os neoplatônicos disseminavam uma tendência mais espiritual ou demoníaca da magia (HENRY, 1998).

A relevância da magia para a reforma das ideias relativas à maneira correta de se compreender o mundo natural pode ser vista no fato de que, por mais surpreendente que possa parecer, a tecnologia esteve inextricavelmente unida à magia ao longo de toda Idade Média e Renascimento. Isso não significa que o iniciado acreditava que as máquinas eram operadas por demônios interiores. A elaboração de dispositivos mecânicos para produzir efeitos maravilhosos era considerada a mera exploração dos poderes ocultos porém naturais das coisas e, portanto, a esfera do mágico (HENRY, 1998, p. 55).

Com o tempo, a perda das características mágicas e ocultas foram sendo evidenciadas pela Revolução e fundidas à agora denominada filosofia natural.

A ascensão da Revolução Científica segue seu percurso e perpassa a fase “cultural” do Renascimento, o advento e ascensão da imprensa, e a reforma protestante e pelo hermetismo. Com isso, a ciência mudou de forma e função, passando a ser repensada nos moldes na nova sociedade que estava emergindo nesta época. Os objetivos científicos deste período acabaram sendo, definitivamente, redirecionados para uma era livre das influências místicas da Idade Média.

A reforma religiosa torna-se também uma grande precursora no desencadeamento da Revolução Científica. Os participantes disseminavam a ideia de que uma das formas de se apreciar a existência de Deus era através das descobertas na ciência e por isto estas foram incentivadas.

O início de uma matematização imposta à filosofia natural (filosofia que busca verdades em relação a natureza do mundo) aristotélica ainda vigente neste período se dá, segundo Henry (1998), com os estudos planetários de Copérnico, Kepler e Galileu Galilei onde passam a utilizar a matemática não só para a descrição dos fenômenos físicos da natureza, mas também como forma de explicá-los. Contudo, as teorias que estes apresentavam ainda possuíam algumas divergências na explicação dos fenômenos, mas foram hipóteses essenciais que impulsionaram os

estudos, por exemplo, de Sir Isaac Newton. Sua obra de 1687 *Princípios matemáticos da filosofia natural* e a publicação de *Principia* assinalam a conclusão da tendência à matematização da filosofia natural iniciada no século XVI. Para Henry (1998), “a mensagem parece clara: o verdadeiro filósofo natural é também um matemático”. A propagação da matemática criou meios propícios para o desenvolvimento de um método científico experimental mais rigoroso e crítico, o que remodelou as vertentes da ciência (WESTFALL, 2001) e alicerçou uma concepção mecânica de mundo.

O apelo originado em meados de 1628, nesse sentido, foi o de René Descartes (1596-1650) que passou a dedicar-se a pesquisa seguindo os princípios de Roger Bacon (1214-1294) com o objetivo de fundar uma nova filosofia liberta de opiniões antigas rejeitando completamente todo o conhecimento medieval (DEBUS, 2002).

Por conta dessa nova fase de matematização dos conceitos, Descartes visava a abolição de todo deslumbramento fixado no medievo por meio da “compreensão”. Isso deu voz à convicção de que a natureza não contém mistérios impenetráveis, e é totalmente transparente à razão. Foi sobre estes alicerces que o século XVII construiu a sua própria concepção da Natureza, a filosofia mecanicista (WESTFALL, 2001).

Descartes criou o famoso método cartesiano baseado no ceticismo metodológico onde prega a dúvida acerca de cada ideia que não seja clara e distinta ao contrário dos gregos antigos e dos escolásticos, que acreditavam que as coisas existem simplesmente porque “precisam” existir. Descartes instituiu a dúvida: “só se pode dizer que existe aquilo que puder ser provado, sendo o ato de duvidar indubitável”. Baseado nisso, Descartes busca provar a existência do próprio eu (que duvida: portanto, é sujeito de algo. *Ego cogito ergo sum*, “eu que penso, logo existo” ou *Cogito, ergo sum*) e de Deus, em uma metodologia essencialmente inspirada na matemática (DEBUS, 2002).

Sob as concepções de Debus (2002), o universo de Descartes era “mecânico” e rejeitava as explicações vitalistas tão arreigadas entre seus contemporâneos.

Os aspectos da filosofia mecânica, nesse sentido, caracterizaram-se fundamentalmente por um conjunto limitado de princípios explanatórios. Todos os fenômenos deveriam ser explicados a partir de conceitos empregados na disciplina

de matemática da mecânica: forma, tamanho, quantidade e movimento. Por este caminho, supôs-se também, que os corpos eram constituídos por átomos ou corpúsculos invisivelmente pequenos trazendo à tona o ressurgimento das filosofias atomistas antigas de Demócrito (HENRY, 1998).

Este concebe o átomo como matéria contínua e infinitamente divisível que atinge existência real através do movimento (MAAR, 2008). O movimento, segundo ele, pode ser entendido com o auxílio de leis físicas expressas matematicamente:

Não existe o vácuo. O átomo, quando migra em movimento não deixa um local vazio, mas o lugar que deixou passa a ser preenchido por outro átomo. Ainda por causa desse movimento, as partículas originais se agregam em partículas maiores que constituem o “terceiro elemento”, as substâncias químicas (MAAR, 2008, p. 498).

É possível afirmar que o sistema cartesiano de Descartes foi a versão mais influente da filosofia mecanicista o que lhe permitiu, pelo menos em princípio, afirmar que a física podia basear-se na análise geométrica de corpos extensos em movimento (HENRY, 1998). Com isso, a Física assume o papel da ciência que explica a natureza de forma mecânica baseada em postulados matemáticos e torna-se a primeira disciplina científica a se institucionalizar.

No final do século, a filosofia mecânica substituíra efetivamente o aristotelismo como a nova chave para a compreensão de todos os aspectos do mundo físico e marca uma ruptura categórica com o passado, introduzindo, definitivamente, a emergência da revolução científica. Este período da história da Europa caracterizado pelos historiadores da Ciência marca o momento em que os fundamentos conceituais, metodológicos e institucionais da ciência moderna finalmente são assentados pela primeira vez (HENRY, 1998).

Por este mesmo caminho, Robert Boyle (1627 – 1691) publicou um de seus livros mais importantes “O Químico Cético” em 1661, apresentando uma nova definição de “elemento”. Essa data ficou conhecida por muitos historiadores como o nascimento da Química Moderna. Nas palavras de Maar (2008), Boyle pode ser considerado um dos maiores químicos teóricos do século XVII e também um grande experimentador. Este se empenhou em livrar a Química de todas as conotações animistas e estabeleceu para ela uma metodologia tão rigidamente empírica que sequer cogitou a possibilidade de um papel matemático ou lógico para a Química.

Robert Boyle era extremamente religioso e, em sua visão, a natureza é um “mecanismo de relógio” criado e mantido em funcionamento por Deus, de acordo com leis que podem ser estudadas pela Ciência. Não é difícil compreender, deste modo, o motivo pelo qual se ateu à teoria do “mecanicismo corpuscular”. Boyle acaba por destruir os modelos de Aristóteles e Paracelso com base não só em deduções lógicas, mas também em dados empíricos (MAAR, 2008).

A ciência Moderna é objetiva, e o conhecimento é obtido através de uma metodologia adequada para alcançar objetivamente o conhecimento (seja empírico, seja teórico), que exclui, na medida do possível, a subjetividade. Na alquimia a subjetividade era dominante, à medida em que ao aperfeiçoamento material estava associado o aprimoramento espiritual do experimentador, do alquimista. Trata-se, na Química, de uma abordagem da natureza, e da alquimia de uma integração na natureza (MAAR, 2008, p. 90).

Alquimistas com diversas interpretações da natureza que não as inteiramente místicas e mágicas, contribuíram imensamente com a proposição de novos princípios acerca da natureza da ciência, o que aproximou o nascimento de um caráter mais estruturado e prático para o conhecimento da época em meados do Renascimento. Sir Isaac Newton (1642-1727), assim como Robert Boyle são exemplos de alquimistas atípicos que atribuíram características mais racionais e matematizadas ao pensamento alquímico.

Os primeiros experimentos alquímicos de Newton foram executados a partir de 1668 e o mesmo não descartava totalmente a possibilidade da transmutação. Segundo Maar (2008), o interesse de Newton pela Alquimia não era marginal: um décimo de sua biblioteca eram textos alquimistas, e ele próprio redigiu cerca de 2500 páginas sobre o assunto. B. Dobbs citado por Maar (2008) argumenta que a Alquimia de Newton é a ligação histórica entre o hermetismo do Renascimento e a Química e Mecânica racionais do século XVIII. Sua visão alquimista chegou a ser decisiva, por exemplo, na elaboração de sua *teoria da gravidade como ação à distância*, pois, segundo ele, na física corpuscular mecanicista só se concebe uma ação física mediante o choque ou o contato entre os corpos.

Mesmo assim, diversos historiadores contestam a validade das contribuições de Newton como alquimista e decretam essa personalidade praticamente inválida. Contudo, sabe-se que este célebre cientista era capaz de utilizar-se da gama de

possibilidades alquímicas e adaptá-las segundo suas crenças e teorias a fim de melhorá-la e fazê-las mais coerentes à realidade da época.

Nesse período da Revolução Científica, por volta do século XVII, o mecanicismo aceito e divulgado pelos cientistas teóricos da época como Copérnico, Descartes, Kepler, Newton e Boyle assumem um grande papel na interpretação da natureza e moldam o conhecimento científico dessa época. A interpretação mística através da “filosofia natural” no medievo e estendida até o período chamado de naturalismo renascentista é completamente rompida e transformada pela nova filosofia.

O mundo é uma máquina composta de corpos inertes movidos por necessidade física, indiferentes à existência de seres pensantes. Este era o princípio básico da filosofia mecanicista da natureza (WESTFALL, 2001).

A Ciência Mecanicista, nesse sentido, surgiu como caminho de investigação experimental a partir dos tratados filosóficos citados anteriormente. Nesse momento é que grandes invenções, como os primeiros barômetros de água e de mercúrio por Torricelli e Pascal e o desenvolvimento de novos experimentos com a bomba de vácuo por R. Boyle marcaram decididamente a ciência do século XVII (WESTFALL, 2001).

A lei de Boyle, sustentada por ele posteriormente, é um produto ideal desse período da história, pois uma simples relação quantitativa satisfazia de imediato a procura de descrições matemáticas exatas dos fenômenos e a exigência de explicações mecanicistas (WESTFALL, 2001).

Westfall (2001) argumenta que a química começa então, com uma herança do século XVII, onde a procura por um conjunto de conceitos era simplesmente esmagada por uma variedade de fenômenos. O trabalho da química, nesse período, era a análise. O químico dividia, por vários meios (quase sempre utilizando fogo), os corpos mistos (compostos com impurezas) em seus elementos. Desejava-se que essas manipulações revelassem a composição desses “corpos mistos”, mas não esperavam que um químico isolasse substâncias concretas que pudessem manipular.

Conclui-se, nesse sentido que a Química do século XVII ainda não dispunha de autonomia racional como Ciência, mas começa a apresentar características de independência, mesmo que apenas na área de testes, manipulações e análises. É



somente no século XVIII que, indiscutivelmente, a Química passa a ser considerada Ciência no sentido “moderno” do termo.

Filho (1984) apropria a Revolução Industrial, iniciada na Inglaterra e posteriormente espalhada pela Europa Ocidental, de grande influência para o desenvolvimento da Ciência no final do século XVII. Ele acredita que uma das maiores conquistas desse período foi a liberdade de expressar o pensamento, de criar e de divulgar novos conhecimentos. Esta nova liberdade habilitou o homem a uma atividade científica experimental sem qualquer limitação ou temores a intolerância religiosa. Todas as coisas, nesse sentido, começam a ser explicadas atribuindo similaridade aos mecanismos da indústria.

Nesse sentido, Filho (1984) argumenta ainda que a Química começa a estruturar-se como ciência no impulso racionalista da revolução industrial, tendo, na segunda metade do século XVIII, se integrado ao conjunto das Ciências:

Primeiro – pela aceitação geral de que as leis da Química são de natureza puramente material (Boyle);

Segundo – por se ter estabelecido de maneira definitiva, que para conhecer-se o fenômeno químico tem-se de pesquisá-lo em suas relações quantitativas;

Terceiro – que os elementos são primitivos, simples, não transmutáveis e os constituintes das substâncias compostas (Boyle);

Quarto – que o domínio do conhecimento químico abrange os três estados físicos da matéria (Joseph Black) (FILHO, 1984, p. 95).

O século XVIII foi realmente visto pelos historiadores como o marco do nascimento da “Química Moderna”. A teoria do Flogisto sobrevive até próximo a esse período sendo considerada uma das mais resistentes entre todas as outras originadas de períodos estritamente alquímicos. Foi apenas quando Joseph Priestley (1733-1804) descobriu o oxigênio em 1774 que as concepções de flogisto deixam de vigorar dando lugar a expressão: ar desflogisticado (GREENBERG, 2009).

Lavoisier entra em cena, nesse sentido, como referência a este período sendo posteriormente considerado “o Pai da Química Moderna”. Foi ele quem demonstrou que a água é uma substância composta, formada por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio:  $H_2O$ . Essa descoberta foi muito importante para a época, pois, segundo a teoria medieval já citada (que ainda era aceita), a água era um dos quatro elementos terrestres primordiais, a partir da qual outros materiais eram formados (MAAR, 2008).

Na verdade, a descoberta do oxigênio (ainda não tratado por este nome) foi independentemente evidenciada pelos cientistas Scheele (1772) e Joseph Priestley

(1774). Priestley trocou informações com Lavoisier acerca de suas descobertas e este fato permitiu que Lavoisier refizesse suas experiências no intuito de reformulá-las. Dessa forma, Lavoisier compreendeu melhor as características do novo gás e ainda certificou que a combustão e a calcinação estão intimamente ligadas à combinação do oxigênio com outros materiais (materiais orgânicos na combustão e metais na calcinação) (MAAR, 2008).

Lavoisier denominou o novo gás por 'oxigênio' ("*produtor de ácidos*" em grego), pois julgava (erroneamente) que todas as substâncias originadas de uma calcinação produziam ácidos, em que o oxigênio se encontrava obrigatoriamente presente. Em 1789, ele enunciou "o Princípio da Conservação da Matéria", um de seus principais postulados. (MAAR, 2008).

A partir disso, características próprias da Química foram sendo atribuídas de forma independente e livre de conclusões matemáticas para a explicação de seus fenômenos.

Não procede, contudo, a emergência de concepções reducionistas do trabalho alquímico apenas como práticas da Idade Média e do Renascimento que buscavam a transformação de metais menos nobres em ouro. Da mesma forma, não se pode simplificar dizendo que a transição da alquimia à química corresponde à ascensão da primeira, em ciência.

Maar (2008) menciona que a nova Química conquistou rapidamente os meios científicos, o que de certa forma não deveria causar surpresa, apesar de ser evidente a resistência e o enfrentamento pelos mais antigos (alquimista e adeptos da filosofia natural) acerca das teorias então consolidadas. O autor acredita que esta vasta expansão deve-se a vantagens como:

- 1) Trata-se de uma teoria simples, racional e objetiva, mais simples do que as explicações teóricas anteriores, e dispensando hipóteses prévias, como a do flogístico, que passa a ser desnecessário;
- 2) Com a nova teoria, inclusive no que se refere à nomenclatura, a Química deixa de ser uma ciência complicada acessível apenas a poucos iniciados, mas aumenta sensivelmente a possibilidade de ser ela entendida pelo homem comum;
- 3) A transmissão dos conhecimentos químicos poderá agora ser racionalmente organizada, pois os experimentos passaram a ser objetivos e adiantam o caráter intersubjetivamente verificável que mais tarde os positivistas exigiriam do fato científico;
- 4) A nova Química permite incluir em seu campo de estudos aspectos quantitativos e definir elementos químicos no sentido proposto por Boyle, e combinando os dois aspectos, caracterizar quantitativamente a constituição das substâncias compostas (MAAR, 2008, p. 801).

Partindo desses pressupostos, o avanço dessa ciência foi notoriamente expressivo e o desenvolvimento e melhoramento de teorias e técnicas foram evidenciados ao longo dos tempos.

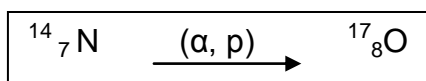
Já no século XIX, identifica-se o aprimoramento de expressivas pesquisas quantitativas na área da Química e vários personagens ilustram e marcam esse período da história segundo Scheffer (1997):

- Lavoisier busca definir a composição das substâncias, bem como identificar a força que permitia atração nos compostos químicos;
- Joseph-Louis Proust (1754-1826) busca a constância da composição das substâncias e elabora a lei das proporções constantes ou definidas, segundo a qual, uma substância pura, qualquer que seja sua origem, apresenta sempre a mesma composição em massa;
- Benjamin Richter (1762-1807) introduziu os cálculos matemáticos na interpretação das análises químicas abordando a questão dos pesos equivalentes dos elementos químicos, conduzindo os primeiros passos da estequiometria;
- Gay-Lussac (1787-1850) desenvolveu o conceito de Isomeria, comprovando, mediante análise, a mesma composição centesimal de diversas substâncias orgânicas que, entretanto, diferiam em suas propriedades, associou a determinação do ponto de ebulição com o critério de pureza;
- Amedeo Avogadro (1776-1856) criou experimentos com gases observando que todos os gases em igual volume e nas mesmas condições de temperatura e pressão continham o mesmo número de moléculas. Essa teoria ficou conhecida como Lei de Avogadro;
- Em 1867, Guldberg e Waage, cientistas noruegueses, enunciaram a Lei da Ação das Massas, segundo a qual a velocidade de uma reação química, a uma dada temperatura, é diretamente proporcional ao produto das concentrações molares dos reagentes;
- Em 1869, o russo Mendeleev e o alemão Meyer realizaram estudos utilizando valores de massas atômicas mais precisas e proporcionaram a construção de uma tabela, que seria a precursora da atual classificação periódica;

- Hermann Hess foi considerado o fundador da Termoquímica, pois foi o primeiro a realizar experimentos voltados especificamente a verificar a questão do calor desprendido (ou absorvido) nos processos químicos;
- Em 1885, Le Chatelier enunciou o princípio geral que trata dos deslocamentos de equilíbrio, ou Princípio da fuga ante a força, segundo o qual a variação de condições físicas como pressão e temperatura numa reação, faz com que o equilíbrio se desloque em sentido contrário à variação ocorrida;
- Em 1898, Pierre e Marie Curie, aprofundando estudos no campo da Radioatividade, descobriram dois novos elementos radioativos: Polônio e Rádio; entre muitas outras pesquisas e descobertas.

Entre as teorias e grandes descobertas descritas, John Dalton (1766-1844) compõe uma delas quando retoma as hipóteses de Leucipo e Demócrito e em 1808, cria a Teoria Atômica de Dalton. Esta teoria foi a grande precursora para novos estudos acerca do desenvolvimento do modelo atômico atual, com as observações de Thomsom, Rutherford e Bohr.

Seguindo o desenvolvimento da teoria atômica já no século XX, Rutherford chega onde nenhum alquimista da idade média jamais conseguiu chegar. Trata-se, como dizem alguns historiadores, de “alquimia moderna”. Em 1919, Ernest Rutherford bombardeou nitrogênio com partículas alfa e obteve oxigênio:



Este, por sua vez, transformou um elemento em outro artificialmente, e muitos historiadores e químicos passaram a ver nesta reação (início da física nuclear) a realização dos alquimistas, a transmutação final (MAAR, 2008).

Por fim, Koyré (2011) argumenta que uma das contribuições mais importantes para o nosso conhecimento acerca da história e dos pensamentos medievais está associada a uma indescritível riqueza de informações e profunda sutileza de interpretação em demonstrar que a ciência moderna não só apoia suas raízes em solo medieval, como também mantém sua inspiração filosófica e metodológica que origina-se das correntes medievais. Koyré cita a obra de A. C. Crombie (p. 1) que define perfeitamente essas ideias em um trecho de seu livro:

“O traço distintivo do método científico do século XVII, se se o compara com o da Grécia antiga, era sua concepção da maneira pela qual uma teoria devia estar ligada aos fatos observados que ela se propunha a explicar, a série de passos lógicos que ele comportava para edificar teorias e submetê-las aos controles experimentais. A ciência moderna deve profundamente seus êxitos ao uso desses métodos indutivos e experimentais, que constituem o que muitas vezes se chama de método experimental” Crombie (apud Koyré 2011, p.1).

De fato, o experimento sempre existiu desde as práticas primitivas com a utilização do fogo até outros trabalhos artesanais como o fabrico de tintas e metalurgia. Contudo, sabe-se que essas tarefas eram realizadas de uma forma extremamente empirista onde o pensamento é substancialmente guiado pelos resultados de práticas que não dispunham de nenhum conhecimento teórico como aporte, apenas observações.

Com o avanço da Ciência e de novas proposições para a mesma, o papel da atividade experimental também foi reformulado. Na idade média ou em tempos mais remotos, o que se tinha era a chamada “experiência”, ou seja, atividades desenvolvidas acerca dos conhecimentos prévios comuns da população envolvida.

Com o passar dos tempos, a “experiência” passa a ter pouca credibilidade, visto que tornava-se necessária a criação de hipóteses racionais para se explicar os fenômenos da natureza e o funcionamento do universo. O método experimental passa a ser melhor estruturado e organizado para atender as necessidades da ciência vigente o que a torna, atualmente, um instrumento primordial para o estudo de diversas áreas do conhecimento.

E foi nesse contexto de teorias, experimentos, debates e confrontos que a Química delineou seus caminhos. "O século XIX foi o grande período no qual a ciência se consolidou e realmente passou a definir as marcas na caminhada da humanidade. (...) foi o grande século da Química" (CHASSOT, 1994, p.130).

## **6 OS DIÁLOGOS INTERDISCIPLINARES NA CONSTRUÇÃO DA QUÍMICA COMO CIÊNCIA**

Desenvolver uma análise historiográfica acerca da História da construção da Química como ciência pode parecer comum e já descrita por diversos autores, pesquisadores e historiadores em momentos distintos e com enfoques diferentes. Contudo, este trabalho busca, em suma, uma abordagem simplificada e reduzida que possa ser utilizada como material de apoio para professores e alunos sem deixar de apresentar a essência de como a Química foi construída ao longo dos séculos e desmistificar a ideia simplista e errônea de que a mesma foi “criada” por cientistas isentos de vida social que se dedicam a esta ciência em tempo integral sem quaisquer interferências econômicas, sociais, políticas, ideológicas, religiosas, artísticas, entre outros fatores.

É evidente que um material como este pode atuar como ferramenta no auxílio do processo educativo em química mas não traz, de forma alguma, a solução para todos os problemas do ensino. Mesmo assim, a abordagem da História e Filosofia da Ciência vem sendo indicada por diversos teóricos atualmente e a implementação destes indícios históricos no ensino de Química é extremamente rica em detalhes que fazem toda a diferença nesse processo.

Como já dito em outro momento, a química se mostra para os alunos como uma disciplina de difícil compreensão e faz com que acreditem na impossibilidade de deter este conhecimento conceituando-o, previamente, como inatingível e sem funcionalidade para a sua vivência.

Entretanto, quando o professor se dedica a reconhecer os aspectos históricos da Química e identifica a importância de abordá-los em sala de aula como um eixo integrador dos conhecimentos, a HFC pode ser incorporada como meio de conexão aos próprios conteúdos da disciplina.

O professor, assim como o aluno, pode iniciar o estudo destes recortes historiográficos delimitando alguns objetivos, como por exemplo, o de identificar os diálogos interdisciplinares existentes no processo de construção da química como ciência e disciplina escolar e abordá-los em função da criação de uma nova visão que possibilite a dinamização das aulas e uma mudança expressiva no interesse pela disciplina.

Este estudo possibilita a identificação das formas como são interligadas as faces culturais e filosóficas às “ciências” vigentes de cada época, e como a atuação de cada um desses segmentos influenciam no surgimento da Química. Além disso pode-se, através deste, especular a importância da arte, da política, da crença religiosa e de diversos outros fatores na construção, modificação, refutação e implementação de teorias e do próprio conhecimento científico e, de como esses aspectos mudam de acordo com a transição dos interesses da sociedade em que está inserido.

Segundo Bachelard (2010):

A História da Ciência pode brevemente se transformar em um “museu de pensamentos inativos” que só poderão servir como pretexto de uma reforma do ensino (...) Portanto, vê-se a necessidade educativa de formular uma “história recorrente”, uma história que se esclarece pela “finalidade do presente”, uma história que parte das certezas do presente e descobre, no passado, as formações progressivas da verdade. É assim que o pensamento científico se fortalece na descrição de seus progressos (BACHELARD, 2010, p. 204-207).

Atribuir significado ao estudo da história vinculado à disciplina de Química ou a quaisquer outras disciplinas torna o trabalho educativo muito mais efetivo e repleto de significado para o aluno.

Em relação às características próprias desta historiografia, acredito que uma visão internalista da história se faz presente, visto que este tipo de análise remete ao historiador viajar por entre os acontecimentos da época em que estuda, considerando todo o aparato cultural vigente deste período para compreender melhor os motivos pelos quais a história rumou em determinado sentido. Contudo, muitas vezes torna-se necessário observar as características de cada momento histórico e a intervenção de fatores externos, associando-os a influências da atualidade e de como atos do passado marcaram aspectos da ciência atual evidenciando os impactos desta transposição. Esta é uma análise característica de uma visão externalista da história. Não se sabe ao certo se há como abolir alguma dessas visões em uma composição historiográfica, visto que os sentidos do historiador mudam a cada nova descoberta e seria muito difícil manter uma postura neutra em relação a algum desses dois panoramas.

Gaston Bachelard (2010) assim como outros filósofos, sugerem que a Ciência cria os seus objetos: os fatos são perenes e persistentes e externos a nós, e

a maneira como cada geração os apreende e trabalha depende de fatores extracientíficos (filosóficos, ideológicos, sociais), o que torna necessária uma abordagem também externalista da História da Ciência.

Partindo então para uma análise dos fatos historiográficos que mostram a interdisciplinaridade existente na construção da história da Química, dar-se-á início pelas vertentes da Protoquímica.

Neste período, como já observado, a presença de práticas químicas já eram extremamente evidentes apesar de não serem reconhecidas.

Inicialmente, os povos eram considerados nômades em busca de condições primárias de sobrevivência. Começaram a desenvolver um pensamento sistematizado e organizado a partir do domínio do fogo. Seus trabalhos eram estritamente manuais e resumiam-se a técnicas milenares revertidas para o bem comum de sobrevivência. Utilizavam-se de estratégias reconhecidas apenas no universo macroscópico e os registravam em forma de desenhos em pedras e placas de barro para que os povos que viriam a diante pudessem também utilizar-se desses conhecimentos. Essas são as primeiras evidências da arte gráfica como forma de disseminação de conhecimentos que, com certeza, foi a precursora do melhoramento de diversas técnicas daquela época.

Já nos períodos adiante, edificam-se as primeiras civilizações e inicia-se uma busca ontológica acerca da natureza dos fatos que começam a modificar completamente o pensamento da humanidade. Filósofos criam teorias acerca do funcionamento do mundo e da composição das coisas. Associam elementos da natureza como sendo precursores e formadores de tudo o que existe. Os diálogos interdisciplinares começam a ser evidenciados no momento em que aspectos sociais e intelectuais ganham força nesta etapa de abandono do conformismo e busca por teorias que respondessem ao questionamento vigente da humanidade. As principais premissas desta fase ontológica é a integração de sentimentos como amor e ódio a questões como quente e frio, mulher e homem, terreno e celeste. Os quatro elementos da natureza: terra, fogo, água e ar eram associados à composição dos objetos e das substâncias e possuíam as características abordadas anteriormente. Além deste diálogo entre “material e abstrato/impalpável”, a teoria de filósofos como Empédocles, Jabir e Aristóteles acerca dos elementos eram convergentes em diversos pontos e atribuíam a seu sucessor possibilidades de incluir novas evidências à esta hipótese.



Mais a diante, com a chegada da cultura alquímica, a variedade de diálogos existentes torna esta fase da história ainda mais rica e diversificada.

Neste período, a religião era a base de qualquer atividade alquímica, inclusive crenças mitológicas, esotéricas e cristãs. Sendo assim, para cada teoria ou prática desenvolvida por alquimistas, havia de certa forma, uma crença religiosa e espiritual que fundamentava esta conduta.

A transmutação de metais também tem um aspecto de inter-relação com o espiritualismo, visto que alguns historiadores afirmam que na verdade, o sentido real desta transmutação era a purificação e transformação da alma do próprio alquimista. Líquidos voláteis também eram aliados ao desprendimento de espíritos da substância em questão.

Outra via interdisciplinar pode ser claramente percebida nas concepções alquímicas de transformação dos metais no interior da terra. Os alquimistas associavam essas alterações com funções biológicas do organismo humano. Acreditavam, nesse sentido, que esses processos eram similares aos períodos de gestação, evidenciando a biologia como principal explicação para a mutação dos metais antes de seres extraídos da terra.

A botânica também deixou suas contribuições em períodos alquímicos. Galeno inseriu a ideia de que a cura das doenças era concebida a partir da utilização de plantas e ervas para equilibrar o organismo.

Mais adiante, a alquimia européia passou a ser perseguida e proibida pela igreja católica. Como alternativa para isso, os alquimistas resolveram se aliar a medicina e a alquimia ficou pautada nesta ciência por um longo período. Esta inter-relação fez com que a química como ciência surgida com o declínio dos pensamentos alquímicos perdesse um pouco de sua autonomia, passando a ser apenas uma prática de análises para a medicina.

Um grande diálogo interdisciplinar presente desde os períodos mais remotos é a inserção dos aspectos artísticos nas práticas protoquímicas, alquímicas e da renascença. A alquimia é repleta de artefatos e teorias simbólicas e enigmáticas. A maioria de suas práticas e também dos utensílios e materiais utilizados para os processos alquímicos eram registrados por meio de imagens enigmáticas que representavam os detalhes dos procedimentos sem que outros grupos os pudessem reconhecer. Vinculavam vidrarias e substâncias a animais como gansos, cisnes, dragões, leões, serpentes ou a outros sujeitos da natureza como as árvores, o sol e

a lua. Cada um destes possuíam um significado e uma atribuição alquímica. Os desenhos são sempre ricos em detalhes, e cada minúcia é regada por diferentes interpretações.

A expressão gráfica também contribuiu como ferramenta de avanço científico na renascença. Leonardo da Vinci, por exemplo, se opôs à vigência da igreja Católica na dissecação cadáveres e detalhou através de seus minuciosos e talentosos desenhos cada órgão dos sistemas biológicos do corpo humano. Essa prática foi de imensa importância para a anatomia e medicina da época visto que as doenças eram muitas vezes diagnosticadas ou tratadas por meio de hipóteses sem comprovações. O surgimento da imprensa, nesta época, possibilitou a disseminação destes trabalhos e acarretou um grande passo para o avanço da medicina.

Vale ressaltar, nesse momento, uma breve comparação entre a utilização da arte por meio de desenhos representacionais entre os períodos de trabalhos estritamente alquímicos e a mudança significativa deste contexto nos períodos da alta Renascença. Na alquimia, as imagens estavam associadas à enigmas e a representações simbólicas que exigiam demasiada capacidade de interpretação e um profundo conhecimento acerca das teorias apresentadas nas figuras. Já no auge do Renascimento, as representações artísticas que trouxeram grandes influências para a “ciência” da época estavam ligadas a reproduções mais realistas, principalmente no que diz respeito aos estudos anatômicos que mudaram o rumo das práticas medicinais deste período.

A sexualidade também foi abordada, de certa forma, nas associações feitas entre elementos ou substâncias no que se referia aos princípios de masculino e feminino e as questões de afinidade e complementaridade entre as substâncias com essas características opostas.

Alcançando agora o período da Revolução Científica, as contribuições interdisciplinares passam a ter outro foco. A revolução acontece com a emergência de reformas religiosas que acarretam uma mudança significativa na visão de Ciência da sociedade inserida neste contexto. Pode-se afirmar, nesse sentido, que aspectos sociais transformam a ciência da época e a ciência configurada a partir disso, transforma a visão da sociedade. O fim das características mágicas de se explicar os fenômenos da natureza, deu início a vigência de uma filosofia marcada pela matematização do universo e se tornou a melhor alternativa para se explicar os fenômenos da natureza e os experimentos desenvolvidos neste momento da

história. Boyle, por exemplo, pode até ser considerado um alquimista com interpretações do mundo libertas de misticismo e espiritualidade. Acreditava em um universo matematizado e agregava o mecanicismo corpuscular para a explicação do comportamento da matéria. Neste período já haviam indícios do surgimento de uma ciência química, contudo, ainda era regida por aspectos de outras áreas como a medicina e a matemática.

Com o tempo, experimentos, testes e teorias foram sendo aprimorados e a química passa a explicar de forma autônoma muitos dos fatores que foram atribuídos à física, à matemática, à filosofia, à medicina e a outras ciências distintas.

Estes foram alguns dos parâmetros interdisciplinares presentes neste contexto e que integram parte da construção da Química como ciência de forma dinâmica, envolvendo personagens de áreas distintas e uma diversidade significativa de ideologias e influências.

Outro fato que pode ser observado ao longo desta análise é que o papel da mulher no processo de construção do conhecimento científico é praticamente nulo. Em relação às vertentes da Revolução Científica, Henry (1998) argumenta:

As mulheres não tiveram nenhum papel neste breve esboço. Não porque não houve nenhuma participante mulher, mas porque a presença feminina foi tão reduzida e tão escassamente sentida que parece impróprio incluí-la numa análise tão breve (HENRY, 1998, p. 101).

Esta abordagem tem validade para que se possa esclarecer a desvalorização do papel feminino em grande parte dos trabalhos científicos e tecnológicos desenvolvidos ao longo desses séculos. Porém, ainda que a mulher tenha desenvolvido ou auxiliado em algumas dessas atividades, a história de que se têm registros pode ofuscar essas presenças ou até mesmo ignorar tais informações.

Por fim, cabe a esta análise apenas uma das diversas possibilidades existentes de se explorar o texto com os recortes historiográficos acerca da História da Química.

## 7 CONCLUSÕES E POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES

Foi possível identificar os diálogos objetivados para este trabalho e apontar as diversas outras áreas do conhecimento envolvidas no processo de construção da química como ciência. É de grande valia para professores e alunos reconhecer o aspecto interdisciplinar desta ciência para que possam utilizar-se desta análise como uma possibilidade estratégia de ensino.

A validade deste trabalho torna-se evidente a partir da análise de suas possíveis contribuições para o meio no qual está inserido. O universo educacional requer novas ferramentas e estratégias de ensino sempre que há a necessidade de se adequar às constantes modificações da realidade dos sujeitos da educação.

Nesse sentido, pode-se afirmar que a historiografia proposta articula ideias em torno da HFC como eixo que interliga fatos históricos ricos em informações estruturantes sobre a origem da Química à aspectos interdisciplinares essenciais para a compreensão da mesma. Os diálogos interdisciplinares que fundamentaram as primeiras teorias em relação à ciência como um todo, são de extremo interesse para este estudo visto que auxiliam no processo de compreensão da construção da química advinda de inúmeras influências de áreas distintas do conhecimento.

Pode-se manifestar também, as perspectivas da transposição didática expressa pelos teóricos franceses Chevalard e Joshua no intuito de transpor os objetos científicos e históricos abordados neste contexto para a realidade escolar de forma dinâmica e relevante para os alunos a fim de que possam destituir-se de informações errôneas e superficiais acerca da Química.

Além da abordagem em sala de aula, as informações contidas neste trabalho podem ser utilizadas como aporte teórico para complementar a formação inicial de professores de química visto que muitos deles terminam a graduação sem qualquer visão histórica e processual da disciplina que irão ministrar. Isso acaba por distorcer a visão sobre a química tornando-a um mero depósito de conceitos desconexos, prontos e inalteráveis na concepção desses profissionais que passam essa percepção errônea a diante.

Como material para estudos de formação continuada de professores e possíveis aplicações no ensino de química, esse trabalho pode também contribuir no sentido de apropriar os profissionais da área e de outros domínios da ciência, dos

princípios e artifícios interdisciplinares da HFC e de sua utilização como recurso que integra os conceitos científicos aos históricos no desenvolvimento de um processo de ensino e aprendizagem mais efetivo e próximo do aluno.

Por fim, e como possibilidade de aplicação concreta, pode-se propor um trabalho voltado para alunos de Licenciatura em Química ou de outros programas de formação de professores da área, sugerindo seqüências didáticas de cunho experimental e investigativo embasadas no universo da História e Filosofia da Ciência, tendo como prerrogativa gerar possibilidades de contato com problemas e questões relacionados à construção do conhecimento acerca da natureza da ciência em questão. Com problemas investigativos e questões reflexivas orientados na perspectiva da HFC, espera-se que os alunos façam hipóteses e planos que auxiliem na desconstrução e reconstrução da gênese do “experimento” em Química.

Aspira-se que os alunos possam averiguar e discutir sobre o modo com que a “experiência” e o “experimento” diferem bruscamente, e a partir desse ponto de vista, identificar como essas questões foram tratadas no início das manifestações alquímicas e transformadas até os dias atuais para o que denominamos hoje como Química.

Tais atividades podem se tornar importantes na construção de um ideário que proporcione caminhos à uma consciência mais crítica e instruída por parte dos professores e futuros professores para que o processo de interdisciplinaridade e a própria transposição didática não sejam “destruídas” por formas reducionistas e conteudistas de se trabalhar a tão importante disciplina de química.

## REFERÊNCIAS

ALFONSO-GOLDFARB, Ana. M. **Da alquimia a química: um estudo sobre a passagem do pensamento mágico-vitalista ao mecanicismo**. São Paulo: Landy Editora: 2001, 248p.

BACHELARD, Gaston. **A Epistemologia**. Portugal: Edições 70, LDA: 2010.

BALDINATO, José O. ; PORTO, Paulo A. “Variações da história da ciência no ensino de ciências”, In: MORTIMER, E. F. (org.), **Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte: ABRAPEC, 2008, CD-ROM, ISBN 978-85-99372-58-6.

BENSAUDE-VINCENT, Bernadete.; STENGERS, Isabelle. **História da Química**. Portugal: Instituto Piaget, 1992, 402 p.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio** – Ciência da Natureza Matemática e Suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação; Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio** – Ciência da Natureza Matemática e Suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação; Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1999.

CAPRA, F. **A ciência de Leonardo da Vinci: um mergulho profundo na mente do grande gênio da renascença**. 3. ed. São Paulo, SP: Cultrix, 2011.

CHASSOT, Attico. **A Ciência Através dos Tempos**. São Paulo: Moderna, 1994.

CHASSOT, Attico. Alquimiando a Química. **Química Nova na Escola**. nº 1, p. 20-22, maio, 1995.

DEBUS, Allen G. **O Homem e a Natureza no Renascimento**. Portugal: Porto Editora, LDA: 2002.

FAZENDA, Ivani. C. A. **Didática e Interdisciplinaridade**. 11 ed. Campinas, SP: Editora Papirus, 1998.

FILHO, Miguel, C. A Evolução da Química – de Boyle a Lavoisier. **Química Nova**, vol. 7, n. 2, p. 95, 1984.

FILHO, Jose de P. A. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Cad. Cat. Ensino de Física**, v. 17, n. 2, p. 174-182, 2000.

GAVROGLU, Kostas. **O Passado das Ciências como História**. 1 ed. Portugal: Porto Editora, 2007.

GREENBERG, Arthur. **Uma Breve História da Química** - da alquimia às ciências moleculares modernas. – São Paulo: Blucher, 2009.

HENRY, John. **A Revolução Científica e as Origens da Ciência Moderna**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998.

IHDE, Aaron J. **The Development of Modern Chemistry**. Tokyo: JOHN WEATHERHILL, INC., 1966.

JUNIOR, Edmundo R. et al. Questões interdisciplinares com enfoque CTS: uma proposta para o ensino médio. **Latin-American Journal of Physics Education**, v. 8, n. 1, p. 38-51, 2014.

KOYRÉ, Alexandre. **Estudos de História do pensamento Científico**. – 3ª ed. – Rio de Janeiro: Forense, 2011.

KRASILCHIK, Myriam. Ensino de Ciências e a formação do cidadão. **Em Aberto**, n. 40, p. 55-56, 1988.

JUNG, C. G. **O Homem e seus Símbolos**. São Paulo. Ed. Nova Fronteira. 9ª edição, 1964.

KRAGH, Helge. **Introdução à Historiografia da Ciência**. Porto: Porto Editora, 2001.

MAAR, Juergen H. Aspectos históricos do ensino superior de química. **Scientia e Studia**. São Paulo, v. 2, n. 1, p. 33-84, 2004.

MAAR, Juergen H. **História da Química: Dos primórdios à Lavoisier**. Editora Conceito: 2008.

MARTINS, Roberto de A. Introdução: A história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, Cibelle C. (ed.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

MARANHAO, Tatiana de P. A.. Produção interdisciplinar de conhecimento científico no Brasil: temas ambientais. **Soc. Estado**, p. 561-580, 2010.

MARTORANO, Simone S. A.; MARCONDES, Maria E. R. Investigando as Ideias e Dificuldades dos Professores de Química do Ensino Médio na Abordagem da História da Química. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 6, p. 16-31, 2012.

MATTHEWS, Michael R. **História, Filosofia E Ensino De Ciências: A Tendência Atual De Reaproximação**. Cad. Cat. Ens. Fís., v. 12, n. 3: p. 164-214, dez. 1995.

MERÇON, Fábio. Estratégias didáticas no ensino de química. **Revista Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp-UERJ)**, v. 1, n. 1, p. 79-93, 2012.

PEDUZZI, Luiz O. Q.; MARTINS, André F. P.; FERREIRA, Juliana M. H. (Org.) **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. Natal: EDUFRN, 2012.

PEDUZZI, Luiz O. Q. Sobre a utilização didática da história da ciência. In: PIETROCOLA, M. (ed.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed.UFSC, 2001, p. 151 – 170.

PORTO, P. A. **História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química: Em busca dos objetivos educacionais da atualidade**. Ensino de química em foco. Editora Unijuí, p.160-180, 2010.

READ, John. **From alchemy to chemistry**. New York: Dover Publications INC, 1884.

SAITO, F.; TRINDADE, L. S. P.; BELTRAN, M. H. R. **História da Ciência e Ensino: ações e reflexões na construção de interfaces**. Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ) – Brasília, DF, Brasil – 21 a 24 de julho de 2010.



SANTOS, Otávio, T. L. **Transmutação alquímica na obra de Roger Bacon**, 2011. 44 f. Monografia (Graduação) – Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

SCHEFFER, Elizabeth, W. O. **Química: Ciência e Disciplina Curricular, uma abordagem histórica**, 1997. 235 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1997.

SCHNETLZER, Roseli. Apontamentos sobre a História do Ensino de Química no Brasil. In: SANTOS, W.L.P.; MALDANER, O.A (Orgs). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2010. 368p.

SUART, Rita de C. **Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas**, 2008. 218 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

WESTFALL, Richard. S. **A Construção da Ciência Moderna: Mecanismos e Mecânica**. Portugal: Porto Editora, 2001, 169 p.

ZANON, Lenir. B.; PALHARINI, Eliane. M. A química no ensino fundamental de ciências. **Química Nova na Escola**, n. 2, p. 15-18, 1995.

ZULIANI, Sílvia. R. Q. A.; ÂNGELO, Antônio C. D. A utilização de metodologias alternativas: o método investigativo e a aprendizagem de Química. In: NARDI, R. (Org.) **Educação em Ciências: da pesquisa à prática docente**, 3. Ed., São Paulo: Escrituras Editora, 2003.