

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE FILOSOFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA

LÍGIA LOPES GOMES

Perspectivas de valor e atividade científica na ciência natural:
um estudo filosófico, com especial referência ao caso da química
europeia do século XVIII

Versão Corrigida

São Paulo
2021

LÍGIA LOPES GOMES

**Perspectivas de valor e atividade científica na ciência natural:
um estudo filosófico, com especial referência ao caso da química
europeia do século XVIII**

Versão Corrigida

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Filosofia do Departamento de Filosofia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Filosofia sob a orientação do Prof. Dr. Valter Alnis Bezerra.

São Paulo
2021

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

Gp Gomes, Lígia
 Perspectivas de valor e atividade científica na
 ciência natural: um estudo filosófico, com especial
 referência ao caso da química europeia do século
 XVIII. / Lígia Gomes; orientador Valter Beserra - São
 Paulo, 2021.
 179 f.

 Tese (Doutorado)- Faculdade de Filosofia, Letras e
 Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.
 Departamento de Filosofia. Área de concentração:
 Filosofia.

 1. Valores (ciência). 2. práticas científicas. 3.
 revolução química. 4. ácido sulfúrico. 5. estilo de
 pensamento. I. Beserra, Valter, orient. II. Título.



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS

ENTREGA DO EXEMPLAR CORRIGIDO DA DISSERTAÇÃO/TESE

Termo de Ciência e Concordância do (a) orientador (a)

Nome do (a) aluno (a): **Lígia Lopes Gomes** _____

Data da defesa: **28 / 06 / 2021**

Nome do Prof. (a) orientador (a): **Valter Alnis Bezerra** _____

Nos termos da legislação vigente, declaro **ESTAR CIENTE** do conteúdo deste **EXEMPLAR CORRIGIDO** elaborado em atenção às sugestões dos membros da comissão Julgadora na sessão de defesa do trabalho, manifestando-me **plenamente favorável** ao seu encaminhamento e publicação no **Portal Digital de Teses da USP**.

São Paulo, 26 / 08 / 2021

(Assinatura do (a) orientador (a))

Dedico este trabalho a todas as pessoas que empreendem seus esforços para ampliar nosso conhecimento sobre o mundo, e que consideram que o conhecimento envolve o cuidado com outras pessoas e com a natureza e outros objetos do nosso saber.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof Dr Valter Alnis Bezerra, pela paciência, pelo aprendizado e pela amizade.

À Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, pela oportunidade de realização do curso.

À Universidade Federal do ABC pela importância conferida a minha formação expressa na forma de tempo concedido para realização da pesquisa e redação da tese.

Aos meus pais, meus sogros e minhas cunhadas pelo apoio com as minhas filhas quando as redes institucionais de suporte à maternidade e apoio à infância deixaram de funcionar devido à pandemia de Covid-19.

Ao meu marido e minhas filhas, pelo carinho, incentivo e paciência.

“As coisas suscetíveis de serem executadas devem ser consideradas possíveis; não por qualquer um, mas por alguém; não por alguém sozinho, mas por muitos trabalhando juntos; não na medida de uma vida humana, mas na sequência dos séculos; certamente não pelo esforço privado, mas pelo compromisso público”

(Lorde Bacon, citado por Diderot no verbete Enciclopédia da *Enciclopédia*, 1755)

RESUMO

GOMES, L. **Perspectivas de valor e atividade científica na ciência natural:** um estudo filosófico, com especial referência ao caso da química europeia do século XVIII. 2021. 168_f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Filosofia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

Este trabalho propõe uma interpretação das transformações nas práticas químicas no século XVIII à luz dos valores, compreendidos como objetivos ou ideais da atividade científica. Estes valores podem ser cognitivos ou não cognitivos e sua análise permite uma adequada contextualização dos desenvolvimentos da disciplina na sociedade europeia nos debates e práticas relacionados ao processo de conhecimento e às ciências do período. A análise foi empreendida a partir do Modelo de Interação entre Ciência e Valores (M-CV), apresentado por Lacey e Mariconda e nos permitiu constatar que a *autonomia*, o *progresso* e o *liberalismo individual* e o *controle da natureza* faziam parte da perspectiva de valores dos homens e mulheres de ciência no período, e que entre os valores cognitivos estavam o *empirismo*, a *simplicidade*, e a *exaustividade*. Notamos também a centralidade do *controle da natureza* e do *empirismo* nas perspectivas de valores dos químicos, bem como as relações próximas entre estes valores, uma vez que o valor não cognitivo do *controle da natureza* demandava o valor cognitivo do *empirismo*. Como mostramos, Lavoisier realizou uma alteração na forma como o *empirismo* era articulado e expresso que lhe conferiu um caráter *objetificador* a partir do qual este valor passou a atuar também como elemento de justificação do próprio valor do *controle da natureza*. Este movimento foi crucial para a química e para boa parte da atividade científica contemporânea. A abordagem dos estilos de pensamento de Fleck possibilitou além disso, ressaltar a dimensão normativa constitutiva e o *ancoramento social* das práticas químicas no período. Consideramos que a história de uma ciência é formada por um complexo de níveis e elementos, ao passo que o foco do estudo são as práticas científicas e não exclusivamente as teorias, portanto buscamos também uma adequada apreensão além da axiologia, de aspectos normativos que regeram a atuação dos químicos no período.

Palavras-chave: Valores (ciência), práticas científicas, revolução química, ácido sulfúrico, estilo de pensamento.

ABSTRACT

GOMES, L. **Value outlook and scientific activity**: a philosophical study, with special reference to the case of the 18th century European chemistry. 2021. 168 f. Thesis (Doctoral) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Filosofia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

This work presents an interpretation of the transformations in chemical practice through the 18th century in the light of values, understood as objectives or ideas of scientific activity. These values can be cognitive or not and their analysis allows an adequate contextualization of the developments of the discipline in European society in the debates and practices related to the process of knowledge and the sciences of the period. Our analysis was undertaken based on the Model of Interaction between Science and Values (M-CV), presented by Lacey and Mariconda and allowed us to confirm that *autonomy*, *progress* and *individual liberalism* took part in the values perspectives of men and women of science, as well as the cognitive values of *empiricism*, *simplicity* and *completeness*. We were able to notice also the central role of the values of *control of nature* and *empiricism* in the values perspectives of chemists, as well as the close relationships between these values, since the non-cognitive value of *control of nature* demanded the cognitive value of *empiricism*. As we show, Lavoisier operated a change in the way in which *empiricism* was articulated and expressed granting it an *objectifying* character from which this value became also an element of justification of the very value of the *control of nature*. This movement was crucial for chemistry and for much of contemporary scientific activity. In addition, Fleck's thought style approach enabled us to highlight the normative dimension constitutive of chemical practices and their *social ingraining*. The work was produced under the consideration that the history of a science is formed by a complex of levels and elements, and the focus of study are the scientific practices and not exclusively theories, therefore we've also sought an adequate apprehension beyond axiology, of aspects norms that governed the performance of chemists in the period.

Key Words: Values (science), scientific practices, chemical revolution, sulfuric acid, thought styles

Lista de ilustrações

Figura 1: Tabela de combinações do ácido sulfúrico com bases salificáveis, em ordem de afinidade (LAVOISIER, 1789).....	24
Figura 2: Forno e vasos para destilação de Águas, Espíritos e óleos (LE FEBVRE, 1669).....	29
Figura 3: Primeiro e segundo fornos de Glauber em Novos fornos filosóficos.....	31
Figura 4: Campânula para fazer acre ou espírito de enxofre (LE FEBVRE, 1669).....	39
Figura 5: Tabela de diferentes relações observadas entre diferentes substâncias, publicada por Geoffroy em 1718 e republicada em obra póstuma em 1741. Na página seguinte indicamos a tabela com após transliteração e tradução.....	57

Sumário

Introdução.....	9
A ciência como um conjunto de práticas sociais complexas e contextualizadas.....	9
Considerações metodológicas e a abordagem adotada.....	15
Ordem de apresentação do trabalho.....	18
Capítulo 1 O óleo de vitríolo e as práticas químicas no final do século XVII.....	21
1.1 O vitríolo e suas preparações na tradição química do século XVII.....	22
1.2 Anatomia dos <i>mixtos</i>	27
1.3 Preparações do vitríolo.....	34
1.4 Óleo de Vitríolo e Óleo de Enxofre.....	37
1.5 Robert Boyle, fatos científicos e filosofia experimental.....	40
1.6 Teorias da matéria, vitríolo e enxofre.....	49
1.7 A linguagem e o caráter epistemológico das práticas químicas nos século XVII.....	53
Capítulo 2 Do ácido vitriólico ao ácido sulfúrico ou uma história da química no século XVIII.....	56
2.1 Stahl e o ácido universal.....	56
2.2 Manufatura e o ácido vitriólico durante o século XVIII.....	70
2.3 Oxigênio: <i>o princípio acidificante</i>	75
2.4 Afinidades entre atividade científica, atividade industrial e poder político.....	78
a) Ontologia <i>Composicionista</i>	80
b) Substâncias Puras.....	84
c) Convergências entre química científica e industrial.....	88
2.5 Um longo século para a química.....	89
Capítulo 3 Química, Ciência e Valores no século XVIII.....	91
3.1 Valores e transformações na ciência.....	91
3.2 Valores e práticas sociais.....	94
3.3 O Modelo de interação entre atividade científica e valores (M-CV).....	98

3.4 Estratégias e perspectivas de valor.....	99
3.5 A individuação de estratégias.....	102
3.6 Pluralismo.....	105
Capítulo 4 Perspectivas de valor e comunidades letradas europeias do século XVIII..	110
4.1 <i>Controle da natureza</i> e Iluminismo: valores sociais e conhecimento científico no século XVIII.....	110
4.1.1 O Controle da natureza e convergências entre atividade científica e poder político	118
4.1.2 Valores sociais e práticas químicas.....	120
4.2 Empirismo e outros valores cognitivos na química europeia do século XVIII.....	121
4.3 A descontextualização da química no século XVIII.....	134
Capítulo 5 Características do estilo de pensamento da química no século XVIII.....	138
5.1 Componentes dos estilos de pensamento no século XVIII.....	140
5.2 Transformações no estilo de pensamento.....	145
5.3 Coletivo de pensamento.....	149
5.4 Outras considerações sobre estilo de pensamento e a química do século XVIII.....	154
Considerações Finais.....	157
Referências.....	167
Glossário e equivalência aproximada de substâncias.....	176

Introdução

Este trabalho propõe uma interpretação das transformações nas práticas químicas no século XVIII à luz dos valores, compreendidos como objetivos ou ideais da atividade científica. Estes valores podem ser cognitivos ou não cognitivos e sua análise permite uma adequada contextualização dos desenvolvimentos da disciplina na sociedade europeia nos debates e práticas relacionados ao processo de conhecimento e às ciências do período. A análise foi empreendida a partir do modelo de interação entre ciência e valores (M-CV), como apresentado por Lacey e Mariconda (LACEY, 2008, 2010; LACEY; MARICONDA, 2014) e nos permitiu constatar que a *autonomia*, o *progresso*, o *liberalismo individual* e o *controle da natureza* faziam parte da perspectiva de valores dos homens e mulheres de ciência no período, e que entre os valores cognitivos estavam o *empirismo*, a *simplicidade* e a *exaustividade*. Notamos também a centralidade do *controle da natureza* e do *empirismo* nas perspectivas de valores dos químicos, bem como as relações próximas entre estes valores, uma vez que o valor não cognitivo do *controle da natureza* demandava o valor cognitivo do *empirismo*. Como mostraremos, Lavoisier realizou uma alteração na forma como o *empirismo* era articulado e expresso conferindo-lhe um caráter *objetificador* a partir do qual este valor passou a atuar também como elemento de justificação do próprio valor do *controle da natureza*. Este movimento foi crucial para a química e para boa parte da atividade científica contemporânea. A abordagem de estilos de pensamento de Fleck possibilitou além disso, ressaltar a dimensão normativa constitutiva e o *ancoramento social* das práticas químicas no período.

Uma vez que a história de uma ciência é formada por um complexo de níveis e elementos, (MCEVOY, 2000), e que o foco de nosso estudo são as práticas científicas e não exclusivamente as teorias, buscamos também uma adequada apreensão além da axiologia, de aspectos normativos que regeram a atuação dos químicos no período.

A ciência como um conjunto de práticas sociais complexas e contextualizadas

As transformações na química europeia no século XVIII são um dos tópicos mais debatidos na história e filosofia da ciência. E, apesar da alegação de Hoyningen-Huene (2008,

p. 113) de que “é digno de nota que a revolução química é um dos raros casos em que todo mundo concorda que se trata de fato de uma revolução”, mesmo este aspecto segue bastante controverso.

Regina S. de Carvalho (2012), ao analisar o desenvolvimento e o impacto da nova nomenclatura química, concluiu que ainda que haja certa reestruturação no léxico da comunidade, não teria havido uma transição revolucionária no estilo kuhniano, pois ainda não teria sido com este episódio que a química se desenvolveu como uma especialidade, pois seu eixo principal ainda estava em formação. Para a autora, o que ocorre no episódio é uma *mutação no estilo de pensamento* devido ao tráfego intercoletivo de ideais, nos termos da abordagem de Ludwik Fleck (CARVALHO, 2012, p. 769; FLECK, 2010).

Ursula Klein (2015), em artigo com o sugestivo título “A revolution that never happened” que retoma a tese de sua obra anterior com Wolfgang Lefèvre (2007) reconhece que há eventos no desenvolvimento científico que podem ser designados como revoluções, mas não identifica que tenha ocorrido uma na transição da teoria do *flogisto* para a teoria do oxigênio. Isso porque naqueles aspectos que seriam fundamentais – ontologia, modos de explicação causal e métodos empíricos paradigmáticos – o que se encontra é continuidade, não descontinuidade ou ruptura.

Entre o grande número de autores que identifica um evento significativo que faz jus à designação de revolução e que merece ser estudado nessa qualidade, os acordos não vão muito além deste próprio reconhecimento. Teria sido um caso exemplar de revolução como descrito por Kuhn em *A estrutura das revoluções científicas* na qual Priestley e Lavoisier viviam em mundos diferentes? Talvez, como propôs Musgrave (1976) ao aplicar o programa lakatosiano, teria sido a substituição de um programa de pesquisa regressivo por um progressivo? Ou então um evento no qual Lavoisier colheu os louros por ter surfado na onda do *composicionismo* como propôs Hasok Chang (2012)? As conclusões são díspares.

Tamanha diversidade pode parecer assustadora. Haveria ainda algo novo a ser dito sobre a química europeia do século XVIII? Que dados históricos “monstruosos” seriam estes que permitiriam todo tipo de conclusão distinta? Sair do labirinto teria sido impossível sem consciência historiográfica e sem uma concepção nítida acerca da multidimensionalidade da atividade científica.

Há vinte anos o historiador da ciência John McEvoy(2000) percorreu a historiografia sobre a revolução química e a química do século XVIII, constatando que até aquele momento as abordagens haviam falhado em dar conta da complexidade sem perder o sentido das imensas transformações por que passou a disciplina no período. Muitas vezes a complexidade teria sido subsumida à necessidade de conformação a um esquema filosófico ou sociológico preestabelecido¹.

Buscou-se a história para comprovar a superioridade de um método científico geral e abstrato, para exemplificar os modos de transformação dos esquemas conceituais e metodológicos na ciência ou para reduzir a atividade científica ao seu contexto social e local.

Nesse processo se impôs uma lógica, um *telos* onde não havia, ou se recusou a identificar sentido onde este poderia ser encontrado. Reconhecendo os limites de análises centradas em paradigmas, programas ou tradições de pesquisa e outras categorias interpretativas abrangentes, McEvoy tampouco se satisfazia com as possibilidades oferecidas pela história e sociologia da ciência pós-modernas – das quais o “programa forte” de sociologia da ciência é um expoente – que limitavam a atividade científica ao nível do discurso, da retórica, e tendiam à fragmentação e dispersão das conclusões, obscurecendo a possibilidade de percepção dos sentidos e articulações das transformações. Ademais, a história da química também foi lesada na disputa entre a reivindicação de autonomia da ciência em relação ao contexto de um lado, e sua determinação sociológica de outro.

Neste sentido, McEvoy pleiteou que a revolução química fosse tratada como “um sistema complexo, multidimensional, constituído por padrões de interação entre numerosos elementos locais e níveis”. Entre esses elementos estariam

“objetos empíricos e informação, estratégias e construções teóricas, técnicas e práticas experimentais, princípios metodológicos e epistemológicos, formações políticas, convenções linguísticas, organizações pedagógicas e profissionais, bem como instituições, valores e regularidades sociais, culturais e econômicas”(2000, p. 62).

A revolução química seria, portanto, um sistema de sistemas, articulados e relacionados, embora não redutíveis entre si. Assim, a oposição entre tradições de pesquisa (pós-positivismo) e especificidade dos vários discursos da ciência (sociologia do conhecimento),

¹ Uma apreciação mais detalhada da análise da McEvoy pode ser encontrada em nosso trabalho anterior (GOMES, 2014).

bem como entre autonomia da ciência e determinação sociológica poderiam ser superada ao considerar os eventos como historicamente variáveis e não historicamente determinados. Ainda a polaridade entre continuidade e descontinuidade no desenvolvimento científico pode ser compreendida como continuidade no nível dos problemas empíricos e descontinuidade no nível teórico².

Além do respeito à complexidade histórica, nos pautamos por uma concepção de atividade científica como conjunto de práticas investigativas empíricas e sistemáticas que visam fornecer entendimento sobre certos domínios de fenômenos³. Estas práticas incluem a teorização, a elaboração e avaliação de proposições e crenças, a classificação dos objetos que pertencem ao domínio de fenômenos, o estabelecimento de uma rede conceitual, o desenvolvimento de modelos, mas também as técnicas de manipulação dos objetos, os procedimentos para observação, o estabelecimento de formas e unidades de medida, a comunicação eficiente dos resultados da investigação, o teste de hipóteses e a avaliação do teste, a seleção de problemas de pesquisa e inúmeras ações dentre as mais complexas e as mais simples executadas pelas pessoas que se dedicam à investigação científica.

Na leitura do presente trabalho pode-se constatar inúmeras atividades científicas na química dos séculos XVII e XVIII como o controle preciso dos graus de calor a que eram submetidas as substâncias; a observação atenta das características das gotas obtidas pela destilação para determinar a partir de que momento o calor promovia a extração de uma substância distinta da anterior; a ordenação das substâncias em uma tabela considerando a força da relação que estabelece com as demais sem nenhuma explicação do fenômeno; a elaboração, junto a profissionais especializados, de um aparato instrumental capaz de medir algo de maneira mais precisa – como, por exemplo, o peso – ou de isolar uma substância que não se pensava ser passível de manipulação – como, um fluido aéreo; a classificação das substâncias químicas conhecidas e a elaboração de uma nomenclatura conforme a essa classificação e a uma certa teoria; a elaboração de hipóteses, sua avaliação, seu aperfeiçoamento, sua correção. A maior parte das atividades exigem tanto habilidades

2 (MCEVOY, 2000, p. 67),. Caamano (2009) e Falguera e Donato-Rodriguez (FALGUERA; DONATO-RODRÍGUEZ, 2016) analisaram as divergências entre as abordagens de oxigenista e flogistonista a partir da metateoria estruturalista e também concluíram que eram “teoricamente incompatíveis, mas empiricamente comparáveis” (FALGUERA; DONATO-RODRÍGUEZ, 2016, p. 114)

3 Para uma crítica da análise da atividade científica centrada nem proposições ver, por exemplo, H. Chang (2012).

corporais, quanto mentais e intelectuais da pessoa que pesquisa; e, em qualquer caso, são epistemologicamente relevantes, ainda que com frequência fossem pragmaticamente orientadas.

Quando afirmamos o caráter pragmático, fazemos referência ao fato de que os químicos, especialmente no século XVIII, muitas vezes adotaram técnicas, métodos e mesmo teorias ou ontologias distintas de acordo com o objeto ou problema estudado. Assim, como veremos no segundo capítulo, o estudo dos sais favorecia a adoção de uma ontologia *composicionista*, mas havia inúmeros casos em que as propriedades da matéria não eram compreendidas apenas no âmbito de sua composição, pois eram substâncias complexas que não podiam ser facilmente separadas pela análise química, ocasiões em que os químicos se apoiavam na ontologia *principlista* que por séculos orientou as atividades químicas. Outro exemplo é fornecido pelo químico, industrial e homem do estado francês napoleônico Jean-Antoine Chaptal, que informou ter aderido à abordagem lavoisieriana ainda no início da disputa com o *flogistonismo* porque, segundo ele, aquela se adaptava mais à atividade industrial (PERRIN, 1986).

De outro lado, a preparação de uma solução, a vedação cuidadosa dos recipientes, o uso do fogo para aquecê-la, o controle do grau do calor e a observação dos resultados são ações com caráter epistemológico fundamental, mesmo naqueles casos como o de Robert Boyle ou Joseph Priestley em que o pesquisador não tem pretensão de fornecer sistematização teórica ou conceitual sobre os fenômenos. A *Nova nomenclatura química* (1787) foi muito mais do que um glossário ou uma hábil jogada no tabuleiro de xadrez da revolução química. Ela foi determinante na consolidação da abordagem *oxigenista* porque era um método de nomear e classificar refletido e racionalizado que operava segundo a teoria do oxigênio e favoreceu a adesão à teoria. No século influenciado por Locke, que apreciou o papel heurístico do método taxonômico de Lineu e no país que construiu suas bases epistemológicas à luz de Condillac, para o qual “a arte de raciocinar se reduz a uma linguagem bem-feita” (2016 [1780], p.90), a proposta de linguagem científica simples e clara que ordenava o mundo (ou refletia a ordem do mundo, como gostaria Lavoisier) era ao mesmo tempo condição e prova no processo de conhecimento. Por isso, ela constituiu uma síntese da abordagem *oxigenista*, um elemento

probatório de que a teoria estaria adequada aos fenômenos e um método ordenador das investigações futuras sobre substâncias novas a serem identificadas.

Em adição ao respeito à complexidade histórica e à concepção da atividade científica como um conjunto de práticas, temos também a pretensão de que o estudo seja capaz de situar histórica e socialmente a atividade científica. É uma pretensão que se relaciona ao respeito à complexidade histórica e à concepção de práticas científicas que esboçamos acima, não é, contudo, uma decorrência necessária dessas. Pois poderíamos segui-las e ainda assim conceber fronteiras rigidamente delimitadas entre o âmbito propriamente cognitivo e epistemológico da atividade científica, fiador da racionalidade, e outros aspectos vinculados ao caráter social das práticas modernas de produção de conhecimento empírico.

Sem reduzir ou subordinar a esfera científica ao contexto social, reconhecemos que houve em sua história diversos pontos nodais em que as trajetórias da produção e reprodução social, do desenvolvimento político, da evolução do pensamento iluminista convergiram com o caminho trilhado pelos químicos no século XVIII, em alguns momentos relações de afinidade e mesmo de reforço mútuo foram estabelecidas e contribuíram tanto para o âmbito social quanto para a química científica. Como exemplo desta afirmação, veremos no Capítulo 2 que os químicos franceses puderam prestar valiosos serviços à atividade industrial como consultores do Estado assegurando que, apesar de incômodas as emissões industriais não eram nocivas. Por outro lado, como apontaremos em detalhe no Capítulo 4, a abordagem lavoisieriana conferiu poder probatório aos fatos empíricos e, conseqüentemente, à aplicação tecnológica bem-sucedida dos conhecimentos científicos, estabelecendo uma aliança em que não apenas a produção social apresenta problemas e é terreno para a aplicação científica, mas em que passou a atuar como elemento que confirmava as proposições, os sistemas teóricos e os métodos da atividade científica.

Procuramos também situar a disciplina entre os debates sobre a natureza, as possibilidades e limites do conhecimento do mundo físico que se deram no século XVIII. De fato, o isolamento da química em relação aos desenvolvimentos dos demais ramos do saber e das reflexões sobre o conhecimento em geral produz uma compreensão mutilada da disciplina. O *Tratado elementar de química* de Lavoisier não foi apenas uma síntese da abordagem *oxigenista*, mas também uma expressão e manifestação de ideais de conhecimento

da filosofia natural elaborados, criticados, refinados e aplicados por todo o século XVIII e que são debatidos de forma particularmente patente na *Enciclopédia, ou Dicionário razoado das ciências, das artes e dos ofícios*, editada por Diderot e D'Alembert e, como já indicamos, a nova nomenclatura proposta por de Morveau, Lavoisier et al não pode ser devidamente apreciada sem consideração dos impactos do método taxonômico de Lineu e a epistemologia de Condillac.

Considerações metodológicas e a abordagem adotada

Diante destas condições preliminares, tomamos algumas decisões metodológicas que devem ser explicitadas. Primeiramente, buscamos trazer o foco histórico para uma substância, que no século XVII era conhecida como óleo de vitríolo, durante o século XVIII foi também chamado de ácido vitriólico e a partir da Nova nomenclatura passou a ser designado como ácido sulfúrico. Esta substância foi central na teoria dos sais (que incluía os ácidos) de Stahl e na teoria dos ácidos de Lavoisier, desenvolvida ainda na década de 1770. No decorrer do século também a importância econômica do material cresceu exponencialmente até que sua produção se tornou signo da prosperidade de uma nação em meados do século XIX (VON LIEBIG, 1843).

Ao mesmo tempo em que é mais limitada em seu objeto, o estudo da transformação do óleo de vitríolo em ácido sulfúrico admitiu novas complexidades, porque o óleo de vitríolo, o ácido vitriólico ou o ácido sulfúrico não eram apenas conceitos apresentados e debatidos nas academias e sociedades científicas, nem meros registros em notas de laboratório ou ingredientes das operações químicas. As substâncias possuíam propriedades particulares, uma certa composição, determinadas técnicas para sua produção, aplicações econômicas e científicas e estatuto ontológico que se transformaram por meio de processos diversos, mas relacionados. Neste sentido, o objeto de pesquisa selecionado favoreceu a análise da atividade científica como atividade complexa, produto da interação de variados níveis (ontológico, epistemológico, metodológico, teórico, axiológico, econômico, ambiental, social) e elementos.

A preferência pelo estudo de uma substância particular não impediu que entrássemos em temas que extrapolam o óleo de vitríolo ou ácido vitriólico, como a teoria da matéria de Boyle, o papel da axiologia para a atividade científica de Stahl, as divergências entre Priestley

e Lavoisier, ou as diferentes imagens de ciência (ABRANTES, 2006) que disputaram terreno no século XVIII. Todos estes tópicos são incontornáveis e sua ausência revelaria uma descrição imprecisa e parcial da história da química, mas nos asseguramos examiná-los tendo em vista suas implicações para nosso objeto e para as práticas químicas dos períodos em que se situam.

Em segundo lugar, a referência teórica que apresentaremos no Capítulo 3 – e que é a principal ferramenta de análise – é o modelo de interação entre a atividade científica e os valores (M-CV) proposto por Hugh Lacey no início do século XXI (2008, 2010) e que encontra uma expressão mais acabada em formulação conjunta com Pablo Mariconda (2014). Este modelo permite capturar a dimensão epistemológica e axiológica das práticas científicas ao mesmo tempo em que define e especifica o modo como, por meio de perspectivas de valor, a atividade científica é situada e constituída pelo seu contexto social, sem ser por ele determinada.

Reconhecemos que desde meados do século XX a epistemologia tem reconhecido e explorado o caráter social de todo processo de conhecimento e da atividade científica em particular, sendo que o testemunho, divergência entre pares e a epistemologia de agentes coletivos e comunidades são alguns temas tratados pela epistemologia social da crença, por exemplo. A epistemologia social feminista tem feito contribuições particularmente valiosas ao ressaltar que os sujeitos conhecedores não são abstratos e intercambiáveis, mas que suas diferentes experiências levam a diferentes concepções e entendimentos.

No entanto, o objeto de nosso interesse, bem como a ênfase nas práticas científicas, demanda que nos apoiemos em um modelo epistemológico que permita a análise de sistemas heterogêneos de crenças e práticas num grau de detalhe analítico que permita discernir unidades epistêmicas de escala maior, mais "macroscópicas", por assim dizer, e mais estruturadas do que crenças individuais. Também é importante que o modelo permita a análise em uma escala de tempo mais longa e com referência a uma constelação teórica mais ampla. Sem desprezar aqui as conquistas da epistemologia analítica, trata-se menos de precisar as condições de possibilidade, justificação ou a racionalidade da adoção de uma crença específica por um indivíduo, numa perspectiva "microscópica", e mais de identificar atitudes cognitivas a respeito de unidades epistêmicas já razoavelmente bem articuladas dentro do

corpo de conhecimento científico, e de discernir movimentos, tendências e processos em grande escala.

As perspectivas de valor são eixos de articulação da vida social, só têm existência num corpo social e materializam-se em práticas sociais dos indivíduos ou de instituições que buscam manifestar em alto grau os valores de uma perspectiva. O mesmo ocorre na atividade científica, em que a estratégia de restrição teórica e seleção de dados é orientada por uma perspectiva de valores compartilhada entre as pessoas envolvidas no processo de conhecimento empírico. Tal perspectiva inclui valores cognitivos e não cognitivos e não se confunde com uma perspectiva de valores de outra esfera de atividade social – religiosa ou econômica, por exemplo – embora possua alguns valores em comum com elas e possa constituir uma relação de reforço mútuo com outras perspectivas de valores. Um exemplo é a perspectiva de valores do *progresso tecnológico* que orienta a maior parte da atividade científica contemporânea em uma relação de reforço mútuo com a perspectiva de valores do *capital e do mercado*, levando a atividade científica atual a favorecer especialmente as atividades orientadas por esta última perspectiva de valores (LACEY; MARICONDA, 2014).

A axiologia de um coletivo humano, ao mesmo tempo em que só existe a partir do indivíduo, também o transcende. Ela reflete apenas de maneira mediada as transformações na tessitura social, pois alguns valores podem persistir mesmo quando em contradição com aspectos centrais de uma conformação social, ou quando as condições materiais e sociais que o sustentavam já caducaram, e o papel de orientação dos valores na ação social tampouco é direto ou livre de mediações, pois podem ser articulados de formas muito distintas e até antagônicas a partir de pequenas alterações ou mudanças de ênfases nas perspectivas. Neste descompasso entre axiologia e a vida social reside o arbítrio, o indeterminado na ação humana, e, em certo sentido, a história e a política, e veremos exemplos de diferentes manifestações de valores no Capítulo 4. Por ora queremos ressaltar que o exame das perspectivas de valores, além de fornecer o terreno de articulação entre o contexto social e a atividade científica, é particularmente adequado à escala de tempo e ao nível de aproximação e detalhamento que esperamos estabelecer com as abordagens químicas. Ademais nos permitiram identificar, num momento de agudas transformações sociais, a alteração precisa que foi operada pelos químicos que ligou definitivamente a química e, posteriormente, outros

ramos da atividade científica aos rumos do capitalismo industrial nascente, a saber, o *empirismo objetivador* de Lavoisier que atribuiu aos fatos empíricos e à aplicação científica poder probatório às teorias e à própria atividade científica como um todo. Veremos também que tal operação não é devida a um desejo particular dos químicos de estabelecer alianças com a burguesia nascente, mas resposta a um tema inconcluso nas ciências empíricas desde o século XVII, a saber, a possibilidade de estabelecer conhecimento seguro naquelas disciplinas que versavam sobre objetos complexos, não redutíveis a axiomas matemáticos e suas deduções.

A concepção de estilo de pensamento de Fleck (2010), que trataremos no capítulo final, nos traz uma outra perspectiva sobre o nosso objeto de estudo. A análise de inspiração fleckiana enriquece o trabalho na medida em que realça a dimensão normativa do processo de conhecimento e sua dependência do coletivo de pensamento e permite descrever o papel constitutivo dos valores e o seu modo de operação dentro de um sistema de conhecimento científico, afetando, inclusive, segundo Fleck e outros estudiosos do conceito de estilo, as próprias condições de verdade admitidas pelo coletivo para os enunciados do sistema. Estes aspectos não estão ausentes da perspectiva do M-CV, trata-se, no entanto, de uma mudança de ênfase que permite uma apreciação ainda mais adequada da complexidade histórica dos eventos .

Ordem de apresentação do trabalho

Feitas as considerações iniciais, apresentamos a ordem seguida para a exposição e análise das práticas químicas desde o final do século XVII até a publicação do *Tratado elementar de química* de Lavoisier em 1789.

O Capítulo 1 apresenta a caracterização do óleo de vitríolo no final do século XVII e para isso foi necessário adentrar no estudo de práticas que eram, ao mesmo tempo, químicas, alquímicas, farmacológicas e medicinais, uma vez que seria impossível compreender o significado da substância sem analisar sua relação com outras substâncias, as técnicas de produção, seus usos, suas propriedades e as teorias da matéria que lhe davam suporte. Neste sentido, é preciso considerar a ressalva importante feita por Principe e Newman (PRINCIPE, 1998) sobre a característica das práticas químicas do século XVII que não eram distintas das alquímicas, mesmo em *O químico cético* de Boyle. A alquimia seria banida do domínio de

atividades científicas nas primeiras décadas do século XVIII (PRINCIPE, 2007), mas no final do século XVII constituía um corpo de práticas que poderia levar a conhecimento do mundo natural como a iatroquímica (química médica), a metalurgia ou outros. Assim, Principe prefere a utilização da palavra inglesa *chymistri*, com a grafia antiga, para tratar sobre as práticas químicas no século XVII, uma vez que constituíam um ramo do saber muito distinto da química nos séculos seguintes. Em português o termo arcaico seria *chimica*, no entanto, seguimos outros autores, como Cecon (2010, 2012) e mantemos a grafia moderna porque a palavra *chimica* foi utilizada até o início século XX, e não é capaz de demarcar por si só a especificidade da disciplina no século XVII. Buscamos, portanto, evitar o anacronismo e a análise presentista ao abordar o óleo de vitríolo no século XVII à luz de alguns dos autores do período, como Glauber, Le Febvre, Lemery e Boyle, esquadrihando suas concepções ontológicas, considerações teóricas e suas práticas de conhecimento do mundo.

No Capítulo 2 discutimos o óleo de vitríolo, já denominado também ácido vitriólico e que ao final do século seria denominado ácido sulfúrico, a partir da *nova nomenclatura química* (MORVEAU et al., 1787). Neste período a química floresceu, seus instrumentos foram aprimorados, refinados, tornados mais precisos. Prosperaram novos ramos como a química de afinidades, que estudava as relações de combinação e deslocamento entre substâncias, e a química pneumática, que aperfeiçoou o estudo dos diversos tipos de ar e suas interações com outras substâncias. Além disso, o ácido vitriólico tornou-se a base de um importante desenvolvimento manufatureiro, fator que pressionou a química a compreender e ampliar o controle sobre as técnicas de produção da substância, bem como aumentou a relevância social da disciplina e aproximou diversos químicos do poder político. Deste modo, no Capítulo 2 foi necessário expandir o estudo além da evolução teórica e prática da química e discorrer sobre suas relações com a atividade industrial e o poder político.

Nos capítulos 3 e 4 apresentaremos e aplicaremos ao nosso episódio histórico o modelo de interação entre a atividade científica e os valores (M-CV) de Hugh Lacey e Pablo Mariconda (2014). Como argumentaremos a seguir, o modelo é suficientemente flexível para permitir uma aplicação fora do seu escopo original, e não exige o engessamento de circunstâncias históricas para que se adaptem a suas prescrições. No Capítulo 3 apresentaremos o M-CV e algumas considerações epistemológicas sobre os valores cognitivos

e não cognitivos (sociais, éticos, econômicos, ambientais, etc.) e a atividade científica e as relações de reforço mútuo entre perspectivas de valor e *estratégias* de pesquisa.

No Capítulo 4 exporemos os principais componentes da perspectiva de valores na qual estavam imersos os químicos europeus no século XVIII como a *autonomia*, o *progresso* e o *liberalismo individual*, ressaltando a particular importância dos conhecimentos e práticas da química para o valor *controle da natureza* e como este valor esteve vinculado ao estabelecimento e consolidação da ciência moderna. Discorreremos também sobre os valores cognitivos que perfaziam práticas científicas na atmosfera iluminista e suas manifestações na química. Neste momento apresentaremos as principais inovações da abordagem *oxigenista* e suas implicações para a atividade científica, que levaram a sua rápida aceitação e disseminação. Defendemos que o estabelecimento da possibilidade de objetividade teórica a partir dos dados empíricos (os fatos) por Lavoisier constituiu um salto não apenas para a química, mas para as ciências experimentais que batalharam ao longo do século pelo estatuto epistemológico dos seus conhecimentos. Ademais, o estabelecimento do peso como referência abstrata das substâncias possibilitou um certo grau de matematização e quantificação da disciplina e, portanto, foi um passo na construção de *estratégias* descontextualizadoras da disciplina.

No Capítulo 5 as considerações finais serão tecidas a partir dos caminhos percorridos nos capítulos anteriores, da análise das perspectivas de valor dos químicos e sua interação com as práticas científicas, bem como as relações de reforço mútuo ou de tensão entre valores, e finalmente a maneira qual os valores constituem uma das interfaces entre a atividade científica e a sociedade. A isso, acrescentaremos então a abordagem de estilos de pensamento de Fleck (2010) ressaltando elementos normativos, socialmente ancorados e muitas vezes tácitos das práticas científicas, possibilitando ainda uma nova maneira de pensar o lugar e o papel dos valores no conhecimento científico. Desta forma, esperamos poder fornecer uma concepção de química e de prática científica em toda sua complexidade, contextualizada entre os demais ramos do saber e socialmente, capaz de atingir resultados prodigiosos que, como qualquer produto das práticas humanas será melhor apreciada a partir de uma explicitação de seus pressupostos.

Capítulo 1 O óleo de vitríolo e as práticas químicas no final do século XVII

Neste capítulo apresentamos práticas químicas e concepções teóricas em torno da produção do óleo de vitríolo no final do século XVII. Esta substância devia sua origem e seu conteúdo químico aos vitríolos, dos quais era extraído, os quais possuíam, por sua vez, significado e relevância particulares, conferidos pela concepção químico-alquímica. Deste modo, torna-se necessário discutir aspectos ontológicos, axiológicos, normativos e metodológicos da química de inspiração paracelsiana expressa, por exemplo, por Nicolas Le Febvre (1610 – 1669), químico que atuou como professor no *Jardin de Plantes*, e posteriormente como diretor do laboratório de química de Saint-James em Londres. Para este autor e outros do período, o aspecto químico mais importante eram as propriedades que resultavam da ação de *princípios*. Assim, os vitríolos, eram corpos materiais nos quais os *princípios* como *água*, *mercúrio*, *enxofre sal* e *terra*⁴ agiam e, sob determinadas condições, lhes conferiam propriedades como a solubilidade em água e a aparência vítrea. Os *princípios*, como entidades ativas, cumpriram papel importante na transformação dos corpos naturais e, especialmente, na produção de fármacos e produtos medicinais, pois era mediante sua manipulação que os praticantes da química, farmácia ou medicina poderiam conferir as propriedades desejadas aos corpos. No entanto, os *princípios* não eram manipuláveis diretamente, pois somente adquiriam materialidade quando atuando em corpos físicos, nos encontravam misturados, atuando em conjunto. Os químicos dedicavam-se, então, a refinar os corpos materiais, buscando separar ao máximo os *princípios* que neles atuavam sem perder a materialidade. Eram operações delicadas realizadas por meio do fogo que descreveremos nas próximas páginas porque é necessário compreender o processo para apreciar em que constituía o óleo de vitríolo no final do século XVII.

Em outra direção, Robert Boyle (1627-1691) contribuiu diretamente para transformações na concepção do óleo de vitríolo ao relacioná-lo ao enxofre mineral visando testar a hipótese de que o fogo não apenas separaria as substâncias dos corpos, mas, em alguns casos, poderia

4 Sempre que nos referimos a *princípios* no sentido de entidades que conferem propriedades ativas aos corpos utilizaremos itálico. Nos casos em que nos referirmos a substâncias materiais (mercúrio ou enxofre mineral, por exemplo) utilizamos a grafia normal.

favorecer a produção de novos corpos A concepção de atividade científica e seus fins de Boyle, de influência baconiana, foi determinante para suas práticas científicas. E, por isso faremos o contraste entre essa concepção e o viés de inspiração paracelsiana.

1.1 O vitríolo e suas preparações na tradição química do século XVII

Vitriolos⁵ até o século XVIII eram alguns tipos de minerais, que foram identificados com sulfatos após a *Nova nomenclatura química* de 1787 (ver Figura 1). A origem do termo é do latim medieval *vitriolum*, vítreo, “porque bem purificado fica lúcido e nisto tem alguma semelhança com vidro” (BLUTEAU, 1721, p. 533).

No século XVII eram reconhecidas duas ou três espécies de vitriolos encontradas na natureza. Embora os vitriolos também pudessem ser produzidos nos laboratórios de química e alquimia, os produtos da arte não eram reconhecidos como diferentes daqueles da natureza, e a matéria-prima dos estudiosos e pesquisadores era essencialmente a mesma de outros profissionais e artífices como boticários, metalurgistas, especialistas em vidros, etc. A nomenclatura era feita de acordo com propriedades e origem: O vitríolo azul, também chamado de vitríolo da Hungria ou de Chipre – porque era extraído nesses locais, devia sua cor ao cobre; o vitríolo verde (sulfato ferroso FeSO_4), era relacionado ao ferro, mas no caso do vitríolo verde que era extraído da Alemanha, “puxa para o azul e contém um pouco de cobre”, enquanto no vitríolo verde da Inglaterra tomava parte o ferro e era mais propício para a destilação com fins medicinais e o da Espanha se assemelhava ao da Inglaterra, sendo mais difícil de fundir (LEMERY, 1675, p. 326).

Outras duas espécies ainda não eram nitidamente distinguidas do próprio vitríolo verde calcinado. O vitríolo branco podia ser encontrado em algumas fontes europeias, como em Liège (atual Bélgica) e Nicolas Lemery (1645 – 1715) afirmava que era desprovido de substância metálica (1675, p. 326), Nicolas Le Febvre (1610 – 1669) alegava que o vitríolo branco era encontrado nos droguistas, sendo indicado para provocar o vômito (1674a, p. 378). Algumas décadas mais tarde os químicos reconheceriam a existência de duas espécies de vitríolo branco, aquele que seria o vitríolo verde calcinado (vendido nos droguistas) e o

5 Esta é uma designação mais especializada entre químicos e alquimistas. No cotidiano a designação mais frequente seria caparrosa verde, ou azul para o vitríolo verde (de ferro), e azul (de cobre) sendo o material utilizado para tinta de escrever (BLUTEAU, 1712a, p. 119).

vitriolo de zinco (encontrado em algumas fontes, como em Liége)⁶. O vitriolo vermelho seria um quarto tipo de vitriolo apontado por Lemery, e consistia em vitriolo verde calcinado por algum fogo subterrâneo (1675, p. 326–327). Nas primeiras décadas do século XVIII os estudiosos identificavam dois tipos de vitriolo vermelho, ambos calcinações do vitriolo verde, sendo um calcinado na mina e designado *Chalcitis* (BLUTEAU, 1721, p. 533) ou *Colcotar Natural*, e outro calcinado artificialmente pelo fogo, apenas posteriormente o vitriolo vermelho natural foi relacionado ao metal cobalto.

No final do século XVIII, as espécies de vitriolo reconhecidas já seriam muito mais numerosas, como podemos ver na tabela do *Tratado elementar de química* que apresentava as equivalências com a *Nova nomenclatura* (Figura 1). No entanto, nos cem anos que separam as três espécies de Lemery das dezoito substâncias presentes do *Tratado* de Lavoisier, as transformações foram muito mais profundas do que apenas o descobrimento de novas espécies. Os vitriolos do final do século XVIII, ou sulfatos, já estavam muito mais distantes dos processos naturais que eram a referência para o século XVII. Para Le Febvre ou Glauber os vitriolos não eram compostos por outras substâncias simples, mas por *princípios* e o mais importante conhecimento para os químicos eram as substâncias essenciais deles extraídas e suas propriedades medicinais que traziam grandes benefícios à saúde humana. Suas virtudes eram intrinsecamente relacionadas a sua ligação com o mundo natural, e mesmo que pudessem ser produzidos artificialmente, apenas o eram na medida em que os químicos fossem capazes de reproduzir, por meio de operações análogas à natureza, os processos naturais como digestão, maturação, etc.

No século XVII, os químicos, alquimistas, boticários, médicos químicos (iatroquímicos) manipulavam os vitriolos por meio de destilações, promovendo o aquecimento da matéria em graus distintos visando separar as diferentes substâncias extraídas de acordo com cada grau de calor. O óleo de vitriolo era a última substância extraída, acessível apenas após a aplicação de um fogo muito forte.

6 Na edição corrigida e aumentada do *Cours de Chymie* de Lemery por M. Baron (1757) é apontada essa confusão (LEMERY, 1757, p. 422).

Figura 1: Tabela de combinações do ácido sulfúrico com bases salificáveis, em ordem de afinidade (LAVOISIER, 1789)

238 COMBINAISONS DE			L'ACIDE SULFURIQUE. 239		
TABLEAU des combinaisons de l'Acide sulfurique & de son affinité avec cet acide			fre oxygéné avec les bases salifiables dans l'ordre de leur la voie humide.		
NOMENCLATURE NOUVELLE.			NOMENCLATURE ANCIENNE.		
Nos.	Noms des bases.	Sels neutres qui en résultent.	Nos.	Noms des bases.	Sels neutres qui en résultent.
Combinaisons de l'acide sulfurique avec:	1 La baryte	Sulfate de baryte	1 La terre pesante		{ Vitriol de terre pesante, spath pesant.
	2 La potasse	Sulfate de potasse	2 L'alkali fixe végétal		{ Tartre vitriolé, sel de duobus, arcanum duplicatum.
	3 La soude	Sulfate de soude	3 L'alkali fixe minéral		{ Sel de Glauber.
	4 La chaux	Sulfate de chaux	4 La terre calcaire		{ Sélénite, gypse, vitriol calcaire.
	5 La magnésie	Sulfate de magnésie	5 La magnésie		{ Vitriol de magnésie, sel d'Epfom, sel de Sedlitz.
	6 L'ammoniaque	Sulfate d'ammoniaque	6 L'alkali volatil		{ Sel ammoniacal secret de Glauber.
	7 L'alumine	Sulfate d'alumine ou alun	7 La terre de l'alun		{ Alun.
	8 L'oxide de zinc	Sulfate de zinc	8 La chaux de zinc		{ Vitriol blanc, vitriol de Goslard, Couperose blanche, vitriol de zinc.
	9 L'oxide de fer	Sulfate de fer	9 La chaux de fer		{ Couperose verte, vitriol martial, vitriol de fer.
	10 L'oxide de manganèse	Sulfate de manganèse	10 La chaux de manganèse		{ Vitriol de manganèse.
	11 L'oxide de cobalt	Sulfate de cobalt	11 La chaux de cobalt		{ Vitriol de cobalt.
	12 L'oxide de nickel	Sulfate de nickel	12 La chaux de nickel		{ Vitriol de nickel.
	13 L'oxide de plomb	Sulfate de plomb	13 La chaux de plomb		{ Vitriol de plomb.
	14 L'oxide d'étain	Sulfate d'étain	14 La chaux d'étain		{ Vitriol d'étain.
	15 L'oxide de cuivre	Sulfate de cuivre	15 La chaux de cuivre		{ Vitriol de cuivre, couperose bleue.
	16 L'oxide de bismuth	Sulfate de bismuth	16 La chaux de bismuth		{ Vitriol de bismuth.
	17 L'oxide d'antimoine	Sulfate d'antimoine	17 La chaux d'antimoine		{ Vitriol d'antimoine.
	18 L'oxide d'arsenic	Sulfate d'arsenic	18 La chaux d'arsenic		{ Vitriol d'arsenic.
	19 L'oxide de mercure	Sulfate de mercure	19 La chaux de mercure		{ Vitriol de mercure.
	20 L'oxide d'argent	Sulfate d'argent	20 La chaux d'argent		{ Vitriol d'argent.
	21 L'oxide d'or	Sulfate d'or	21 La chaux d'or		{ Vitriol d'or.
	22 L'oxide de platine	Sulfate de platine	22 La chaux de platine		{ Vitriol de platine.

A partir da *Nova nomenclatura química*, o óleo de vitríolo seria identificado como ácido sulfúrico, descrito por Lavoisier como produto da combinação do oxigênio com o enxofre. Ao fim do século XVIII as técnicas para obtenção deste ácido já seriam completamente distintas daquelas utilizadas na produção do óleo de vitríolo, e a interpretação desta substância como ácido sulfúrico, embora válida, é aproximada⁷.

No século XVII o óleo de vitríolo era um conhecido licor ácido e corrosivo obtido após destilações sucessivas e controladas do vitríolo verde. Como outras substâncias designadas óleos, também ele era a última substância extraída dos vitríolos, após longos períodos sob ação de forte calor. No entanto, boa parte dos autores concordavam que a designação óleo era imprópria, visto que o licor não era untuoso nem inflamável, características que então era definidoras dos óleos.

Embora muito utilizado para diversas manipulações químicas pela propriedade de dissolver um grande número de substâncias, o óleo de vitríolo não era muito valorizado como produto final, especialmente entre aqueles mais preocupados com a produção de remédios. Assim, Le Febvre assinalava sobre o óleo de vitríolo que “é acre demais para ser utilizado como remédio, e serve apenas para o trabalho” (1674a, p. 388) e Johann Rudolf Glauber (1604 – 1670) explicava que a substância não possuía muitas aplicações médicas além de limpar feridas quando aplicado com uma pena, no entanto poderia ser encontrado em qualquer loja de boticário, pois os médicos fariam uso desse óleo para conferir um sabor azedo aos xaropes e remédios (1689, p. 17–18).

O vitríolo também poderia ser relacionado ao acrônimo de um lema alquímico, conforme apontou Glauber:

[...]eu não sou o primeiro a escrever sobre o Vitríolo e seu remédio. Pois os antigos, nossos caros ancestrais, sempre tiveram Vitríolo em alta estima, conforme o seguinte verso prova:

*Visita Interiora Terrae, Rectificando, Invenies Occultum
Lapidem*⁸

Pelo qual eles nos dão a entender que um verdadeiro remédio é encontrado na substância. E o mesmo também era conhecido pelos filósofos posteriores:

7 Apesar da persistência da designação atribuída pela Nova nomenclatura, a definição de Lavoisier não tardou a ser superada. Atualmente o ácido sulfúrico é representado pela fórmula H_2SO_4 , indicando substância composta por dois átomos de hidrogênio e um ânion sulfato, este último formado por um átomo de enxofre e quatro de oxigênio.

8 *Visita o interior da Terra, retificando, encontrará a pedra oculta.*

pois Basílio e Paracelso sempre o elogiaram, como se pode ver em seus escritos.⁹(1689, p. 22)

Sobre o lema, Le Febvre explicava que “estas palavras insinuem onde se pode encontrar o vitríolo, como deve ser preparado e o remédio louvável que se encontrará nele”(1674a, p. 379)¹⁰. Glauber e Le Febvre interpretaram as sentenças como orientações para encontrar e extrair as propriedades ocultas de uma substância particular. Tratava-se de encontrar os vitríolos no interior da terra (normalmente eram encontrados nas regiões de minas da Europa) e fazê-los passar pela operação química de retificação¹¹. A pedra oculta era interpretada metaforicamente como referência à amplitude de aplicações medicinais do produto de tal destilação¹².

Por vezes também se atribuía importância particular aos vitríolos no processo de formação dos metais. Glauber apontava que um tipo especial de vitríolo seria a semente dos metais, e a prova seria seu formato arredondado, como uma semente vegetal, e o fato de ser encontrado na terra por ter sido semeado pela própria natureza (1689, p. 21). Le Febvre descrevia os vitríolos como o primeiro estágio da conformação dos metais, durante o qual a matéria estaria sob ação incessante do *principio enxofre* “na digestão, maturação, cozedura e na coagulação”¹³ da água que fora fertilizada pela luz para produzir toda matéria até a transformação completa dos vitríolos em metais (1674a, p. 163). É digna de nota também a utilização dos termos relacionados aos organismos vivos para os processos de produção de matéria, denotando a compreensão da própria natureza como um organismo vivo, e a produção de toda a matéria como atividade fisiológica.

9 [...] I am not the first that writ of Vitriol and its medicine. For the Ancients, our dear Ancestors, had always Vitriol in very great esteem, as the following Verse doth prove.

Visita Interiora Terrae, Rectificando, Invenies Occultum Lapidem

Whereby they would give us to understand, that a true medicine is to be found in it. And the same also was known to the latter Philosophers : for *Basilius* and *Paracelsus* have always highly commended it, as in their writings is to be found.

10 Ces paroles insinuent où il faut chercher le vitriol, comment il le faut préparer, et la louange du remède qu'on y trouvera.

11 Para o significado deste e outros termos que caíram em desuso e cuja definição não é apresentada no corpo do texto, ver glossário ao final do trabalho.

12 O lema ainda hoje é relacionado à alquimia e maçonaria, no entanto sem relação com a substância anteriormente denominada vitríolo, pois o objeto da sentença nesta interpretação é a pessoa que deve olhar seu interior e retificar-se para encontrar a pedra oculta, que normalmente é interpretada como o conhecimento (alquímico).

13 la digestion, à la maturation, à la cuite et à la coagulation

A hipótese do vitríolo como formador dos metais esteve em debate pelo menos até a primeira metade do século XVIII. Goldfarb e Ferraz (2013) descrevem que tanto Stahl¹⁴ quanto Boerhaave chegaram a investigá-la após abandonar a busca pelo *gur*, substância oleosa também apontada como geradora de metais durante os séculos XVI a XVIII. De fato, Stahl analisou e discutiu a possibilidade de os vitríolos darem origem aos metais no *Tratado do enxofre*, no entanto concluiu que seriam os metais decompostos pela ação do tempo e da água os responsáveis pela formação dos vitríolos, não o contrário (STAHL, 1766, p. 257), argumentando, por exemplo, que o procedimento de extração do metal a partir do vitríolo é trabalhoso, exige habilidade e produz pouco metal, o que não condiz com a realidade das minas em que os metais ocupam o espaço até de montanhas e os vitríolos regiões muito menores.

Assim, no século XVII o óleo de vitríolo era fundamentalmente, uma substância extraída a partir da destilação dos vitríolos. Estes eram valorizados por sua relação com as minas, por sua possível relação com a geração dos metais, e pelas propriedades medicinais de algumas das substâncias extraídas deles por meio da destilação, como veremos a seguir.

1.2 Anatomia dos *mixtos*

Para Le Febvre e Lemery, a extração das substâncias primeiras que compunham os corpos *mixtos* era a atividade mais essencial da química. Os corpos *mixtos*, descreveu Lemery, seriam "as coisas que crescem naturalmente, a saber, o mineral, o vegetal e o animal"¹⁵ (1675, p. 3), concepção que reforçava as já estreitas relações entre química e ciências médicas. Os três reinos envolviam organismos e processos como formação, crescimento, circulação, digestão, cozedura, coagulação, maturação, fermentação, putrefação, etc., e o trabalho dos químicos era análogo ao dos estudiosos do corpo humano e de outros organismos vivos.

Dessa forma, Le Febvre alegava que como o anatomista, por meio de seus instrumentos, separava o corpo humano em suas partes e identificava as partes similares entre si, também o químico utilizava o fogo como instrumento para fazer a anatomia dos *mixtos*, separando os

14 Para Stahl os metais foram formados a partir da água nas entranhas da Terra de uma só vez, mas novos metais eram produzidos pela decomposição daqueles primeiros. O vitríolo, como o *gur*, estaria associado à origem dessa segunda geração de metais.

15 J'entends par mixte les choses qui croissent naturellement, a sçavoir les Mineraux, le Vegetaux, e les Animaux.

princípios que estavam misturados nos corpos, unindo “as coisas homogêneas” e separando “as coisas heterogêneas *por meio do calor*”(LE FEBVRE, 1674b, p. 18–19).

A anatomia dos *mixtos* relacionava-se a outra prática, a espagíria, cujo nome tinha origem no grego *span*, separar, e *ageirein*, reunir, por meio da qual primeiramente seriam separadas as essências dos corpos, para que posteriormente pudessem ser reunidas em substâncias purificadas. Substâncias minerais, animais e vegetais eram manipuladas por meio de técnicas espagíricas para a produção de medicamentos, tinturas, purificação dos metais e também na busca pela transmutação dos metais (PRINCIPE, 1998). Algumas vezes a química era apresentada como sinônimo de espagíria ou arte espagírica, devido ao papel fundamental dessa prática para a disciplina.

Tratava-se, portanto, de aquecer os corpos e separar as substâncias que dele se desassociavam de acordo com sua volatilidade. A destilação era realizada de diversos modos e pela utilização de variados instrumentos, visando separar primeiramente apenas as substâncias mais voláteis por meio de banho maria, seguida daquelas substâncias que exigiriam um calor maior, em banho de areia, havendo outras que demandavam o fogo diretamente aplicado ao recipiente e outras ainda para as quais se fazia necessária a utilização de fornos.

A anatomia dos *mixtos* exigia dos químicos grande habilidade no uso do calor, não apenas para controlar a variação, mas também para manter certas temperaturas por longos períodos. Le Febvre indicava, por exemplo, quarenta dias para a calcinação do vitríolo sob um calor “que não exceda o calor do verão” e três dias sob chama forte para a destilação do espírito de vitríolo.



Figura 2: Forno e vasos para destilação de Águas, Espíritos e óleos (LE FEBVRE, 1669)

No final do século XVIII, Lavoisier denunciaria que alguns nomes que a *Nova nomenclatura* se propunha a substituir eram, além de impróprios, ilusórios, porque "não existem, propriamente dito, no reino mineral e, sobretudo, no metálico, nem manteigas, nem óleos, nem flores; enfim, porque as substâncias que se designam sob esses nomes enganadores são violentos venenos"¹⁶. Ele se referia a designações como óleo de vitríolo, óleo de tártaro e flores de zinco (LAVOISIER, 2007, p. 23) argumentando que os nomes não apenas eram inadequados, mas ontologicamente incorretos, porque se referiam a categorias cuja existência a química não reconhecia.

No entanto, no século XVII existiam substâncias dos três reinos que poderiam ser classificadas como óleo e flores, assim como espíritos, fleumas e sais. Em primeiro lugar porque, como vimos na explicação de Lemery acima, os três reinos pertenciam a um todo contínuo, composto das substâncias que "cresciam naturalmente". Glauber também tratava as matérias dos três reinos como análogas, e passando pelos mesmos processos, com a diferença de que entre os metais o tempo requerido para a digestão e amadurecimento seria muito mais logo do que para os vegetais e animais (1689, p. 77).

Em segundo lugar, porque a designação óleo, espírito, flor, fleuma e sal estava vinculada à técnica utilizada para a preparação e às características presentes em cada substância. Uma das mais difundidas obras de Glauber *Novos fornos filosóficos*¹⁷, ilumina este aspecto da atribuição de nomes relacionado à classificação das substâncias. Nessa obra, Glauber apresentou a estrutura e operação de fornos que havia desenvolvido e que tornavam possível a realização de trabalhos impossíveis de ser realizados pela "arte vulgar". A principal aplicação dos novos fornos era a destilação, por meio da qual se extraía os "espíritos, óleos, flores e outros medicamentos" (GLAUBER, 1689, prefácio) e era objeto das primeiras três dentre as cinco partes da obra. A primeira parte era destinada à destilação das matérias incombustíveis, a segunda às matérias combustíveis e a terceira para os espíritos inflamáveis.

Segundo Glauber, no processo de destilação, as substâncias mais voláteis, que primeiro se desprendiam dos corpos eram os espíritos, em seguida viria a fleuma ou água, e por último

16 il n'existe, à proprement parler, dans le règne minéral, & fur-tout dans le règne métallique, ni beurres, ni huiles, ni fleurs; enfin parce que les substances qu'on désigne sous ces noms trompeurs sont de violents poisons. (LAVOISIER, 1965[1789], p. xxvi)

17 *Furni Novi Philosophici Oder Beschreibung einer New-erfundenen Distillir-Kunst*[...] publicado em dois volumes em 1646 e 1647. Utilizamos aqui a tradução inglesa publicada em coletânea de textos de 1689.

seriam extraídos os óleos, mais pesados que os espíritos e a fleuma¹⁸. Ao fim do processo, o resíduo final, reconhecido como apenas uma matéria corpórea desprovida das propriedades ativas era designado *caput mortuum*, cabeça morta. Os fornos de Glauber ainda permitiam a redução dos metais e minerais àquilo que se denominava flores por meio da sublimação, processo que, sem a utilização dos fornos, exigiria o emprego de água forte¹⁹ como solvente e sua posterior remoção quando da extração da umidade (1689, p. 13).



Figura 3: Primeiro e segundo fornos de Glauber em Novos fornos filosóficos.

18 Embora espíritos, fleuma e óleos estejam intimamente relacionados aos *princípios*, quando produtos da destilação se diferenciam dos puros *princípios* porque possuem materialidade, ou seja, são espírito de (alguma substância), fleuma de (alguma substância) e óleo de (alguma substância). Quando os termos se referem à manifestação corporificada dos *princípios* não utilizamos a grafia em itálico.

19 Ácido nítrico, HNO₃. As flores eram, como se vê, o mineral purificado.

Os fornos de Glauber poderiam ser utilizados para destilar substâncias vegetais, animais ou minerais, e para toda substância que pudesse ser submetida a tal operação — independente do reino ao qual pertencesse — a primeira e mais volátil substância extraída seria seu espírito, seguido da fleuma e, por fim, do óleo. Confirmando esta classificação, estava o fato de os espíritos compartilharem o caráter volátil, penetrante e sutil (1689, p. 16), assim como os óleos eram inflamáveis, doces, untuosos e frequentemente apresentados como pesados (em contraposição aos espíritos, que seriam leves). Ou seja, não era apenas uma designação baseada na técnica de produção, mas ontológica. Os espíritos eram as primeiras substâncias extraídas por meio de destilação devido a sua natureza volátil, penetrante e sutil, e os óleos eram as últimas devido a sua natureza pesada e untuosa. A técnica apenas extraía as substâncias que compunham os corpos, mas estas existiam independente da técnica.

No entanto, era notório que para algumas substâncias não se verificava compatibilidade entre a técnica de extração e as propriedades das substâncias. É o caso do óleo de vitríolo, que, embora fosse a última e mais pesada substância extraída do vitríolo, não era untuoso nem inflamável, como foi notado por praticamente todo químico do século XVII que estudou o tema.

Os químicos não ignoraram a incompatibilidade, nem se acomodaram a ela. Uma forma de buscar aprimorar a relação técnica de produção/propriedades/classificação foi aperfeiçoando os instrumentos e técnicas de trabalho. Este é precisamente o caso dos novos fornos de Glauber, o qual destacava, por exemplo, que com seus fornos o verdadeiro espírito de vitríolo e de nitro seriam finalmente obtidos, pois um espírito deveria se elevar antes da fleuma, e não depois dela como ocorria nos métodos tradicionais de destilação (1689, p. 16).

Lemery apresentava outra solução para a tensão entre a produção e classificação do óleo de vitríolo, pois, segundo ele, o espírito de vitríolo não seria um verdadeiro espírito, mas um sal ácido, ao qual havia certa quantidade de *espírito* misturado, fusionado pelo fogo (1675, p. 6, 333), e o óleo de vitríolo seria a parte mais cáustica desse sal ácido. No caso do vitríolo e outros minerais, a destilação não promoveria a separação dos mesmos *princípios espírito, fleuma, óleo* como ocorria regularmente, devido ao *sal* de caráter ácido que tomava parte neles. Seria necessário um refinamento teórico e ontológico para explicar o que ocorria na

prática, e por isso Lemery sustentava que, além da *fleuma*, *espírito* e *óleo*, havia também alguns tipos de *sal* que eram voláteis, ou seja, passíveis de ser extraídos por meio do calor.

Além disso, em sua obra, os componentes das substâncias ganharam materialidade, tornando-se passíveis de manipulação e as diferentes composições poderiam se tornar relevantes para explicar as propriedades do corpo *mixto*. Assim, embora a obra de Lemery percorresse caminhos muito próximos de Le Febvre quando orientava sobre as preparações químicas, bem como quando nomeava os *princípios* e apresentava as propriedades pelas quais eram responsáveis nos corpos, aquele apresentou algumas inovações teóricas que marcam diferença importante da vertente paracelsiana. Para Le Febvre, as substâncias purificadas obtidas com a destilação não eram da mesma ordem que o *mixto* homogêneo do qual eram extraídas²⁰. Elas apenas eram manipuláveis na medida em que não se conseguia extraí-las de forma mais pura, pois um *princípio* puro não possuía corporeidade e, portanto, quanto mais puro um *princípio*, menos acessível à manipulação. Por outro lado, o corpo *mixto*, era homogêneo e mesmo que nele atuassem os *princípios* responsáveis por suas propriedades, não poderia ser definido por sua composição. Os vitríolos, na obra de Le Febvre, eram resultado da ação de diversos *princípios* e condições particulares: uma *água* fertilizada pela luz sobre a qual atuavam também um *espírito* e *sal* que permeavam as entranhas da terra, tendo o *princípio oleoso* contribuído para os processos naturais — digestão, cozedura, amadurecimento. Ainda que os *princípios* fossem substâncias essenciais, havia condições e processos particulares que deveriam ocorrer, como uma semente precisa de certas condições para germinar, de modo que a definição apenas em termos dos seus componentes seria insuficiente para compreendê-los, manipulá-los ou reproduzi-los.

Lemery foi um dos químicos franceses que se dedicou a operações reversíveis com ácidos, álcalis e metais na produção de sais. O óleo de vitríolo, sendo para ele um sal ácido, combinava-se a álcalis ou metais e constituía sais compostos. Nessa perspectiva, o sal composto era explicado por seus componentes ácido, álcali e metal, os quais eram manipulados e possuíam o mesmo estatuto ontológico do sal composto. Veremos adiante que esta foi uma modificação ontológica importante que teve início em um ramo limitado da

20 Sobre as diferenças na perspectiva ontológica entre Le Febvre e Lemery ver Klein e Lefèvre (2007), especialmente o Capítulo 2 da Parte 1.

química e durante o século seguinte se impôs a todos os domínios dessa substância ((KLEIN; LEFÈVRE, 2007, p. 66).

Lemery, assim como Lefebvre e a maioria dos estudiosos do período manteve a designação tradicional do óleo de vitríolo – apesar de a considerar imprópria – por ser a denominação corrente, mas no início do século XVIII a substância já seria comumente referida como ácido vitriólico.

1.3 Preparações do vitríolo

Para extrair as benesses prometidas pelos textos alquímicos antigos, mas também para separar o ferro ou obter o óleo de vitríolo que era importante em outras preparações, os químicos deveriam proceder, então, à anatomia do vitríolo. Instruções para essa operação foram fornecidas em diversos manuais e aqui apresentaremos aquelas apresentadas por Le Febvre e Lemery²¹, bem como as indicações de uso farmacêutico.

Le Febvre tratou do vitríolo e suas preparações no tomo segundo do *Traité de chymie*, na quarta seção – *Dos sais* – do Capítulo X – *Dos minerais e sua preparação química*. Lemery abordou o vitríolo no capítulo XVII da primeira parte – *Dos minerais* – do seu *Cours de chymie*²². As orientações de Lemery para a anatomia do vitríolo, e em diversos outros temas, seguem parcialmente os mesmos caminhos que os de Le Febvre. Os compromissos paracelsianos deste, e a busca de Lemery por evitar algumas alegações que considerava metafísicas levam o *Curso de química* a um texto mais direto, se comparado ao tratado de Le Febvre, que incluía considerações como a importância de aguardar o período do mês filosófico (40 dias) no processo de purificação do vitríolo que veremos a seguir.

Primeiramente, o vitríolo verde deveria ser purificado, retirando eventuais substâncias que não fossem parte vitríolo. Este procedimento era feito dissolvendo em água, passando a mistura em filtro, deixando a água evaporar de modo a recuperar o vitríolo. O primeiro vitríolo purificado era denominado *Gilla* e receitado aos enfermos para provocar o vômito. Os boticários recomendavam, em seguida, calcinar o vitríolo antes de submetê-lo a outras preparações. A calcinação, nesse caso, consistia em remover ainda mais umidade do vitríolo submetendo-o a calor moderado (que não deveria exceder o sol do verão, segundo Le Febvre)

21 As orientações para a manipulação do vitríolo também apresentam bastante semelhanças com o que encontramos em Glauber (1689, p. 17–18)

22 Seguimos aqui a edição francesa de 1675 de *Cours de chymie*.

por um período de tempo que poderia se prolongar por até 40 dias quando vitríolo tivesse adquirido coloração esbranquiçada. Era este vitríolo verde calcinado o ingrediente básico das preparações apresentadas.

Após isso, o vitríolo era levado a fogo brando e eram extraídas as primeiras substâncias, ainda contendo muita umidade, que Le Febvre designava *orvalho de vitríolo* ou *água acre de vitríolo* (*l'eau aigrelette du vitriol*), Lemery denominava *fleuma do vitríolo* e ambos sugeriam a utilização para lavar os olhos.

Uma vez que toda a *fleuma* fosse extraída, o vitríolo teria de ser levado a fogo forte por três dias e três noites, a fim de se extrair toda substância volátil que ali estivesse presente. Em seguida, todo o licor destilado, separado do *caput mortuum* que restara no recipiente inicial, seria levado novamente a fogo brando. Por meio desta segunda destilação seria possível destilar o espírito de vitríolo que se volatilizava, e restaria no recipiente o óleo de vitríolo. Segundo Le Febvre, o espírito de vitríolo teria propriedades diuréticas, induziria à transpiração, sendo útil contra as febres ardentes ocasionadas por matérias pútridas e malignas e também contra as obstruções do fígado e do baço. Teria ainda o potencial para restaurar o apetite, reestabelecer as faculdades do estômago, aliviar as dores de dentes, se misturado a vinho quente e utilizado para gargarejo. Seria ministrado num caldo ou em bebida, acrescentando o espírito de vitríolo, até que o sabor atingisse uma acidez agradável — não mais — sob pena de irritar os dentes e causar sofrimento em quem o utilizar (LE FEBVRE, 1674a, p. 388). Lemery indicava o espírito de vitríolo como um bom remédio para asma, paralisia e doenças do pulmão. O óleo de vitríolo, como vimos acima, tinha pouco uso medicinal por ser muito corrosivo, no entanto, era útil à manipulação de outras substâncias.

Lemery ainda fornecia explicações teóricas para algumas propriedades médicas das preparações químicas do vitríolo. Segundo ele, os espíritos ácidos (como é o caso do espírito de vitríolo) seriam sais tornados fluidos pela força do fogo que os separava de sua terra, e poderiam ser corporificados se combinados a qualquer álcali. Uma razão para as diversas preparações e, particularmente as mais ácidas, serem eficazes contra febres e calores é porque suas partículas seriam pontiagudas e fixariam melhor os álcalis voláteis dos corpos vivos. As pontas do espírito de vitríolo seriam mais agudas que as do espírito de sal²³ e por isso aquele

23 Atualmente relacionado ao ácido clorídrico (HCl)

seria mais eficaz que este contra as febres e calores. Após a precipitação dos sais, a acidez restante dilatava os canais que excitam a urina, por isso o efeito diurético.

Em razão das explicações baseadas na forma das partículas, no decorrer do século XX, Lemery foi muitas vezes interpretado como um exemplo de abordagem mecanicista de inspiração cartesiana, restringindo as causas à figura e ao movimento (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1996, p. 34). De fato, Lemery argumentava que era apenas devido a sua figura que os *princípios* poderiam ser denominados *sais*, *enxofres* ou *espíritos* (1675, p. 10). A figura relacionava-se às propriedades específicas do mixto, e a mudança na forma das partículas era a razão pela qual algumas operações não poderiam ser revertidas por nenhuma técnica conhecida. No entanto, apesar da pretensão de que a figura pudesse definir os *mixtos* e explicar as reações, não se pode dizer que o projeto se concretiza na obra lemeryana. As considerações acerca da forma da matéria apareceram no *Curso de química* apenas de maneira acessória, em notas sobre algumas manipulações apresentadas, cumprindo papel muito mais restrito. Por isso, e também pelo fato de que havia abordagens químicas não mecanicistas que, como Lemery enfatizavam a violência ligada ao formato das partículas em sua interação, abordagens mais recentes da história química dos séculos XVII e XVIII têm questionado a amplitude da influência cartesiana e, que esta tenha sido a inspiração de Lemery²⁴.

Embora seja mais fácil e algumas vezes necessário, não é possível relacionar de maneira unívoca cada uma das substâncias com que trabalhavam os químicos do século XVII a uma única substância química conhecida atualmente. Os vitríolos não eram unicamente sulfato de ferro, mas sulfato de ferro (II) heptahidratado e extraídos de uma mina na Inglaterra, Espanha ou Alemanha, ou produzidos a partir de um óleo de vitriolo adquirido de algum droguista, armazenado em condições mais ou menos adequadas e que foi misturado a ferro, o qual poderia também conter algum grau de impurezas para a produção de vitriolo. No entanto, pode-se estabelecer uma correlação aproximada entre *orvalho* e a *fleuma do vitriolo* com a água estrutural do sulfato, liberada em sua maior parte a 115°C. O *espírito de vitriolo* equivale a uma solução de dióxido de enxofre (SO₂), que pode reagir facilmente com a água produzindo ácido sulfúrico (H₂SO₄), enquanto o óleo de vitriolo corresponderia à solução

²⁴ Principe (2007) e Klein e Lefèvre (2007) apontam que Lemery percorre alguns caminhos abertos por Wilhelm Homberg, membro da Academia de Real de Ciências francesa no final do século XVII.

com alta concentração de ácido sulfúrico²⁵. Portanto, ainda que aproximada, é adequada a equivalência entre óleo de vitríolo e ácido sulfúrico que estabelecemos no decorrer desta tese.

1.4 Óleo de Vitríolo e Óleo de Enxofre

Além da destilação dos vitríolos, os químicos promoviam também preparações com o enxofre e não deixaram de constatar semelhanças entre os espíritos e óleos destas duas substâncias. Segundo Le Febvre, isso era devido ao fato de que o enxofre “foi vitríolo antes de assumir o caractere verdadeiro de enxofre”²⁶(1674a, p. 415).

No mesmo sentido, Lemery apontou que

Alguns crêem que o enxofre não é outra coisa que um vitríolo intensificado na terra; porque seus mixtos se encontram com frequência uns perto dos outros; que há muito enxofre na massa do vitríolo mineral, e que os espíritos ácidos que se tira de ambos são bastante semelhantes.²⁷ (1675, p. 348)

O instrumento mais conhecido para obter o espírito e óleo do enxofre era a campânula de vidro, e diferente de outros tipos de operações como a destilação dos vitríolos em que era constantemente recomendado que se vedasse muito bem os recipientes, neste caso era necessário permitir a entrada do ar, sem o qual a transformação da substância não ocorria. Contudo, a produção a partir dos vitríolos era, em geral, preferível porque enquanto destes era possível obter dez libras do espírito de vitríolo, do enxofre se produzia apenas meia libra (LE FEBVRE, 1674a, p. 416).

Apesar das semelhanças e origem das substâncias permitir que fossem consideradas aproximadamente a mesma coisa, quando obtido a partir do enxofre o espírito ou óleo era designado de enxofre e não de vitríolo, pois a diferente ação dos *princípios* no enxofre no qual as propriedades do vitríolo seriam intensificadas, fazia com que, embora, semelhantes as substâncias não fossem precisamente as mesmas e Le Febvre constatou que o espírito de enxofre era mais suave e menos indigesto que o de vitríolo. Esta observação nos chama

25 Ver, por exemplo revisão de literatura empreendida por Karpenko e Norris mery (2002) Os autores descrevem reprodução da destilação do vitríolo verde com a obtenção uma concentração de 2,9% de dióxido de enxofre no que seria o *espírito de vitríolo* e de 75% de ácido sulfúrico na etapa de produção do óleo de vitríolo. Convém destacar que Karpenko e Norris descrevem a manipulação do vitríolo durante o século XVI, o que denota que a técnica ensinada por Le Febvre e Lemery é consideravelmente mais antiga.

26 “a esté vitriol avant que de parvenir au vrai caractere de soulfre”

27 “Quelques-uns croyent que le Soulfre n’est qu’un Vitriol exalté dans la terre; parce que ces Mixtes se trouves assez souvent l’un prés de l’autre; qu’il y a beaucoup de Soulfre dans la Masse du Vitriol Mineral, & que les Esprits Acides qui se tirent de tous le deux sont tout à fait semblables”

atenção para o fato de que as traduções para as substâncias atuais são sempre aproximadas e dizem respeito a apenas alguns aspectos que no material antigo coincidem com a concepção atual. São ao menos quatro substâncias – espírito de vitríolo, óleo de vitríolo, espírito de enxofre e óleo de enxofre – que podem ser grosseiramente traduzidas como ácido sulfúrico. No entanto, por seus usos, pelas formas com que eram obtidas e pelas propriedades que eram identificadas constituíam, para os químicos do século XVII, substâncias distintas. Trataremos da teoria do oxigênio no próximo capítulo, mas desde agora convém antecipar que tampouco o ácido sulfúrico de Lavoisier era o mesmo ácido sulfúrico atual, pois era resultado da ação do princípio acidificante (o oxigênio) sobre o enxofre. O hidrogênio, embora já fosse conhecido, não era componente reconhecido do ácido sulfúrico no *Tratado elementar de química*.



Figura 4: Campânula para fazer acre ou espírito de enxofre (LE FEBVRE, 1669)

1.5 Robert Boyle, fatos científicos e filosofia experimental

Robert Boyle buscou trazer a química e alquimia ao domínio que vinha estabelecendo como da atividade científica. Por isso, rejeitava as doutrinas tradicionais e propôs novos métodos. Nesse sentido, sua consideração acerca do que seria o óleo de vitríolo é distinta de Le Febvre e Lemery, bem como a relação entre essa substância e o mineral enxofre.

No prefácio de *O químico cético* Boyle advertiu que não se deveria confiar em nenhum experimento apresentado nos livros tradicionais que não tivesse sido expressamente realizado por aquele que o apresenta ou que ao menos tivesse especificado a fonte do experimento. O autor argumentou que muitos químicos “publicaram e elaboraram sobre experimentos químicos que indubitavelmente nunca executaram, pois se o tivessem, descobririam, como eu, que não eram verdadeiros”(1661, p. A3). O filósofo natural pregava que fossem abolidas frases indefinidas como “os químicos dizem” ou “os químicos afirmam” e que se buscasse sempre especificar quem disse ou afirmou, baseado em qual experimento.

O cuidado com as expressões reflete a preocupação de Boyle de que teoria química tradicional vinha sendo assumida por colegas de outras áreas, como a fisiologia, sem o devido exame crítico (CLERICUZIO, 1994). Ele argumentava que se os químicos se baseassem em teorias e experimentos nunca realizados – e, portanto, em fatos não estabelecidos – todo o conhecimento obtido naquele ramo do saber carecia de fundação. Um dos aspectos valorizados por Boyle na atividade científica é que fosse alicerçada em fatos, e que o comprometimento dos praticantes com as teorias fosse menor, de modo que admitissem abrir mão de suas posições teóricas se os fatos evidenciassem um erro. Uma concepção falibilista de ciência que reencontraremos também em Joseph Priestley um século mais tarde.

A proposta de alicerçar a ciência em fatos verificados por experimentos estava longe de ser uma proposição óbvia como hoje pode parecer. Shapin e Schaffer (2005) mostraram que Hobbes considerava o caráter artificial dos experimentos uma das razões para descrédito dos estudos de Boyle sobre a elasticidade do ar, e que o filósofo inglês questionava a possibilidade de se construir conhecimento sólido de maneira indutiva em base a certezas frágeis como eram os fatos de Boyle.

Entre os químicos, as operações realizadas nos laboratórios eram parte da disciplina, no entanto, isso não as tornava necessariamente mais valorizadas como fonte de conhecimento

científico. Le Febvre, por exemplo, explicava que a ciência tinha por objetivo unicamente a “contemplanção e o conhecimento da natureza e seus efeitos”, enquanto “a arte visa exclusivamente à operação e não cessa até que tenha executado aquilo que tenha se proposto a fazer”. Note-se que o conhecimento da natureza não exigia, na concepção lefbvriana, o controle da natureza e a reprodução dos efeitos, e, portanto, prescindia das operações. Assim, Le Febvre concluiu que “a ciência consiste propriamente nas coisas sobre as quais não temos potência; e que a arte se ocupa das coisas que estão em nosso poder”²⁸ (1674b, p. 4). As operações químicas realizadas em laboratório residiriam, portanto, no campo da arte.

Contudo, de acordo com o boticário francês, outras partes da disciplina química residiam apenas sob o domínio da ciência: seria a chamada química filosófica, que se ocupava “dos céus e seus astros, da fonte dos elementos, da causa dos meteoros, da origem dos minerais, da nutrição das plantas e dos animais”²⁹ (1674a, p. 6). Vemos que o terreno abrangido pela química para Le Febvre era vasto, indo dos astros nos céus à fisiologia vegetal e animal, passando pelos minerais. O que determinava o caráter científico-filosófico é que tais fenômenos não poderiam ser realizados pelos estudiosos, mas apenas contemplados; seu funcionamento poderia ser conhecido, mas não reproduzido. A iatroquímica, ou química médica³⁰ seria uma área com elementos tanto de ciência quanto de arte, como a própria medicina. Para Le Febvre o objetivo da iatroquímica era apenas a operação, i.e., um objetivo prático, mas que não poderia ser atingido sem auxílio da ciência, que atuava onde a arte não era capaz. Por fim, a química farmacêutica seria um ramo situado exclusivamente no terreno da arte, cujos profissionais operariam segundo as instruções dos iatroquímicos confeccionando remédios a partir de corpos minerais ou vegetais por meio de técnicas espagíricas (1674b, p. 6).

28 La différence qui se met entre l'Art et la science ne se peut tirer que de la différence de leurs fins intentionnelles. Car comme la science n'a pour but que la seule contemplation; et que sa fin n'est que la seule connaissance, de quoi elle se repaît et se contente sans passer plus outre: de même aussi l'Art ne vise qu'à la seule opération, et ne cesse point qu'il n'ait exécuté ce qu'il s'était proposé de faire. D'où nous pouvons recueillir que la science n'est proprement que des choses qui ne sont pas en nôtre puissance: et que l'Art s'occupe sur ce qui est en nôtre pouvoir.

29 Ainsi cette Chimie philosophique se contente de savoir la nature des Cieux et de leurs astres, la source des éléments, la cause des météores, l'origine des minéraux, et la nourriture des plantes et des animaux, à cause qu'il n'est pas en son pouvoir de faire aucune de toutes ces choses là; se contentant de philosopher sur tant d'effets différents.

30 Do grego *iatros*, médico, pode-se encontrar também referência a quimiatria para o mesmo ramo da química.

Destas considerações, Le Febvre concluiu que a química seria uma atividade científica, especificou, no entanto, que se tratava de uma ciência prática e factual³¹ porque não se contentava em contemplar, mas também modificava as coisas naturais.(1674b, p. 8) É importante notar que palavra “factual” aqui relaciona-se à noção de “artificial”, em oposição ao que é “natural”.

Lemery ilustrou o papel que os experimentos químicos poderiam cumprir para a compreensão científica do mundo argumentando que seria impossível raciocinar em filosofia natural se não se conhecesse o modo como própria natureza se servia das operações, temas sobre os quais a química muito poderia orientar:

Ela [a química] nos ensina como as águas vitriólicas e metálicas se coagulam nas entranhas da terra e formam os minerais, os metais e as pedras, de acordo com as diversas matrizes que encontram. Ela nos dá uma ideia sensível da vegetação e do crescimento dos animais pelas fermentações e sublimações. Ela nos ensina pela destilação como o sol, tendo rarefeito as águas do mar, eleva-as em nuvens que após destilam em chuvas ou em orvalho. Enfim, pela separação do puro e do impuro ela nos faz compreender a ordem que Deus observou na criação do universo. Se a partir da consideração do Universo, se quiser passar àquela do homem que podemos designar pequeno mundo, será fácil notar um grande número de operações similares àquelas que se faz na química, como a circulação dos humores, as fermentações, as filtrações, as destilações e muitas outras³² (LEMERY, 1675, seq. Preface)

Além das operações mencionadas por Lemery acima – filtração, destilação, fermentação – eram também atividades químicas algumas operações sensoriais básicas, como “ver, ouvir, apalpar, cheirar e sentir o sabor” (LEMERY, 1675, p. 9), que os químicos utilizavam no seu cotidiano nos laboratórios tinham relevância epistemológica.

Contudo, o caráter dos experimentos para Le Febvre e Lemery ainda era auxiliar a sua concepção de ciência. As operações reproduziam (mesmo que aproximadamente) operações da natureza, e por isso *ilustravam* os fenômenos naturais, possibilitando o conhecimento da ordem observada por Deus na criação do Universo, o que certamente recaía nos objetivos da ciência. Por outro lado, as diversas atividades químicas que transformavam as coisas naturais

31 “une science pratique e factive”.

32 “Elle nous enseigne comment les Eaux Vitrioliques, & Metalliques, se coagulent dans les entrailles de la terre, & font les Mineraux, les Metaux, & les Pierres, selon les diverses Matrices qu’elles rencontrent. Elle nous donne une idée sensible de la vegetation, & de l’accroissement des Animaux par les Fermentations & Sublimations. Elle nous apprend par la distillation, comment le Soleil, ayant rarefié les Eaux de la Mer, les élève en nuës; que après distilent em pluyes, ou em rosée. Enfin, par la separation du pur d’avec l’impur; elle nous fait comprendre l’Ordre, que Dieu a observé dans la Creation de l’Univers. Si de la consideration de l’Univers, on veut passer a celle de l’homme qu’on peut appeller le petit Monde, il sera facile d’y remarquer un grand nombre d’Operations, semblables a celler qu’on fait dans la Chymie, comme la Circulation des humeurs, les Fermentations, les Filtrations, les Distilations, & plusieurs autres.”

como produção de remédios, vidros, tinturas, metalurgia, etc., apesar de valorizadas e aceitas no âmbito da ciência, pertenciam ao âmbito das artes. Por isso entre os diversos nomes pelos quais era conhecida a química, como alquimia e espagiria, Lemery também citou *arte hermética*, pirotecnia (*arte do fogo*) e descreveu a disciplina como “uma *arte* que ensina a separar as diferentes substâncias que se encontram em um mixto.”³³ (LEMERY, 1675, p. 3, grifo nosso)

Boyle assumia uma imagem de ciência e práticas científicas bastante distintas, seguindo fundamentos calcados décadas antes por Francis Bacon. Uma vez que os propósitos da atividade científica eram outros, também a epistemologia e abordagem metodológica diferiam consideravelmente.

O Lorde Verulâmio não pressupunha distinção entre arte e ciência a partir dos objetivos de modificação ou contemplação da natureza que cada uma dessas atividades visava. Para Bacon, aquelas atividades que Le Febvre designava operações e que residiam no domínio da arte, eram constituintes fundamentais da atividade científica, condição necessária para o conhecimento e valorizado como um meio para realizar o principal objetivo da ciência, a saber, o “benefício e alívio do Estado e da sociedade humana” ([1603] 2011a, p. 222)³⁴.

O domínio restrito à contemplação, para Bacon, era o religioso. No manuscrito *Valerius Terminus: of the Interpretation of Nature*, o conhecimento científico foi apresentado como um domínio a ser cultivado por estudiosos. O Lorde Verulâmio cuidou de distingui-la da religião, a qual não seria acessível à razão humana porque a natureza divina não poderia ser investigada, inquirida ou questionada, mas apenas revelada. Por outro lado, a natureza dos seres criados por Deus poderia e deveria ser investigada pelos homens por meio da atividade científica, como forma de fazer jus às maravilhas produzidas por Ele. Assim, se no terreno religioso a natureza de Deus não podia ser conhecida, mas apenas contemplada, na filosofia natural a natureza das criaturas poderia ser investigada e conhecida, o que constituía uma forma de louvar a grandeza da criação. Adiante veremos que 150 anos após essa defesa de Bacon, a concepção de conhecimento e controle da natureza como forma de louvor a Deus se fará presente também na obra de Joseph Priestley no final do século XVIII.

33 “la Chymie est un Art qui enseigne à separer les differentes Substances qui se rencontrent dans uns Mixte”

34 “which is the benefit and relief of the state and society of man”;

O conhecimento da natureza defendido em *Valerius terminus* seria possível por meio de estudo científico e seu propósito não poderia ser meramente especulativo. A atividade científica teria como ambição conhecer a natureza para transformá-la em proveito dos homens e comandá-la, como podemos ver no trecho a seguir:

[...] não é o prazer da curiosidade, nem a quietude da decisão, nem a elevação do espírito, nem a vitória da inteligência, nem a faculdade da fala, nem o lucro da profissão, nem a ambição de honra ou fama, nem a habilitação para os negócios, que são os verdadeiros fins do conhecimento. Alguns destes são mais valiosos que outros, embora todos sejam inferiores e degenerados: *mas é a restituição e a restauração (em grande parte) do homem à soberania e ao poder que ele tinha no primeiro estágio da criação* (porque quando ele for capaz de chamar as criaturas pelos seus verdadeiros nomes, poderá comandá-las). Para falar com clareza e simplicidade, esse fim consiste na descoberta de todas as operações e possibilidades de operação: desde a imortalidade (se é possível) até a mais desprezada arte mecânica. ([1603] 2011a, p. 222, grifo nosso.)³⁵

Para Bacon, “ciência e poder do homem coincidem”, e por isso o conhecimento dos fenômenos implicava também o domínio dos efeitos, “pois onde a causa não é conhecida o efeito não pode ser produzido.”³⁶ (Novum organum, Aforismo III do Livro I, tradução José Aloysio Reis de Andrade, [1620] 1988).

Bacon também ressaltava que os princípios da natureza, e, portanto, os princípios do conhecimento científico, seriam encontrados nos fatos em si, não em fictícias causas finais (idem, aforismo XLVIII do Livro I). Uma vez que a “obtusidade, a incompetência e as falácias dos sentidos” conduziriam o julgamento científico continuamente ao erro, os fatos não poderiam ser estudados a partir da mera observação, mas de experimentos oportunos e adequados, “nos quais os sentidos julgam o experimento e o experimento julga a natureza e a própria coisa” (idem, aforismo L do Livro I)³⁷. Ademais, Bacon ressaltava que a própria natureza não se deixaria conhecer completamente sem a devida manipulação e investigação científica, pois “os segredos da natureza melhor se revelam quando esta é submetida aos

35 “[...] it is not the pleasure of curiosity, nor the quiet of resolution, nor the raising of the spirit, nor victory of wit, nor faculty of speech, nor lucre of profession, nor ambition of honour or fame, nor inablement for business, that are the true ends of knowledge; some of these being more worthy than other, though all inferior and degenerate: but it is a restitution and reinvesting (in great part) of man to the sovereignty and power (for whensoever he shall be able to call the creatures by their true names he shall again command them) which he had in his first state of creation. And to speak plainly and clearly, it is a discovery of all operations and possibilities of operations from immortality (if it were possible) to the meanest mechanical practice.”

36 “Human knowledge and human power meet at a point; for where the cause isn’t known the effect can’t be produced.” ((Novum organum, Aforismo III do Livro I, Works, v. 4., (2011b)

37 “[...] “the human senses are dull, incompetent and deceptive” [...] “the senses pass judgment on the experiment, and the experiment passes judgment on nature, on the facts.” (idem, Aforismo L do Livro I)

assaltos [*vexationes*] das artes que quando deixada no seu curso natural”³⁸ (idem, aforismo XCVIII do Livro I) por isso, os homens de ciência devem não apenas interrogá-la, mas arrancar-lhe as respostas e as informações.

O trabalho da filosofia natural deveria ser a identificação do que subjaz as qualidades sensíveis, i.e., dos constituintes da matéria, sua forma e disposição e das leis segundo as quais operam independente de haver seres sensíveis que as possam perceber. Seria a busca portanto, pelas qualidades primárias da matéria, qualidades objetivas que não dependeriam de um sujeito conhecedor capaz de sentir odores, sabores, temperatura ou perceber cores para distingui-las.

E não haveria possibilidade de desvendar as causas, as leis e controlar os efeitos sem experimentação sistemática e orientada, sem o laboratório. O experimento, não poderia apenas ser deduzido da teoria, tampouco serviria apenas para ilustrá-la. O experimento para Bacon, deveria informar a teoria, testar e justificar suas proposições e especificar seus limites (MARICONDA, 2006).

Uma vez que o conhecimento coincidia com a ampliação do domínio do homem sobre a natureza, não bastaria identificar os constituintes da matéria, as qualidades primárias e as leis subjacentes, mas produzir transformações na matéria. O âmbito do “factual” e “artificial” que Le Febvre excluía da atividade científica tornava-se, na acepção baconiana, fundamental. Para isso seria necessário um novo método de observação da natureza, o método experimental. De modo que, a ênfase baconiana recaía “no poder dos experimentos que podem alterar os corpos e variar seus efeitos sobre outros, alterando a matéria e as relações entre os corpos” (ZATERKA, 2004, p. 137). O campo de atuação da química era especialmente propício para o tipo de experimentos e para os problemas relevantes na perspectiva baconiana.

Nesse sentido, o Lorde Verulâmio manifestou interesse por diversos problemas relacionados às práticas químicas, como “as operações dos espíritos latentes nos corpos sensíveis” ou a “própria natureza do ar comum”, temas pouco compreendidos e sem os quais “nenhuma grande obra poderá ser empreendida na natureza” (idem, aforismo L do Livro I). Bacon censurava as teorias dos químicos/alquimistas, como a concepção de que o fogo seria um dos quatro elementos, ou de que os quatro elementos peripatéticos teriam uma diferença de

38 “nature’s secrets come to light better when she is artificially shaken up than when she goes her own way.” (idem, Aforismo XCVIII do Livro I)

densidade de um décimo entre si, argumentando que eram fruto de uma disposição do intelecto humano para encontrar ordem e regularidades mesmo onde estas não existem.

No entanto, o maior objeto da crítica baconiana aos químicos era o método, pois, ainda que o trabalho dos químicos partisse de experimentos, estes seriam pouco diversificados, pouco elaborados e apenas superficiais. E, de acordo com Bacon, havia sido a partir desses débeis experimentos que teorias dogmáticas foram erigidas sem a devida sustentação.

A escola empírica de filosofia engendra opiniões mais disformes e monstruosas que a sofisticada ou racional. As suas teorias não estão baseadas nas noções vulgares (pois estas, ainda que superficiais, são de qualquer maneira universais e, de alguma forma, se referem a um grande número de fatos), *mas na estreiteza de uns poucos e obscuros experimentos*. Por isso, uma tal filosofia parece, aos que se exercitaram diariamente nessa sorte de experimentos, contaminando a sua imaginação, mais provável, e mesmo quase certa; mas aos demais apresenta-se como indigna de crédito e vazia. *Há na alquimia, nas suas explicações, um notável exemplo do que se acaba de dizer*. (Novum organum, Aforismo LXIV do Livro I, grifo nosso)³⁹

Malgrado as práticas químicas tivessem por objeto temas particularmente valiosos para ampliar o domínio humano dos processos naturais e a manipulação dos corpos naturais com vistas à sua transformação adequada aos fins humanos constituísse o cerne da disciplina, os químicos falhavam na produção de conhecimento científico porque o papel conferido ao laboratório e ao experimento não era o de guiar e limitar o processo de conhecimento, e contentavam-se com as repetições de certo número de operações conhecidas que se adequassem a suas concepções teóricas.

O projeto de ciência desenvolvido por Robert Boyle partilhava da concepção baconiana que atribuía à atividade científica o objetivo de aumentar o poder do homem sobre a natureza.

[...] há dois fins muito distintos que os homens podem se propor ao estudar filosofia natural. Alguns se ocupam apenas de conhecer a natureza, outros desejam comandá-la: ou, dito de outra forma, há alguns que desejam apenas satisfazer a si próprios pela descoberta das causas dos fenômenos conhecidos, e outros seriam capazes de produzir novos, e tornar a natureza

39 The empirical school of philosophy gives birth to dogmas that are more deformed and monstrous than those of the sophisticated or reasoning school. The latter has as its basis the light of vulgar notions; it's a faint and superficial light, but it is in a way universal, and applies to many things. In contrast with that, the empirical school has its foundation in the narrowness and darkness of a few experiments. Those who busy themselves with these experiments, and have infected their imagination with them, find such a philosophy to be probable and all but certain; everyone else finds them flimsy and incredible. A notable example of this foolishness is provided by the alchemists and their dogmas; (Novum organum, Aforismo LXIV do Livro I)

útil para seus fins particulares, sejam de saúde, riqueza ou fruição dos sentidos. Não nego que o atomismo, o cartesianismo, ou alguns princípios, são capazes de oferecer grande satisfação daquela inteligência especulativa cujo único objetivo é o conhecimento das causas. *Assim, penso que outros tipos de homens podem se deliciar e prosperamente prosseguir com seus fins coletando uma variedade de experimentos e observações, desde que por meio disso observem as qualidades e propriedades daqueles corpos particulares que desejam utilizar e observando o poder que diversas operações químicas e outros meios de manipulação da matéria possuem de alterar tais corpos e variar seus efeitos uns sobre os outros. Podem, com ajuda da atenção e da indústria, ser capazes de fazer muitas coisas, algumas delas estranhas e a maioria muito útil à vida humana.*⁴⁰ (Certain physiological essays 1669, p. 23–34 grifo nosso)

Conforme aponta Zaterka (2004), a relação estabelecida por Boyle entre a realização de experimentos químicos e a busca por poder sobre a natureza não foi acidental, menos ainda secundária. Na verdade, sua atenção se voltou às práticas químicas porque ali encontrou o âmbito privilegiado para exercício do poder. O método experimental empregado por Boyle e a teoria corpuscularista da matéria eram também consistentes com o propósito de controle da natureza.

O filósofo experimental inglês buscava, como Bacon antes dele, ir além das qualidades sensíveis, porque elas não seriam as causas, mas sim dos efeitos nos fenômenos. Conforme podemos ver nas reflexões sobre experimentos realizados com salitre expostos no *Ensaio do nitro*:

Em primeiro lugar, esse experimento parece nos fornecer um exemplo por meio do qual podemos discernir que o movimento, a figura e a disposição das partes e outras semelhantes afecções (se assim as posso chamar) primárias e mecânicas da matéria são suficientes para produzir aquelas afecções mais secundárias dos corpos que costumam ser chamadas de qualidades sensíveis. ([1661] 2004, p. 237–238)

40 “that there are two very distinct Ends that Men may propound to themselves in studying Natural Philosophy. For some Men care only to Know Nature, others desire to Command Her: or to express it otherwise, some there are who desire but to Please themselves by the Discovery of the Causes of the known Phaenomena, and others would be able to produce new ones, and bring Nature to be serviceable to their particular Ends, whether of Health, or Riches, or sensual Delight. Now as I shall not deny but that the Atomical, the Cartesian, or some such Principles, are likely to afford the most of satisfaction to those speculative Wits that aim but at the knowledge of Causes; so I think that the other sort of men may very delightfully & successfully prosecute their ends, by collecting and making Variety of Experiments and Observations, since thereby learning the Qualities and Properties of those particular Bodies they desire to make use of, and observing the power that divers Chymical Operations, and other ways of handling Matter, have of altering such Bodies, and varying their effects upon one another, they may by the help of Attention and Industry be able to do many Things, some of them very Strange, and more of them very Useful in humane life.

Além disso, Boyle também enfatizava que o experimento controlado em laboratório era mais valioso ao conhecimento do que aquele propiciado pela natureza diretamente, porque os sentidos enganam, escondem propriedades e objetos, assim “a informação dos sentidos apoiada e destacada pelos instrumentos é normalmente preferível à produzida apenas pelos sentidos” (Propositions on sense, reason and authority 1670, p. 25).

O conhecido trabalho de descrição exhaustiva dos experimentos⁴¹ e seus resultados por Boyle era parte de um esforço que, de um lado, visava contribuir para difundir e consolidar o método experimental como fonte privilegiada de conhecimento científico elaborando uma história experimental dos fenômenos químicos, e de outro, para avançar no sentido de compreender os processos, estruturas, interações e leis subjacentes aos fenômenos, para dessa forma controlar seus efeitos.

Durante todo o século XVIII até meados do XIX a história experimental foi uma prática bastante comum na química e fundamentou desenvolvimentos importantes (KLEIN; LEFÈVRE, 2007, p. 21–31). Priestley, por exemplo, um dos notáveis desenvolvedores da química pneumática, tinha a maior parte de suas publicações como relatos de história experimental. Esta prática consistia em descrições exaustivas de experimentos e operações em torno de uma mesma substância, ou variações de substâncias em experimentos semelhantes, sem grandes pretensões de sistematização teórica. Assim, a história experimental envolvia a manipulação dos corpos e a transformação da matéria, e nisso se diferenciava da história natural, a qual consistia de inventário de observações da natureza. Contudo, diferente da filosofia experimental, que sistematizava ideias, buscava unidade conceitual e investigava causas e movimentos ocultos, a história experimental abstinha-se de especulações e explicações. Esta abordagem metodológica foi sugerida como método por Bacon no início do século XVII e Boyle foi um de seus mais notáveis praticantes e divulgadores.

Os experimentos descritos na história experimental poderiam ser realizados pelos pesquisadores em laboratório, mas também eram incluídas as manipulações das substâncias

41 Um exemplo dessa descrição exhaustiva é encontrado na explanação dos experimentos com salitre no “Ensaio sobre o Nitro”. Descreve o processo de purificação do nitro, a quantidade do material purificado utilizada, ressalta que o cadinho utilizado é novo, que deve estar aquecido para evitar a quebra e coberto para evitar que caia alguma impureza antes de se colocar o salitre, etc. SHAPIN e SCHAFFER destacam que embora essa descrição exhaustiva conferisse a aparência de reprodutibilidade aos experimentos, dificilmente se poderia ir além da aparência. Primeiro porque a descrição é exaustiva, mas não esgota as possibilidades de erros e fracassos e, em segundo lugar, porque os instrumentos nem sempre eram acessíveis (2005, cap. 6).

em aplicações práticas, como oficinas metalúrgicas, e inclusive técnicas artesanais como boticários, vidrarias, etc.

1.6 Teorias da matéria, vitríolo e enxofre

As abordagens mais comuns dos fenômenos químicos no século XVII como as que relacionavam as propriedades sensíveis a *princípios* — na tradição alquímica — ou elementos — na tradição peripatética — ativos que conferiam propriedades à matéria passiva. Na seção anterior mostramos as críticas de Boyle a elas no âmbito da metodologia. Uma vez que não aplicavam o método experimental de maneira rigorosa, não permitiriam construir uma teoria sólida e útil, nem tampouco uma “história experimental” — um inventário exaustivo de experiências que permitisse descrever e classificar todos os dados empíricos que pudessem ser observados e coletados.

A recusa de Boyle a essas concepções advinha também de uma distinta ontologia da matéria, pois o filósofo experimental britânico não reconhecia propriedades ativas que pudessem transformar a matéria. Boyle aderiu a uma concepção corpuscularista hierárquica da matéria, que distinguia as partículas em três tipos de acordo com seu grau de complexidade: *Minima naturalia*⁴² eram os primeiros componentes, as menores partículas, seguidas de corpos *compostos* — aqueles compostos por outros mais elementares — e corpos *decompostos*. Estes últimos seriam, em linguagem moderna, “supercompostos”, ou seja, compostos de corpos compostos⁴³. Além disso, Boyle atribuía as transformações na matéria a mudanças na textura das partículas — na estrutura interparticular.

Os vitríolos, de acordo com Lemery, eram produto da ação do *princípio salino* ácido sobre uma *terra sulfurosa*. Este autor, como Le Febvre, identificava cinco *princípios*, sendo dois passivos — *Água* (ou *Fleuma*) e *Terra* — e três ativos — *Espírito* (ou *Mercurio*), *Óleo* (ou *Enxofre*) e *sal* (ver seção 1.1 Anatomia dos *mixtos*). O *sal* seria um substância fixa (pouco volátil), solúvel em água, incombustível, o último *princípio* ativo a ser extraído dos corpos

42 A designação pode ser enganadora. Diferente da noção dos mínimos naturais mais comum nos séculos XV e XVI, que atribuía a estas partículas propriedades particulares da substância das quais elas eram os mínimos, os corpúsculos de Boyle eram dotados apenas das propriedades primárias tamanho, forma e movimento (CHALMERS, 2019). Do ponto de vista filosófico, Boyle se aproximava mais do atomismo, mas sempre se referiu a sua própria concepção como corpuscularista, que seguimos aqui.

43 Sobre o uso do termo *decomposto* por Boyle, sua origem, significado e desdobramentos ver (NEWMAN, 2014). Em Boyle ver, por exemplo, *O químico cético*, (1661, p. 132).

por técnicas espagíricas, pois não abandonava a base terrosa com a ação do fogo como ocorria a *fleuma*, o *mercúrio* e o *enxofre*, mas exigia, ao final do processo de destilação, a dissolução em água seguida da evaporação da umidade.

Para Boyle, que não aderiu à ontologia *principlista*, o vitríolo era uma substância *decomposta*, constituída por uma substância terrestre, um metal e, pelo menos, uma substância salina cuja natureza não era elementar. Ou seja, Boyle além de não reconhecer o caráter ativo dos *princípios* na transformação da matéria, tampouco reconhecia que o sal seria de natureza elementar, uma vez que não apenas sais podem ser produzidos onde anteriormente não existiam, mas também suas principais qualidades – solubilidade e sabor – podem ser atribuídos a corpos não salinos a depender do arranjo da composição, ou em termos boyleanos, da textura das partículas⁴⁴.

Ademais, ao identificar o metal como constituinte do vitríolo, Boyle apresentou concepção distinta sobre a relação entre essas substâncias, pois para Le Febvre o metal encontrado no vitríolo (ferro ou cobre) era relacionado ao fato de que os metais poderiam ser gerados a partir dos vitríolos. Não se tratava de uma relação entre matéria-prima e produto, pois os vitríolos não eram ingredientes dos metais, mas, em condições propícias, poderiam gerar metais, como sementes gerariam plantas.

O membro da *Royal Society*, mais próximo de uma concepção mecanicista de natureza, não aplicava aos fenômenos da química metáforas e analogias com a fisiologia ou os organismos vivos. Quando possível, utilizou metáforas mecânicas, mas sua concepção de química não a reduzia à mecânica. Ao tratar dos sabores das substâncias, por exemplo, Boyle afirmou que a acidez, amargor ou qualquer outro sabor não adviria da composição da matéria, mas da forma que a matéria tomava, assim como um vidro moldado em forma esférica não seria capaz de ferir um homem, enquanto o mesmo pedaço de vidro estilhaçado em cacos seria bastante danoso. Assim, não seria uma característica do vidro ser pontiagudo, mas daquela forma

44 O argumento em torno da possibilidade de produção dos chamados *princípios* era tão importante para Boyle que a edição de 1680 de *O químico cético* foi acrescida de um apêndice *Of the producibleness of the chemical principles*, dedicado especialmente a demonstrar que os *princípios* químicos, assim como suas qualidades, poderiam ser produzidos por meio de operações químicas a partir de corpos nos quais os *princípios* não estavam contidos anteriormente. O objetivo era argumentar que não poderiam ser considerados *princípios* ou substâncias elementares aqueles corpos que poderiam ser gerados a partir de outrem, uma vez que os “*princípios não podem ser gerados nem sofrer corrupção* e que a Natureza apenas os *compõe e dissocia* sem *produzir* ou *destruir* nenhum deles” (1680a, seq. Introduction to the Following Notes, grifo original)

tomada pelo vidro sob certa circunstância. O mesmo poderia ser dito de um graveto, que em sua forma natural poderia não fazer mal algum à pele humana, mas se cortado em pequenos palitos de dentes proporcionaria uma sensação muito desagradável.(1680a, seq. Of the Producibleness... p. 6). Essa explicação pode lembrar aquela de Lemery, que argumenta que as formas pontiagudas das partículas do espírito de vitríolo são a fonte de seu sabor ácido. No entanto, para Boyle a forma não é das partículas, mas do arranjo das partículas, isto é, da textura do corpo. Não se tratava, portanto, apenas de uma questão mecânica de forma, tamanho e movimento das partículas, mas também de um problema da química que deveria se atentar à textura entre as partículas.

Por isso, as partículas de um corpo *decomposto* — como o vitríolo — colocado sob a ação do fogo, poderiam assumir muitos arranjos diferentes e, por meio de divisões, atritos e combinações provocar alterações na textura dos corpos. O filósofo experimental concordava com a importância do fogo para o químico, pois este seria o agente mais ativo para produzir alterações na matéria. No entanto, argumentava que o fogo não apenas separava — como queriam os adeptos da espagiria — mas dependendo das circunstâncias produzia novas composições e decomposições (no sentido boyleano de supercomposições) que poderiam parecer homogêneas como mixtos ou mesmo como substâncias elementares.

Nesse sentido, em *O químico cético*, a personagem principal Carneades narra experimentos com o óleo de vitríolo, que o levaram a resultados intrigantes:

[...] suspeitando que o óleo de vitríolo comum não fosse um licor tão simples quanto os químicos supõem, eu o misturei a uma quantidade igual ou duas vezes maior (pois eu fiz o experimento mais de uma vez) de óleo de terebintina que comprei com o outro licor no droguista. Tendo destilado a mistura numa pequena retorta de vidro com cuidado (pois o experimento é interessante, e um tanto perigoso), obtive, de acordo com meu desejo, além dos dois licores que eu tinha acrescentado, uma boa quantidade de certa substância que, aderindo por todo o gargalo da retorta, identifiquei com o enxofre, não apenas pelo forte odor sulfuroso, e pela cor de enxofre, mas também porque se colocado sobre um carvão, era imediatamente aceso e queimava como enxofre comum. (BOYLE, 1661, p. 219)

Malgrado a explicação do experimento dar a impressão de que seria simples, era, na verdade, de difícil reprodução.

Anos mais tarde Stahl ([1718] 1766) assinalaria ter conseguido realizar a “experiência penosa e custosa” de Boyle. em que a partir de uma reação entre óleo de vitríolo e terebintina

teria obtido o mineral enxofre. O resultado é intrigante porque o enxofre era, para Carneades e para Boyle, um corpo composto. Caso o experimento fosse tomado como uma decomposição do óleo de vitríolo, então este não seria a substância simples que se considerava. Igualmente surpreendente era a conjectura de que a reação entre óleo de vitríolo e terebintina tinha como produto o enxofre. Os químicos reconheciam a semelhança entre os espíritos ácidos e óleos do vitríolo e do enxofre, e, como vimos, julgavam que era devida ao fato de o enxofre ser fruto de uma “exaltação” dos vitríolos. No entanto, para obter vitríolos novamente após a obtenção do óleo de vitríolo, era preciso acrescentar metal (numa operação que não precisava do fogo, apenas do tempo), e o enxofre não seria a mesma coisa que um vitríolo, mas um vitríolo que passou por um certo processo e se tornou enxofre, por isso o experimento era tão intrigante, pois de um lado não foi necessário acréscimo de metal e por outro executou de maneira mais rápida um processo que levaria décadas e séculos para ocorrer nas entranhas da terra.

Em qualquer interpretação, o experimento corroborava o argumento de que as possibilidades de combinações entre as substâncias seriam muito numerosas e tornava menos relevante a delimitação do número de *princípios* ou elementos determinantes a três ou quatro como os químicos aristotélicos ou alquímicos aceitavam.

[...] Assim, desse experimento eu posso deduzir qualquer uma, ou ambas as proposições a seguir: que um enxofre verdadeiro pode ser produzido a partir da conjunção de duas substâncias que os químicos tomam como elementares, e que nenhuma delas aparenta ter esse tipo de corpo em si; ou que o óleo de vitríolo, ainda que destilado e retirado do princípio salino da substância concreta que o gera, pode também ser um corpo composto constituído, além de sua parte salina, por um enxofre comum, que dificilmente seria um corpo simples ou não composto. (p. (1661, p. 218–219)⁴⁵

Portanto, Boyle em 1661 estabeleceu uma associação do óleo de vitríolo com o enxofre, acompanhada de estranheza causada pela constatação de que essas duas substâncias pudessem ter relação entre si. Em 1680, em *The producibleness of the chymical principles* a ideia de que o enxofre estaria presente, de forma oculta ou latente, não apenas no óleo de vitríolo, mas também nos vitríolos, já havia se consolidado para o membro da *Royal Society* (1680, seq. *Of*

45 So that from this Experiment I may deduce either one, or both of these Propositions, That a real Sulphur may be made by the Conjunction of two such Substances as Chymists take for Elementary, And which did not either of them apart appear to have any such body in it; or that Oyle of Vitrioll though a Distill'd Liquor, and taken for part of the Saline Principle of the Concrete that yields it, may yet be so Compounded a body as to contain, besides its Saline part, a Sulphur like common brimstone, which would hardly be it self a simple or un-compounded body.

the Producibleness... p. 120-125). Não era o elemento enxofre tal como concebido pela química atual. Para Boyle as partículas mais fundamentais não possuíam diferenciação química, apenas mecânica (tamanho, forma e movimento ou repouso). O próprio enxofre seria um corpo composto por partículas da mesma matéria universal da qual consistiam outros corpos, articuladas em certa textura (*contexture*) e com tal movimento que lhe conferiam um odor, cor, sabor e inflamabilidade específicos (BOYLE, 1680b, p. 106).

1.7 A linguagem e o caráter epistemológico das práticas químicas nos século XVII

Parte das críticas de Boyle às abordagens tradicionais da química era à imprecisão dos nomes das substâncias. Para ele, como para Bacon, ciência e poder sobre a natureza coincidiam, porque “quando ele [o homem] for capaz de chamar as criaturas pelos seus verdadeiros nomes, poderá comandá-las” (BACON, *Valerius Terminus*, Works, v. 3, ca. 1603 [2011], p. 222). Assim, saber nomear as substâncias de acordo com sua natureza era mais do que uma precisão terminológica, era um imperativo epistemológico.

As dificuldades com a nomenclatura das substâncias químicas eram conhecidas. Vimos que Lemery e Le Febvre concordavam com a impropriedade de designar óleo de vitríolo como óleo, uma vez que não era nem inflamável, nem untuoso. Boyle chamou atenção para o fato de que a frouxidão com que os químicos utilizavam os conceitos era um indicativo das muitas debilidades teóricas e filosóficas da disciplina.

É o caso, por exemplo, dos espíritos, em que a confusão terminológica expressa uma confusão ontológica: “No que diz respeito ao que os químicos designam *espírito*, eles aplicam o nome a tantas coisas diferentes, que este uso ambíguo e variado da palavra me parece como uma prova não desprezível de que eles não têm nenhuma ideia nítida e estabelecida da coisa”⁴⁶ (1680b, p. 106) Veremos no próximo capítulo que esse argumento seria repetido por Stahl fazendo referência ao uso do termo “enxofre” por seus contemporâneos e, anos mais tarde apareceria também na caneta de Lavoisier em crítica aos químicos que faziam uso de alguma noção de *flogisto*. Em todos esses casos os químicos reconheciam que os problemas

46 “As for what the Chysmists call Spirit, they apply the Name to so many differing thungs, that this various and ambiguous Use of the Word it seemes to me no meane proof, that they have no cleare and settled Notion of the Thing”

com a linguagem são epistemológicos, Boyle apontava a necessidade de evitar as imprecisões colocadas pelas abordagens tradicionais da química.

Para Le Febvre e Lemery, assim como para boa parte dos químicos do século XVII, *enxofre* era outra designação para o *princípio óleo*, e o mesmo ocorria com *espírito* e *mercúrio*. Embora muitas vezes os químicos fizessem distinção entre o *princípio* e o corpo homônimos, esta nem sempre era nítida, o que foi explorado por Boyle como uma deficiência epistemológica que gerava imprecisões das quais era muito difícil se desviar: “Os químicos usam o termo *enxofre* de maneira tão ambígua e incerta, que tornaram difícil para os discursos de outros homens evitar por completo a aparência de participação na confusão”⁴⁷ (idem, p. 117). Por isso em *Of the producibleness...* dedicou-se a comprovar que não poderiam ser considerados *princípios* ou elementos os *espíritos*, mas também o metal mercúrio, assim como os óleos e também o enxofre, além do sal, água e terra.

Sendo um problema epistemológico, a solução de Boyle, para tornar mais precisa a linguagem, seria a mesma que tornaria a química uma ciência mais efetiva, a saber, abandonar a perspectiva *principlista* e atribuir nomes apenas aos corpos concretos e manipuláveis. Este tema, no entanto, acompanharia a química ainda ao longo do século seguinte.

Desse modo, conforme buscamos demonstrar, a justa apreciação do estatuto do óleo de vitríolo na química do século XVII demandou conhecer sua posição na rede teórica da química paracelsiana, sua relação com outras substâncias, a análise dos usos e a valorização particular que se atribuía a cada tipo de uso (na iatroquímica o uso medicinal era o mais relevante), das concepções ontológicas que fundamentavam a investigação química e dos fins do processo de conhecimento científico.

O objetivo de compreender a atividade científica como práticas nos levou também a considerar com cuidado aspectos como as técnicas e procedimentos preferenciais para obter o conhecimento (se por experimento ou contemplação), ao papel concedido às hipóteses (ao mesmo tempo que Boyle permitia sua utilização, considerava as construções teóricas como edifícios muito frágeis), aos usos estabelecidos dos aparelhos e utensílios e às formas de atribuir nome ao objetos.

47 “The Chymists use the terme Sulphur so ambiguously, and só uncertainly, that thet have made ir difficult for other Mens’s discourses to avoid all appearance of participating of the Confusedness.”

O vitríolo continuaria a ser uma substância de importância crucial na química do século XVIII – quer como pivô de reformulações e ressignificações conceituais e teóricas, quer como terreno privilegiado para constituição de novas práticas técnico-científicas, quer como substância da maior importância industrial, econômica e social. É à continuação dessa história que dedicaremos o próximo capítulo

Capítulo 2 Do ácido vitriólico ao ácido sulfúrico ou uma história da química no século XVIII

Neste segundo capítulo histórico apresentaremos a evolução das concepções e práticas envolvendo o óleo de vitriolo, agora também chamado de ácido vitriólico, no século XVIII. Foi um período de intensas transformações na química, seja nas concepções teóricas, em seus aspectos técnicos e metodológicos ou em seu estatuto científico. Veremos a seguir como todos esses fatores se entrecruzam na história do óleo de vitriolo, na qual interfere também, e de maneira dramática, o papel social e econômico adquirido pela substância mediante as transformações produtivas.

2.1 Stahl e o ácido universal

Em 1718, o *Tratado do enxofre*⁴⁸ de Georg Ernst Stahl apresentou uma abordagem teórica, metodológica, ontológica e valorativa da ciência química a partir da crítica de seus antecessores. Alguns dos aspectos criticados podem soar bastante familiar aos leitores de *O químico cético*. Por exemplo, quando censurava os químicos por se servirem “da palavra enxofre para designar tudo que não compreendem”⁴⁹ (1766, p. 21, tradução nossa), ou quando sugeriu que ao encontrar a descrição de uma operação, o estudioso deveria examinar se o autor a teria realizado por experiência própria ou se a havia recebido pela tradição (p. 28).

No entanto, algumas mudanças importantes haviam ocorrido. Nesse período, os químicos já utilizavam também a designação ácido vitriólico, além do óleo de vitriolo, como denota a tabela de relações de Geoffroy(1741), datada também de 1718.

O ácido vitriólico era uma substância elementar ou simples, e seu estatuto para a química era consideravelmente mais elevado do que nas décadas anteriores. É uma das 19 substâncias listadas na tabela de reações de Geoffroy, a terceira substância encabeçando a quarta coluna, com sete substâncias que se unem a ela em ordem de afinidade decrescente, número de relações apenas menor do que o próprio *principio oleoso*.

48 Utilizamos aqui a tradução de Holbach para o Francês datada de 1766.

49 [...] que ce Chymistes se servent du mot de soufre, pour designer tout ce qu'ils n'entend pas.

Figura 5: Tabela de diferentes relações observadas entre diferentes substâncias, publicada por Geoffroy em 1718 e republicada em obra póstuma em 1741. Na página seguinte indicamos a tabela com após transliteração e tradução.

*TABLE DES DIFFERENTS RAPPORTS
observés entre différentes substances.*

Tom. I. page 36.

☉	☉	☉	☉	▽	☉	☉	SM	♁	♁	♁	♀	☾	♂	☉	▽
☉	♁	♂	♁	☉	☉	☉	☉	☉	☾	☾	♁	♁	♂	♂	▽
☉	☉	♀	☉	☉	☉	☉	☉	♂	☾	♀	PC	♀	♁	♁	☉
▽	♀	♁	☉	☉	☉	☉	☉	♀	♁						
SM	☾	♁	▽		♁		♁	♁	♀						
	♁	☾	♂		♁			☾	♁						
			♀					☉	☉						
	☉		☾					♁							

☉ Esprits acides.

☉ Acide du sel marin.

☉ Acide nitreux.

☉ Acide nitriolique.

☉ Sel alcali fixe.

☉ sel alcali volatil.

▽ Terre absorbante.

SM Substances metalliques.

♁ Mercure.

☉ Regule d'Antimoine.

☉ Or.

☉ Argent.

♁ Cuivre.

♁ Fer.

♁ Plomb.

♁ Etain.

♁ Zinc.

PC Pierre Calaminaire.

♁ Soufre mineral.

♁ Principe huileux ou Soufre Principe.

♁ Esprit de Vinaigre.

▽ Eau.

☉ Sel.

▽ Esprit de vin et Esprits ardens.

Espíritos Ácidos	Ácido de sal marinho	Ácido nitroso	Ácido vitriólico	Terra absorvente	Álcali fixo	Álcali volátil	Substância s metálicas
Sal álcali fixo	Estanho	Ferro	Princípio oleoso	Ácido vitriólico	Ácido vitriólico	Ácido vitriólico	Ácido de sal marinho
Sal álcali volátil	Antimônio	Cobre	Álcali fixo	Ácido nitroso	Ácido nitroso	Ácido nitroso	Ácido vitriólico
Terra absorvente	Cobre	Chumbo	Álcali volátil	Ácido do sal marinho	Ácido do sal marinho	Ácido do sal marinho	Ácido nitroso
Substância s metálicas	Prata	Mercúrio	Terra Absorvente		Espírito de vinagre		Espírito de vinagre
	Mercúrio	Prata	Ferro		Princípio oleoso		
			Cobre				
			Prata				
	Ouro						

Na *Tabela de Relações*, o estatuto ontológico do óleo de vitriolo era o mesmo vitriolo ou outro composto do qual poderia fazer parte (KLEIN; LEFÈVRE, 2007, p. 45). O ácido vitriólico não era uma manifestação impura dos *princípios* dos vitriolos, como ocorria com a química paracelsiana de Le Febvre, mas uma substância, manipulável como os vitriolos ou os metais, que poderia entrar em combinações e composições e, por meio das operações químicas adequadas, poderia até mesmo ser recuperada. A essa concepção ontológica que identificava os corpos como constituídos de substâncias simples cujo estatuto ontológico é o mesmo dos corpos compostos nos referimos como *composicionismo*.

É distinta da ontologia *principlista*, expressa por Le Febvre, Glauber e no *Cours de Chymie* de Lemery, a qual sustenta que os constituintes últimos da matéria são acessados apenas indiretamente pelas propriedades que conferem aos corpos. Era distinta também do corpuscularismo de Boyle, pois não era constituída de suposições acerca dos componentes últimos das substâncias simples. Conforme argumentaremos adiante, a disseminação da ontologia *composicionista* esteve na base das grandes transformações pelas quais a química passou no século XVIII.⁵⁰

Stahl sustentava uma ontologia *principlista* e contribuiu para o conhecimento e identificação do ácido vitriólico, retomando, no *Tratado do enxofre*, as considerações de Boyle sobre a possibilidade do ácido vitriólico estar contido no enxofre:

Eu não ignorava que o ácido do enxofre e o do vitriolo têm a mesma origem: para maior segurança produzi o mesmo sal neutro com o sal alcali e o ácido vitriólico, acresci a matéria inflamável dos carvões ou da fumaça negra da mesma maneira: por esse meio obtive o enxofre, e iluminei grandes dificuldades nessa área; primeiramente dissipei a dúvida sobre se o ácido presente no vitriolo é o mesmo que aquele contido no enxofre, em segundo lugar, verifiquei o experimento tão penoso e custoso de Boyle, ainda que o mesmo não possa ser bem-sucedido a menos que realizado como se deve, me refiro ao experimento de produzir o enxofre com o óleo de vitriolo e o óleo essencial de terebentina.⁵¹ (1766, p. 87–88, tradução e grifo nossos)

50 Sobre a distinção entre essas concepções ontológicas ver Chang (2012, 2015) e para uma abordagem distinta do mesmo tema a obra fundamental de Klein e Lefèvre (2007).

51 “Je n’ignorais point que l’acide du Soufre & celui du vitriol ont la même origine: pour plus de sûreté, je fis le même sel neutre avec du sel alcali & l’acide vitriolique, j’y joignis la matiere inflammable des charbons ou du noir de fumée de la même maniere: par ce moyen j’obtins du Soufre, & j’éclaircis sur le champ des grandes difficultés; premièrement je levai le doute si l’acide qui ést dans le vitriol est le même que celui que est contenu dans le Soufre, em second lieu je constatai l’experience si penible, si coûteuse de Boyle, qui cependant ne reussits point quand on ne s’y prend pas comme il faut, je veux dire, celle de faire du Soufre avec l’huile de vitriol e de l’huile essentiel de thérébentine.”

Dessa forma, Stahl, então Primeiro-médico do rei de Brandenburgo-Prússia, não apenas confirmou o experimento anterior de Boyle, mas também estabeleceu a identidade entre o ácido vitriólico e o ácido do enxofre, concorrendo para a dissociação daquele em relação aos vitríolos. Vimos que no século XVII o óleo de vitriolo aparecia nos livros e manuais na seção respectiva aos vitríolos, como um dos resultados de sua manipulação ou anatomia. No século XVIII, ao contrário, os vitríolos apareceriam apenas como uma das possibilidades para o ácido vitriólico, quando combinado a metais como ferro ou cobre. Na tabela de afinidades de Geoffroy, por exemplo, ferro e cobre, eram apenas a quinta e a sexta substâncias em afinidade com o ácido, atrás do *princípio oleoso*, álcali fixo (potassa, KOH), álcali volátil (amoníaco, NH₃) e terra absorvente (cal, CaO), evidenciando que a substância já possuía interesse epistemológico e ontológico independente dos vitríolos.

As combinações de ácidos e bases adquiriram grande importância nesse período, e o *Vocabulário Portuguez e Latino* de Bluteau, primeiro dicionário de língua portuguesa de 1712 trouxe a constatação de que na união ácidos com bases “consistem todas as especulações da Física moderna”(1712b, p. 218).

Havia teorias como a de Lemery, que explicavam a combinação pela diferença, argumentando que eram as características distintas que possibilitavam as uniões e as tornavam mais fortes ou mais fracas. Lemery, como vimos, sugeria que a característica pontiaguda dos ácidos fazia com que estes penetrassem nos poros dos álcalis, e a operação envolvia a destruição dos últimos pelos primeiros.

Stahl, por outro lado, seguia uma interpretação com origem na química paracelsiana e explicava as operações químicas por analogia entre os componentes dos corpos. Assim, a combinação, dissolução e outros processos ocorriam porque as substâncias envolvidas conteriam matéria ou *princípio* semelhante, que as aproximava e permitia a ação por analogia (METZGER, 1974). Por isso, de acordo com a abordagem stahliana os sais eram dissolvidos pela água porque eles eram compostos pelo *princípio aquoso*.

Diferentemente do que seria estabelecido mais tarde, para Stahl os sais não eram produtos da reação ácido-base. Tampouco eram *princípios* como em boa parte da química do século XVII. Sais, na abordagem stahliana, resultavam de uma combinação muito fina do *princípio aquoso* com *princípio terroso*, de modo que os ácidos eram corpos salinos, porque

derivavam desta combinação. A diferença entre os diversos tipos de sais residia no tipo e proporção dos demais *princípios terrosos* contidos (METZGER, 1974, p. 139–148). Retornaremos a este tema em breve, pois é chave para a compreensão do ácido vitriólico na abordagem stahliana, antes é preciso apresentar em linhas gerais os elementos básicos das composições químicas na perspectiva de Stahl e seus seguidores.

Seguindo o químico alemão do século XVII Joacchim Beccher, Stahl propôs em sua abordagem três tipos de substâncias elementares, a saber, *ar*, *água* e *terra* (STAHL, 1766, 1771, p. 6; METZGER, 1974, p. 130–138). No entanto, apenas as duas últimas poderiam compor corpos *mixtos* e conferir-lhes propriedades, atuando como *princípios*. O ar seria inerte e cumpriria papel mais de instrumento que favorecia as reações do que de reagente. O *princípio aquoso* era sempre igual a si mesmo e estava presente principalmente nos reinos vegetal e animal, mas também em substâncias salinas do reino mineral (STAHL, 1766, p. 197, 198).

O *princípio terroso* era substância sólida e seca, responsável pela disposição dos corpos em assumir uma forma sólida e poderia ser de três espécies: *princípio vitrificável*, responsável pelo peso e volume dos metais e minerais, seria fixo ao fogo, isto é, não se volatilizaria e conferia tal propriedade às substâncias em que atuava, era relacionado também à fusibilidade e aparência vítrea de alguns materiais.

O *princípio inflamável* ou *flogisto*, consistia numa terra gordurosa e sulfurosa, responsável sempre pela propriedade da inflamabilidade e também pela cor nos diversos corpos, nos vegetais seria relacionado ao crescimento e maturação. Entre as propriedades conferidas pelo *flogisto* aos metais estavam a ductibilidade e a fusibilidade, como constatado pela observação do que ocorria a esses corpos quando desprovidos do *flogisto* pela calcinação ou detonação (por nitro, por exemplo):

os metais são totalmente decompostos e não apresentam nenhum dos caracteres que possuíam antes; e se não lhes acrescentarmos outra matéria jamais recuperarão sua ductibilidade, nem seu som, nem sua fusibilidade, nem sua propriedade. Não são mais que uma substância que se vitrifica por si própria, ou quando misturada com qualquer matéria vítrea, e que num

morteiro, pode ser reduzido em um pó muito fino⁵². (STAHL, 1771, p. 12–13 tradução nossa)

Portanto, na teoria stahliana a redução dos metais em suas cais, cujo exemplo mais cotidiano era o enferrujamento do ferro, formando a cal de ferro, era explicada como perda do *flogisto* pelos metais, num processo análogo a uma combustão lenta que reduzia a matéria a cinzas, resultado da perda do *princípio inflamável*.

A terceira espécie de terra era o *princípio mercurial* ou *metálico*, uma terra fluida e volátil, presente exclusivamente na composição dos metais, que lhes atribuía o brilho e maleabilidade característicos.

Os corpos minerais seriam compostos de ao menos uma entre as três terras sutis, que combinadas à água formariam corpos minerais salinos e sem participação desta formariam rochas e metais.

Atualmente a obra de Stahl é conhecida na química pelo *flogisto*. As diversas linhagens de abordagens *flogistonistas* que floresceram durante o século XVIII relacionavam à obra stahliana seu ponto de partida e Lavoisier fez da abolição do *flogisto* sua missão, o fato central na revolução completa na química que pretendia executar.

De fato, o *flogisto* permitia estudar e compreender uma gama bastante abrangente de fenômenos, pois estava presente nos três reinos naturais, e podia transitar entre eles. Era um *princípio* relacionado à combustão e a algumas propriedades dos metais, como a densidade do ouro (STAHL, 1766, p. 130 e segs), o que já o tornava muito relevante, mas também relacionava-se ao crescimento, maturação, envelhecimento e apodrecimento dos organismos e à respiração dos animais (que inspiravam ar sem *flogisto* e expiravam ar *flogisticado*), característica que levou a que na segunda metade do século as abordagens *flogistonistas* se preocupassem com temas como meteorologia e ecologia, áreas afetadas pela ação e trânsito do *flogisto* (H. CHANG, 2012, p. 19–22).

No entanto, a abordagem stahliana não era exclusivamente centrada no *flogisto*. Esta espécie de terra não estava presente no ácido vitriólico, também chamado ácido universal por

52 “Par ces détonations, les métaux sont tellement décomposés, qu’ils n’ont aucuns des caracteres qu’ils avoient auparavant; & si on ne leur joint quelqu’autre matiere, jamais ils ne reprennent ni leur ductilité, ni leur son, ni leur fusibilité, ni leur propriété. Ils ne sont plus qu’une substance qui se vitrifie par elle-même, ou em la mêlant avec quelque matiere vitreuse, & qui, dans un mortier, peut être réduite em une poudre très-fine”.

ser “o mais simples dos sais e ao qual todos os demais devem sua origem⁵³” (D’HOLBACH, Advertência do Tradutor in: STAHL, 1771, p. III).

Como vimos, na concepção stahliana um sal era uma substância composta, e não mais um *princípio*. Stahl acompanhava Beccher na proposição de que o “*princípio* primitivo dos sais”, seria “a terra mais simples e a mais pura”, o *princípio* que serviria “de base a todas as pedras e sobretudo àquelas que são vitrificáveis” e que seria capaz de conferir “fixidez diante do fogo, fusibilidade”, sendo a causa da “vitrescibilidade e do defeito de ductibilidade nos metais imperfeitos”. Esta terra mais simples e mais pura era a *vitrificável* e era apenas ela que se unia ao *princípio aquoso* para formar o ácido vitriólico. O *flogisto* poderia estar presente em alguns sais, mas não era seu constituinte fundamental (STAHL, 1771, p. 6).

Os sais minerais naturais relacionados por Stahl eram o sal marinho, os vitriolos, o salitre (ou nitro) e o bórax. este último, afirma o médico alemão, era de origem indiana e ainda pouco conhecido na química. A forma salina dos vitriolos, do salitre e do sal marinho encontrados na natureza não era a mais elementar, pois os sais citados ainda poderiam ser decompostos⁵⁴. A substância salina mais básica no caso dos vitriolos era o ácido vitriólico, a mesma substância encontrada no enxofre (1771, p. 18). No caso do sal marinho o elemento salino mais básico seria o ácido marinho (ácido clorídrico) e do salitre o ácido nitroso.

No trecho a seguir do *Traité des sels*, Stahl discorreu sobre a dupla composição do ácido vitriólico e a consequência dessa combinação na interação do referido ácido com outras substâncias:

[...] óleo de vitriolo contém certamente partículas aquosas, mas elas são tão intimamente ligadas a ele que o fogo sozinho não é capaz de separá-las, e elas se elevam juntas; quer dizer, o ácido mais concentrado se eleva ao mesmo tempo que a água. Mas se combinamos este ácido concentrado com o álcali fixo, ou com um metal ao qual ele apenas se une pela parte salina, a parte aquosa pode ser separada, a um calor que seria suficiente para fazer a água simplesmente se elevar.⁵⁵ (1771, p. 9 tradução nossa)

53 [...] l’acide vitriolique, le plus simples de sels, e auquels tous les autres doiven leur origine.

54 Decompostos em substâncias mais simples, mas ainda assim, agregados de partículas. Os átomos elementares que constituíam os *princípios* eram inacessíveis aos sentidos.

55 ... l’huile de vitriol contient certainement des partir aqueuses; mais elles lui sont si intimement liées, que le feu seul n’est pas capable de les séparer, & qu’il s’élevent ensemble; c’est-à-dire l’acide le plus concentré s’élève em même tems que léau. Mais si l’on combine cet acide avec de l’alkali fixe, ou avec un métal auxquels il ne se joint que par lá partie saline, la partie aqueuse pourra en être dégagée, à une chaleur quei suffiroit pour faire monter de l’eau toute simple.”

Portanto, para Stahl a prova da composição terrosa dos sais era sua combinação a outras substâncias nas quais o mesmo *princípio* estava presente. Assim como a solubilidade dos sais em água era devida ao *princípio aquoso* que se combinava à água, sua ligação com outras substâncias minerais era explicada pelo *princípio terroso* que possuíam em comum. A separação do *princípio aquoso* e do *terroso* – tão intimamente ligados nos sais que nem o fogo mais forte era capaz de separar – poderia ser realizada uma vez que o *princípio terroso* se unisse ao mesmo *princípio* de outros minerais, liberando dessa forma o *princípio aquoso*.

O caráter primordial do ácido vitriólico também fazia dele o mais forte dos ácidos e objeto epistemológico de grande importância, além de sua utilização nas práticas químicas, na metalurgia e em outras áreas.

O ácido nítrico seria o ácido vitriólico combinado ao *flogisto*, enquanto o ácido marinho seria o ácido vitriólico associado ao *princípio mercurial*. A associação ao *mercúrio* favorecia a reação com os metais, razão pela qual a força de ligação desses minerais seria mais forte com o ácido marinho do que com o ácido vitriólico, conforme evidenciava também a tabela de relações de Geoffroy.

Após essa breve apresentação da teoria stahliana, podemos identificar as duas principais transformações ocorridas nos pouco mais de cinquenta anos entre a publicação do *Cours de chymie* de Lemery em 1675 e o *Traité du soufre* de Stahl em 1718: a desvinculação entre química e práticas alquímicas e o papel dos experimentos e do laboratório;

Em relação à alquimia, Stahl é particularmente exemplar de um fenômeno que atingiu toda a química no início do século XVIII. Foi neste período que a química e alquimia deixaram de ser atividades intimamente relacionadas, e esta última perdeu o estatuto de atividade científica, sofrendo enormes ataques da comunidade científica e também dos químicos que buscaram se dissociar dos alquimistas.

Stahl, no início de sua carreira como professor no último quartel do século XVII não era avesso à alquimia e à crisopeia. Apenas na segunda década do século seguinte passou a explicitar reservas em relação à transmutação de metais em outro (K. CHANG, 2007). Quando da publicação *Traité du soufre* em 1718, Stahl já sugeria que algumas práticas alquímicas eram a causa da lentidão do desenvolvimento dos conhecimentos químicos e da desmoralização da química na sociedade:

Tal conduta imprudente [a busca pela transmutação dos metais em ouro ou elixires milagrosos] deve ter naturalmente afastado as pessoas sãs e impedido-as de se entregar à química, a qual viam como presa de uma multidão de patifes, que abusavam da credulidade dos ricos e os enganavam na esperança de lhes ensinar a fazer ouro e lhes fornecer remédios surpreendentes. Foram esses abusos a causa de que em quase dois séculos quase ninguém tenha levado a química a sério.⁵⁶(STAHL, 1766, p. 3–4 tradução nossa)

Stahl passou a negar às práticas alquímicas estatuto científico porque recusava cientificidade aos seus fins. A abordagem stahliana não negava a possibilidade de transmutação dos metais, e no *Traité du soufre* ele discutia seriamente a possibilidade da crisopeia e da argiropeia (STAHL, 1766, p. 129) então a crítica não se devia ao fato de a transformação de metais imperfeitos em prata ou ouro ser impossível, mas porque a busca por enriquecer ou a conquista da vida eterna não eram fins legítimos para o conhecimento científico. Prova disso seria que aqueles que tanto se ocupavam com a pedra filosofal ou elixires milagrosos desconheciam detalhes básicos dos experimentos como o grau de calor necessário para que certa combinação ocorresse, fato que seria de conhecimento do trabalho dos artesãos.

Se Stahl negava cientificidade aos fins alquímicos e à crisopeia, quais fins ele apontava serem próprios à atividade científica? No *Traité du soufre*, ele destacou que o tipo de curiosidade a ser cultivada seria aquela movida pelo “desejo de ser útil e aplicar as descobertas ao bem da humanidade”, de modo que o estudioso não se daria por satisfeito com conhecimentos meramente superficiais, não se absteria de realizar “meditações profundas e longas pesquisas e experiências penosas capazes de fornecer os meios de conhecer os corpos da natureza e suas diferentes combinações” (p. 2).

Note-se a ênfase do desejo de ser útil à humanidade, não ao homem individual. Havia uma preocupação social, que justificava a ilegitimidade científica da crisopeia, pois ela levaria a uma degradação social, levando homens ricos a apostar sua fortuna em aventureiros, assim como promovia a proliferação dos “patifes” e desviava a atenção dos químicos das questões mais relevantes. Note-se também que os fins da ciência tinham implicação direta nos modos

56 “une conduite si imprudente dut naturellement rebuter les personnes sensées, & les empêcher de se livrerà la Chymie, qu’elles voyoient em proie à une foule de fripons, que abusoient de la crédulité de gens riches & les trompoient dans l’espoir de leur apprendre à faire de l’or, & de leur communiquer des remedes étonnans. Ce sont ces abus qui ont été cause qu’à peine em deux siécles il s’est trouvé quelqu’un qui se soit appliqué sérieusement à la Chymie.”

de ser fazer ciência, no tipo de problemas relevantes, nas técnicas e procedimentos utilizados para a investigação e no papel do experimento.

Kevin Chang (2007, p. 32–37) descreve que, em obra de 1726 dedicada a se contrapor à crisopeia⁵⁷, Stahl destacou que a produção de ouro realizada como atividade social, rapidamente levaria à desvalorização do próprio ouro, uma vez que o valor desse material era devido à sua raridade e não a sua utilidade prática. Por outro lado, metais como ferro, cobre ou zinco, que eram muito úteis e necessários, seriam desperdiçados na produção do ouro. Essas considerações, aliadas à ausência de evidências empíricas da transmutação de metais e à possibilidade de outras explicações das quais a química já dispunha – os metais poderiam substituir ou misturar-se em processos químicos, poderiam ser tão completamente alterados que parecessem destruídos – fizeram com que na segunda metade da década de 1720 Stahl eliminasse por completo a possibilidade de transmutação dos metais. Assim, com o passar dos anos sua oposição à alquimia e crisopeia cresceu ainda mais, até negar-lhes por completo não apenas a cientificidade, mas a plausibilidade (K. CHANG, 2007, p. 32–37).

A utilidade prática social da atividade científica não era para Stahl apenas um problema de aplicação, mas de objetivos e propósitos, isto é, de valores que orientavam a atividade científica em todos os momentos. Ao perseguir objetivos milagrosos e socialmente inexecutáveis como a transmutação dos metais em ouro ou o elixir da vida, os químicos se limitavam a conhecimentos superficiais, sem se aprofundar na natureza. Assim, no *Traité du soufre* ele destacou diversos problemas ignorados pelos químicos anteriores, malgrado serem bastante conhecidos pelos artesãos e pessoas que lidavam com os fenômenos em seu cotidiano.

Citou, por exemplo, questões que eram do interesse da administração do Estado pela necessidade de regulação como forma de evitar prejuízos à população, ou porque eram relacionadas à soberania e segurança nacional. No primeiro caso, criticou a falta de compreensão sobre a fermentação (especialmente vinho e cerveja), até então pouco compreendida e cujos processos de aperfeiçoamento poderiam servir muito para a melhoria da manipulação das matérias-primas e a produção de vinagre, vinhos e cervejas. Discorreu ainda sobre o desconhecimento acerca do salitre, pois os químicos ignoravam o tipo de solo em que

⁵⁷ Trata-se de “Bedencken von der Gold-Macherey,” publicado como prefácio da edição de 1726 da coleção de processos químicos de Becher’s, *Chymischer Glücks-Hafen, oder Grosse Chymische Concordantz*.

poderia ser encontrado, a melhor maneira de extraí-lo, como avaliar sua composição e também aspectos básicos de sua manipulação. Anos mais tarde, em 1775, o Estado francês encarregaria Lavoisier da administração das pólvoras e salitres, e este se dedicou, além da gestão, ao estudo, aprimoramento e ao aumento da produtividade do salitre e pólvora franceses, confirmando a hipótese de Stahl de que os conhecimentos químicos poderiam em muito contribuir com esse tema relacionado à segurança nacional ([circa 1819] PAULZE LAVOISIER, 2011, p. 74–76).

Não eram apenas temas do interesse do Estado que deveriam interessar aos químicos, mas também questões relacionadas à vida cotidiana das pessoas, como, por exemplo, o vinagre:

As mulheres reclamam todos os dias que seu vinagre está estragado e não retém mais nenhum vestígio de seu ácido, o qual se perdeu completamente; um fenômeno não mencionado por nenhum dos químicos mais habilitados, que não nos ensinam nada sobre o que esse ácido possa ter se tornado.⁵⁸ (1766, p. 7 tradução nossa)

Stahl era médico e químico, no entanto era severamente crítico da iatroquímica, das prescrições de substâncias manipuladas pelos químicos para todos os males, da redução da química à produção de remédios, e principalmente das promessas de curas e elixires milagrosos. A iatroquímica, assim como outras buscas por substâncias milagrosas, teria desviado a química dos propósitos científicos, fazendo com que se ativesse à superfície das coisas naturais sem se aprofundar, com que observasse os corpos *mixtos* apenas como possibilidades medicinais (coisa que muitas vezes não eram, basta lembrar dos usos medicinais do espírito e do óleo de vitríolo sugeridos por Glauber, Le Febvre e Lemery), com que considerassem como *princípios* substâncias que eram compostas (caso dos sais, do enxofre e mercúrio minerais), com que se contentassem com métodos inadequados ou insuficientes para a investigação, para a decomposição e síntese dos diferentes corpos.

Assim, a concepção stahliana de atividade científica compreendia a integração entre objetivos, métodos, conhecimento teórico e aplicação. Vimos acima que Francis Bacon havia proposto a equivalência entre ciência e poder humano frente a natureza, fazendo da utilidade à humanidade um valor necessário à atividade científica. A partir dessa concepção de atividade

58 “Les femmes se plaignent tous les jours que leur vinaigre se gâte, & ne conserve plus aucun vestige de son acide que se perd totalement; phénomène dont il n’est question dans aucun des plus habiles Chymistes, que ne nous ont point appris ce que cet acide étoit devenu.”

científica, Bacon propunha um método adequado à atividade científica, o método experimental. Vimos também que Boyle era um seguidor atento dos ensinamentos de Bacon, que compartilhava do valor da utilidade da natureza e buscava trazer a química, a alquimia e seus métodos para o domínio da atividade científica, o que para ele implicava enfatizar o método experimental e a construção de fatos como base para os desenvolvimentos teóricos.

Apontamos também que para Boyle, como para Bacon, a química possuía um lugar especial entre as ciências, por sua capacidade de se aprofundar, conhecer as mínimas partículas da matéria e operá-las. Stahl, coincidindo com esses autores em relação aos objetivos da atividade científica e o método experimental, compartilhava da avaliação sobre o papel da química no conhecimento da natureza:

Nada é mais louvável do que esta disposição [a vontade sincera de se instruir, de ser útil e aplicar suas descobertas ao bem da humanidade], só ela pode fornecer os meios de conhecer os corpos da natureza, e suas várias combinações; mas, para isso, deve ser auxiliado pela Química, isto é, pela arte de decompor corpos, a única que pode colocar em posição de julgar seguramente sua natureza.⁵⁹(STAHL, 1766, p. 2 tradução e grifo nossos)

Dessa forma, para produzir conhecimento útil à humanidade, era necessário conhecer os corpos da natureza e suas várias combinações, para, por exemplo, controlar os fatores que levariam o vinagre a estragar, ou que poderiam influenciar na qualidade do vinho ou da pólvora. Nesse contexto, a química, com seus métodos, objetos e conhecimentos, seria uma disciplina particularmente privilegiada.

No que diz respeito ao laboratório e às operações químicas, o leque de experimentos na química stahliana era consideravelmente maior, se comparado ao que encontrávamos nos manuais de Lemery e Le Febvre antes do último quartel do século XVI. Conforme já fora sugerido por Boyle, o fogo não era utilizado apenas como instrumento para a separação dos *princípios*, mas a depender dos reagentes e dos objetivos da operação as chamas e o calor poderiam combinar substâncias para produzir uma nova.

Também nesse período o estudo dos sais, das operações reversíveis e das combinações ácido-base assumiu novas proporções, como podemos ver na tabela de relações de Geoffroy. Na tabela de relações (ver figura 5), as substâncias da primeira fileira poderiam combinar-se a

⁵⁹ “Rien n’est plus louable que cette disposition, elle seule peut fournir les moyens de conoître les corps de la nature, & leurs différentes combinaison; mais pour y parvenir il faut qu’elle soit aidée de la Chymie, c’est-à-dire, de l’art de décomposer les corps, qui seul peut mettre em état de juger sainement de leur nature.”

todas as substâncias listadas na coluna abaixo dela. Uma substância da segunda fileira poderia deslocar todas as demais que estivessem abaixo dela na mesma coluna, e as substâncias das fileiras subsequentes seriam deslocadas pelas que estivessem acima na mesma coluna.

A explicação stahliana para as combinações dos corpos *mixtos* foi um dos desenvolvimentos teóricos tecidos pelos químicos a partir da observação desses fenômenos e pressupunha que os *princípios* semelhantes se atraíam, favorecendo as combinações. Apresentamos um exemplo dessa operação quando abordamos a teoria stahliana dos sais, e vimos que para o médico alemão, a disposição dos sais se combinarem a outras substâncias do reino mineral era evidência da presença do *princípio vitrificável* naqueles. Assim, o estudo das “relações” era uma ferramenta para identificar os *princípios* dos quais as substâncias eram formadas. Os *princípios* isoladamente seriam inacessíveis à observação pelos sentidos, mas poderiam ser identificados de maneira indireta, uma vez que *princípios* semelhantes favoreciam a combinação, uma substância que contivesse a *terra vitrificável* combinava-se com outra na qual o mesmo *princípio* estivesse presente.

Dessa forma, para Stahl e seus seguidores, assim como para os químicos do período que voltaram seus olhares às operações reversíveis e ao estudo dos sais, um amplo conjunto de experimentações estava disponível, além das longas e incontáveis destilações sucessivas. Mais do que apenas um acréscimo na variedade de experimentos, houve uma transformação nos objetivos dos experimentos, que não mais buscavam separar os *princípios* últimos das substâncias, dado que isso não seria possível na teoria stahliana, mas visavam identificar os *princípios* que atuavam a partir das propriedades das diversas substâncias e das suas relações com outras substâncias.

Na relação da química científica com as técnicas, temos outro aspecto relevante da química do século XVIII: o laboratório de pesquisa em química, e as substâncias com que trabalhavam os químicos não eram muito diferentes dos laboratórios e oficinas para a transformação de metais, produção de vidros ou remédios. Via de regra os laboratórios químicos eram mais limitados, conforme destaca Stahl sobre Kunkel, químico alemão do final do século XVII.

[...] ele se dedicou à arte da vidraria por vários anos, o que lhe proporcionou oportunidades para experiências muito mais exatas do que as que podem ser feitas com o fogo do carvão; e o uso que ele pôde fazer de um fogo contínuo

que não lhe custava nada, lhe possibilitou realizar experimentos que um particular tentaria em vão. (1766, p. 41-42; tradução nossa)⁶⁰

Retornando ao tema do ácido vitriólico, a química já o vinculara ao enxofre, reconhecendo-o como produto da decomposição do enxofre mineral. No entanto, numa escala mais ampla exigida para a produção comercial, o método mais viável ainda era a partir do vitríolo verde, pois a partir do enxofre era necessária a adição de salitre e um recipiente grande e resistente o bastante para suportar a combustão e que não sofresse corrosão pelo ácido vitriólico resultante. O limite da baixa produtividade quando comparado ao ácido vitriólico obtido a partir dos vitríolos que já fora detectado por Le Febvre persistia. Veremos a seguir como no decorrer do século XVIII sucessivos desenvolvimentos tecnológicos alteraram este quadro.

2.2 Manufatura e o ácido vitriólico durante o século XVIII

O papel da tecnologia química no início da revolução industrial não deve ser subestimado e a produção do ácido vitriólico é um bom exemplo de como aquela forneceu condições necessárias para o desenvolvimento do capitalismo no século XVIII.

No século XVII, como vimos, o óleo de vitríolo era conhecido dos boticários, químicos, alquimistas e outros profissionais. Segundo indicações de Glauber e Le Febvre poderia ser encontrado nas lojas de boticários. Neste caso, seu consumo era em pequenas doses, para pesquisa ou manipulação de remédios.

O óleo de vitríolo também era utilizado no ramo têxtil como agente clareador de tecidos, ou fixador de corantes. Para este fim era necessário maior volume do óleo de vitríolo do que no uso farmacêutico, e o aumento da produção têxtil ao longo do século XVIII pressionou constantemente pelo aumento da produção do óleo de vitríolo⁶¹, que era limitado pela matéria-prima e pela técnica. Para cada quintal longo de vitríolo verde (aproximadamente

60 “[...] it s’etoit appliqué à l’art de la Verrerie pendant plusieurs années, ce qui lui fournissoit des occasions pour faire des expériences beaucoup plus exactes qu’on ne les peut faire avec le feu de charbon; & l’usage qu’il pouvoit d’un feu continuel qui ne lui coûtoit rien, l’ont mais à portée de faire des expériences qu’un particulier tenteroit vainement.”

61 Demachy (1773, p. 35), descreve que anteriormente os holandeses eram capazes de fornecer a toda Europa o óleo de vitríolo a “preço módico”, e que havia alguns anos os ingleses teriam descoberto um método ao menos tão eficiente quanto os holandeses.

50 quilos) obtinha-se menos de 64 libras (aproximadamente 30 quilos) do óleo de vitriolo (CLOW; CLOW, 1945, p. 131).

A obtenção do ácido vitriólico a partir do enxofre já era conhecida dos químicos, embora fosse um processo difícil de ser realizado em maior escala. Até meados da década de 1770 seguia-se a concepção stahlianiana de que o enxofre era uma substância mineral composta do ácido vitriólico combinado ao *flogisto*, e o desafio dos fabricantes de ácido vitriólico consistia, portanto, em separar o *flogisto* do ácido. Demachy fornece um relato do tema na época.

Há muito se sabe que o enxofre é, por assim dizer, um óleo de vitriolo tornado concreto pela presença de um trinta e dois avos [1/32] do seu peso em matéria flogisticada; mas também se sabia que esse enxofre só se decompõe por inflamação [combustão], e experimentos incontáveis pareciam provar que essa inflamação só poderia ocorrer ao ar livre; disso resultava uma perda considerável desse ácido, ao qual se agregava o inconveniente de vapores sufocantes, inconvenientes maiores na medida em que a operação se realizava em maior escala. Os artistas estavam, portanto, longe de suspeitar que algum dia seria possível extrair do enxofre seu óleo de vitriolo com vantagem. No entanto, foi precisamente isso que os artistas ingleses e o autor da Fábrica de Rouen realizaram com sucesso inesperado [...].⁶²(1773, p. 37–38 tradução nossa)

O processo fora desenvolvido por Cornelius Drebbel no início do século XVII (CLOW, A.; CLOW, N 1945, p. 131) razão pela qual também era designado processo Drebbel e consistia na queima de enxofre com salitre em recipiente fechado de porcelana ou cerâmica (ver figura 4). Devido à necessidade de ar para efetivar a reação, apenas pequena quantidade de ácido vitriólico poderia ser obtida dessa forma. Para aumentar a escala os recipientes teriam de ser muito maiores e o ácido vitriólico corroía a maior parte dos materiais conhecidos para a produção dos recipientes, exceto pela cerâmica, vidro e afins. Até que, de acordo com Demachy, na primeira metade do século XVIII aprimoramentos da arte da vidraria permitiram um acréscimo na produção ao ampliar o volume dos recipientes nos quais a decomposição do enxofre ocorria.

62 On savoit depuis long-temps que le soufre est, pour ainsi dire, qu'une huile de vitriol rendue concrete par la présence d'un trente-deuxieme de son poids de matière phlogistiquee.; mais on savoit aussi que ce soufre ne se décompose que par l'inflammation, & des expériences sans nombre sembloient prouver que cette inflammation ne pouvoit se faire qu'a l'air libre; d'où il resultoit une déperdition considerable de cet acide, à laquelle se joignoit l'inconvénient de vapeurs suffocantes, incommodes em proportion que l'operation s'exécutoit plus em grand. Les artiste étoient par conséquent bien éloignés de soupçonner jamais que'on pût tirer du soufre son huile de vitril avec avantage. C'est cependant ce qu'ont executé, avec un succès inattendu, les Artistes Anglois & L'Auteur de la Fabrique de Rouen [...]

Archibald e Nan Clow (1945) apontaram que a fábrica de Ward e White na Inglaterra conseguiu uma redução de dezesseis vezes no preço do ácido sulfúrico pela ampliação da escala, utilizando recipientes de vidro que comportavam até cem litros ou mais⁶³. Abasteciam dessa forma chapeleiros, produtores de papel, tintureiros, manufaturas de tecido que utilizava para clarear tecidos. No decorrer do século XVIII o uso foi ampliado para a produção de fertilizantes, fósforos, produção de soda utilizada para o sabão. Quando, no final do século XVIII, foi desenvolvido o método de clareamento de tecidos por cloro, o ácido sulfúrico não perdeu sua importância para a indústria têxtil, pois era necessário na produção do próprio cloro.

É de 1843 a afirmação de Justus von Liebig de que “pode-se julgar adequadamente a prosperidade comercial de um país pela quantidade de ácido sulfúrico que ele produz” (1843, p. 40). A passagem da produção artesanal e em pequena escala para a base da produção industrial das nações mais desenvolvidas se deu a passos largos no decorrer do século XVIII e primeira metade do XIX, num processo denominado por Fressoz como *capitalismo químico* que coincidiu e foi condição necessária para a primeira fase da industrialização europeia.

Por isso, a ampliação da escala com a produção em câmpulas de vidro foi apenas a primeira transformação, e não a mais importante. Em 1946, John Roebuck e Samuel Garbett implementaram na Inglaterra câmaras de chumbo nas quais a combustão do enxofre com o salitre ocorria. Este metal não interagiu com o óleo de vitríolo como outros, e era muito mais resistente que o vidro e cerâmicas. Assim, novo salto na escala de produção foi dado. Com esse aperfeiçoamento tecnológico, o trabalho deu mais um passo distanciando-se do artesanal, de uma produção contextualizada social e historicamente, tomando características mais técnicas. As cerâmicas e vidraria exigiam atenção permanente sobre seu estado, sua resistência e suas condições. Era preciso verificar se havia fissuras ou frestas e realizar constantes ações de manutenção e reforço das vedações, mesmo durante as operações, o que requeria grande experiência e atenção dos trabalhadores.

63 A redução de preços foi tal que uma libra do ácido vitriólico passou a custar o mesmo que antes uma onça (0,0625lb) custava. Clow e Clow ainda informam que a fábrica de Ward e White utilizava recipientes de 40 a 50 galões (1945, p.132), o que pode variar de 150 a quase 230 litros, dependendo se o galão é imperial, americano ou outra variação. Demachy afirmou que para uma fábrica de ácido vitriólico na França no período em que escrevia (década de 1770) seriam necessários recipientes de vidro de 60, 100 ou mais pintos (pintes), sendo que cada pinto francês do período equivalia a 0,952 litros.

Com as câmaras de chumbo as habilidades exigidas eram outras. Durante as operações poucas intervenções eram realizadas, tratava-se mais de seguir as especificações e orientações técnicas sobre proporções de mistura, tempo de reação e procedimentos. Diminuía, portanto, a importância do trabalho humano cujas habilidades variavam historicamente, de região para região e também individualmente, e dava-se um passo no sentido da padronização do trabalho e da produção química, isto é, da produção de materiais de forma cada vez mais independente da origem das matérias-primas, da formação histórica dos trabalhadores e das aplicações dos materiais produzidos (FREZZOZ, 2012, p. 145–146).

Rapidamente, novo obstáculo se sobressaiu na produção do ácido vitriólico francês: a necessidade do uso do salitre, material estratégico na produção da pólvora. Na França, esse era um problema maior, pois o país não contava com reservas de salitre para exploração e a comercialização do salitre era monopólio real. Lavoisier passou a ser o responsável pela administração do salitre e da pólvora franceses em 1775, quando mudou com seu laboratório para o Arsenal e diz-se que foi capaz de ampliar os estoques e melhorar a qualidade da pólvora francesa⁶⁴. Mesmo assim, algumas das correspondências recebidas de Chaptal mostram que a qualidade e quantidade de salitre disponibilizados pelo governo francês seguiu limitando a indústria química francesa: “Muitas vezes fui obrigado a suspender minhas operações porque com frequência me faltou salitre e com mais frequência ainda o salitre era tão pobre que eu não podia sequer utilizá-lo”⁶⁵(Chaptal apud PERRIN, 1986, p. 526; tradução nossa), dizia uma carta de 1786 e, novamente, numa declaração ainda mais dura, em 1790:

Não vou encerrar esta carta sem falar da administração de salitre. Devo dizer que encontraram um modo de acabar as fábricas de água forte estabelecidas em Montpellier e, neste momento, nenhuma mais existe, como se pode ver pelos livros de vendas dos seus [do governo] escritórios. O comércio passou para Avignon, onde o salitre tem um preço competitivo [porque era território papal, não sujeito às tributações e restrições francesas]. Também impedem que as fábricas de óleo de vitriolo prosperem pelo custo e pela baixa qualidade do salitre de seus escritórios.⁶⁶(apud PERRIN, 1986, p. 529; tradução nossa)

64 Ver, por exemplo, relato de Marie-Anne Paulze Lavoisier (2011, p. 75)

65 Several times I have been obliged to suspend my operations because I very often lacked saltpetre and because even more often the saltpetre was so poor that I could not use it at all.

66 I shall not close this letter without speaking to you of the Saltpetre administration. I shall point out to you that you have found the way to bring down the aqua fortis factories established in Montpellier, and at this time none exists, as you can convince yourself from the sales books of your offices. The trade has passed to Avignon where saltpetre is competitively priced... You also prevent the oil of vitriol factories from prospering by the cost and poor quality of the saltpetre from your offices.

Por isso, os industriais e pesquisadores da produção em larga escala do óleo de vitriolo buscaram um método de produção do ácido vitriólico que dispensasse o uso do salitre ou reduzisse ao máximo a proporção de salitre necessária. De uma forma ou de outra, buscavam um controle cada vez maior dos componentes e processos, assegurando assim controle dos resultados.

A interpretação teórica do ácido vitriólico não havia mudado muito entre o que fora proposto por Stahl por volta de 1720 e o processo descrito por Demachy em 1773: no enxofre a ligação ácido vitriólico e o *flogisto* era muito forte e não poderia ser quebrada por qualquer outra substância na tabela de afinidades, sendo necessária uma combustão propiciada pelo salitre para inflamar o *flogisto*. O ar livre era necessário porque, como Stahl observara diversas vezes, o *flogisto* precisava dele para se inflamar. Os saltos observados na produção industrial eram devidos aos desenvolvimentos tecnológicos, primeiro na arte da vidraria e posteriormente à utilização do chumbo para os recipientes em que ocorria a reação.

No *Tratado elementar de química* (1789), Lavoisier trouxe a seguinte descrição do processo de produção industrial:

Nos grandes trabalhos das Artes, queima-se uma mistura de enxofre com salitre em câmaras cujas paredes são recobertas com folhas de chumbo; deixa-se um pouco de água no fundo para facilitar a condensação dos vapores. Elimina-se em seguida a água introduzindo o ácido sulfúrico obtido nas retortas. Destila-se a um grau de calor moderado; passa uma água ligeiramente ácida e resta o ácido sulfúrico concentrado. Nesse estado, ele é diáfano, sem odor e pesa mais ou menos o dobro da água. Prolonga-se a combustão do enxofre e se acelera a fabricação do ácido sulfúrico, introduzindo, nas grandes câmaras duplas de chumbo em que se faz essa operação, o vento de vários foles dirigidos para a chama. Evacua-se o gás azótico [nitrogênio] por longos canais, espécies de serpentinas em que ele permanece em contato com a água, a fim de retirar todo o gás ácido sulfuroso ou ácido sulfúrico que poderia conter. ([1789] 2007, p. 154)

As considerações sobre a produção em larga escala num tratado elementar cujos objetivos seriam apresentar os fundamentos mais essenciais da disciplina e seu encadeamento (D'ALEMBERT, 2015a [1755]) denotam a relevância desses processos para a química do período. As práticas industriais não diferiam em qualidade daquelas descritas por Demachy sobre as câmaras de chumbo, no entanto, as décadas de 1770 e 1780 foram acompanhadas de

desdobramentos teóricos importantes em relação aos ácidos em geral e também ao ácido vitriólico..

2.3 Oxigênio: *o princípio acidificante*

A constatação de que o ar não era uma substância simples, mas composta de diversos tipos de “ares” e a identificação de uma espécie de ar peculiar, à qual Lavoisier se referiria muitas vezes como “eminente respirável” e que Priestley identificou como ar *deflogisticado*, propiciou transformações importantes nas abordagens químicas sobre os ácidos.

Lavoisier passara a questionar a abordagem stahliana sobre a calcinação, baseando-se na observação de que as cais metálicas possuíam peso maior do que os respectivos metais e, portanto, não podiam ser resultado da perda de *flogisto*, mas do acréscimo de matéria. Ele argumentou, nos *Opuscules physiques et chimiques* ([1774] 1862a) que a elevação de peso era devida ao ar que se fixava nos metais durante a calcinação. Como prova, realizou experimentos nos quais constatava que o aumento do peso do metal era aproximado ao peso que era reduzido do ar.

Com a identificação do ar eminentemente respirável e o desenvolvimento de pesquisas e técnicas de estudos dos ares por químicos como Joseph Black e Priestley, Lavoisier voltou-se ao estudo da relação entre esse ar e os ácidos.

A partir da 1774 aplicou a mesma metodologia baseada na equivalência entre peso das substâncias iniciais e peso dos produtos finais que tinha utilizado no estudo da calcinação ao ácido fosfórico, ao nitroso e ao vitriólico. Por exemplo, sobre o ácido fosfórico Lavoisier explicou em 1776:

[...] quando o fósforo de Kunckel foi queimado sob uma campânula de vidro virada sobre a água, cerca de um quinto do ar contido sob a campânula foi absorvido; a redução que se observou no ar foi encontrada como acréscimo no ácido fosfórico que resultou da combustão, e concluí que este ácido era parcialmente composto de ar, ou, ao menos de uma substância elástica contida no ar⁶⁷ ([1776] 1862b, p. 129)

67 “lorsqu'on brûlait du phosphore de Kunckel sous une cloche de verre renversée dans de l'eau, un cinquième environ de l'air contenu sous la cloche était absorbé; que ce qui si trouvait de moins dans l'air se retrouvait en plus dans l'acide phosphorique qui résultait la combustion, et j'en ai conclu que cet acide était en partie composé d'air, ou, au moins, d'une substance élastique contenue dans l'air.”

E em 1777 concluiu que o ar eminentemente respirável fazia parte do ácido vitriólico ao notar que esse ar era obtido após a dissolução do mercúrio no ácido, seguida da destilação:

É claro que, uma vez que apenas ácido vitriólico e mercúrio são usados nesta operação, e como este último surge [ao final da operação] na forma metálica, como entrou [no início da operação], o ar eminentemente respirável só pode ser produto pertencente ao ácido vitriólico; portanto, como já havia adiantado, encontramos por análise, no ácido vitriólico, o ar deflogisticado ou o ar eminentemente respirável, que foi absorvido pelo enxofre durante sua combustão.⁶⁸ ([1777] 1862c, p. 197)

Assim, em 1778 propôs uma teoria dos ácidos, com o objetivo de fornecer um arcabouço teórico que explicasse e permitisse estabelecer previsões sobre esse domínio de fenômenos químicos, tal como já havia ocorrido na química dos sais, que, segundo Lavoisier, era a parte da química “mais aperfeiçoada, que pode ser considerada a parte mais certa e completa da química” ([1778] 1862d, p. 248).

Vimos que, para Stahl, os ácidos eram um tipo de sal, e o ácido vitriólico o mais elementar dentre todos. Em 1770 os químicos não consideravam o ácido um sal, e era um conhecimento consolidado na época o fato de que sais eram substâncias compostas de uma base alcalina ou terrosa e de um ácido. Quanto aos ácidos, trabalhavam com a interpretação de que eram compostos de terra vitrificável e água no caso do ácido vitriólico, e essas mesmas matérias acrescidas de outras em variadas proporções para os demais ácidos e os minerais que eram extraídos dos ácidos (enxofre para o ácido vitriólico, fósforo para a ácido fosfórico, etc.)

Lavoisier então, argumentou que uma vez que já se conhecia suficientemente as substâncias compostas – sais – cabia aos químicos “fazer, sobre os constituintes dos sais aquilo que os químicos, nossos predecessores, fizeram sobre os sais neutros [...] e recuar ainda mais os limites da análise química”⁶⁹ (1862d, p. 248).

Assim, a partir de 1778 generalizou para todos os ácidos aquilo que já havia concluído do ácido nitroso, fosfórico e vitriólico, a saber, que o ar eminentemente respirável era o *principio* constitutivo da acidez. Por isso conferiu a esse tipo de ar o nome de *principio*

68 “Il est clair que, puisqu'on n'emploie dans cette opération que de l'acide vitriolique et du mercure, et que ce dernier ressort sous forme métallique, comme il y était entré, l'air éminemment respirable ne peut être qu'un produit appartenant à l'acide vitriolique; donc, comme je l'ai avancé, on retrouve par analyse, dans l'acide vitriolique, l'air déphlogistiqué, ou air éminemment respirable, qu'il a absorbé pendant la combustion du soufre.”

69 “faire, sur les principes- constituants des sels neutres ce que les chimistes, nos prédécesseurs, ont fait sur les sels neutres eux-mêmes [...] et à reculer encore d'un degré les bornes de l'analyse chimique en ce genre”.

acidificante ou, utilizando termos gregos, *princípio oxigênio*, concluindo que sempre que ele se combinasse a uma substância, ela seria convertida em um ácido particular, exceto pelos metais, que eram convertidos em cais (apenas após a *Nova nomenclatura* passariam a ser designados óxidos).

A pretensão de Lavoisier não era, neste momento, a promoção de uma revolução abolindo o *flogisto* da química, como seria no final da década seguinte. Pretendia revolucionar a disciplina aperfeiçoando o entendimento químico sobre os ácidos à luz dos mais recentes desenvolvimentos tecnológicos e da metodologia lavoisieriana centrada na balança como índice das substâncias e de sua quantidade nas operações.

O químico francês entrou para a história da química como advogado da precisão matemática como valor cognitivo. Esta não é uma aceção equivocada e trataremos dela mais adiante, no entanto, não pode ser tomada de maneira absoluta, pois há graus de manifestação dos valores nas práticas científicas e assumir algo como ideal não significa atingi-lo plenamente a todo tempo. Deste modo, apesar de a concepção acerca do papel do oxigênio para o ácido sulfúrico datar de mais de vinte anos antes da publicação do *Tratado elementar de química*, nesta obra ainda não foi possível revelar rigorosamente a proporção entre enxofre e oxigênio:

Segundo uma primeira experiência do sr. Berthollet, 69 partes de enxofre queimado absorvem 31 partes de oxigênio para formar 100 partes de ácido sulfúrico. De acordo com uma segunda experiência, feita por outro método, 72 partes de enxofre absorvem 28 partes de oxigênio para formar a mesma quantidade de 100 partes de ácido sulfúrico seco. ([1789] 2007, p. 155)

Diante do estabelecimento da centralidade do oxigênio para os ácidos, no *Tratado elementar de química* Lavoisier expôs a necessidade de acrescentar salitre ao enxofre para propiciar a produção do ácido sulfúrico:

Para facilitar a combustão do enxofre e a sua oxigenação, mistura-se a ele um pouco de salitre ou nitrato de potassa em pó. Esta é decomposta e fornece ao enxofre uma porção do seu oxigênio, que facilita sua conversão em ácido. Apesar da adição de salitre, só se pode continuar a combustão do enxofre em vasos fechados, por maiores que sejam, durante um tempo determinado. A combustão pára por duas razões: 1º, porque o gás oxigênio se esgota e o ar em que se faz a combustão fica quase reduzido ao estado de gás azótico [com alta concentração de nitrogênio]; 2º, porque o próprio ácido que fica muito tempo em vapores cria obstáculos à combustão. ([1789] 2007, p. 154)

Como se vê, a abordagem *oxigenista* não fornecia naquele momento instrumento ou técnica para ampliar os limites que a indústria já experimentava na produção, especialmente a necessidade do uso do salitre, apenas proporcionava outra explicação teórica. Assim, a relação entre as práticas científicas e as industriais, embora tenha sido importante – como veremos na próxima seção – não foi imediata.

2.4 Afinidades entre atividade científica, atividade industrial e poder político

Jean Antoine Chaptal⁷⁰ foi um caso muito bem-sucedido de atuação simultânea na química e na indústria sendo um exemplo dos muitos pontos em que se cruzaram os caminhos da atividade científica e do desenvolvimento econômico. Após a Revolução Francesa e especialmente no período napoleônico atuou também como homem de Estado, contribuindo para moldar o arcabouço jurídico e administrativo do Estado Francês às necessidades do capitalismo industrial que florescia⁷¹. Também em sua atuação no estado Francês, Chaptal não foi um caso isolado, mas um exemplo entre tantos como o próprio Lavoisier, Guyton de Morveau, Fourcroy e Berthollet, que transitaram entre a atividade científica, o poder político e a atividade industrial. Os três últimos eram regularmente consultados sobre os incômodos ambientais da atividade industrial (ROUX, 2016, p. 168). Lavoisier como membro da Fazenda Geral e responsável pela administração da pólvora, Guyton de Morveau foi coautor com Chaptal de um relatório de 1804 sobre as manufaturas insalubres em que argumentaram que os industriais precisavam de segurança jurídica, do contrário nenhum se arriscaria a investir sabendo que poderia ser impedido de funcionar a depender das reclamações da vizinhança e da boa vontade de um magistrado (FREZZOZ, 2012, p. 150–151).

Havia também uma rede de relações entre membros do poder político, da burguesia nascente e cientistas. Lavoisier relacionava-se, no início da década de 1770, com Trudaine de Montigny, Intendente de Finanças e Diretor do Departamento de Pontes e Calçamentos. Em 1774, no laboratório desse último e com sua parceria, Lavoisier realizou pesquisas com o mercúrio precipitado que, conforme descrição de Priestley, liberavam o “ar eminentemente

70 Sobre a transformação teórica de Chaptal seguimos PERRIN (1986, seq. 3)

71 Sobre a atuação de Chaptal na regulamentação da atividade industrial no período napoleônico ver Fressoz (2012, cap. IV)

respirável”. No mesmo período, Montigny atuou na disputa entre o poder central Francês e o Parlamento de Rouen em torno da permissão para a operação da fábrica de ácido vitriólico de Holker, a primeira a utilizar câmaras de chumbo na França. O Parlamento de Rouen buscou impedir a fábrica devido às reclamações e aos danos ambientais e econômicos causados pelos dejetos e odores ácidos emanados, o poder central francês interveio, suspendeu o Parlamento e designou uma comissão para julgar o caso, a qual foi favorável à fábrica (FREZZOZ, 2012, p. 140–148) .

Dono de uma indústria química no sul da França, Chaptal começou produzindo água forte e ácido vitriólico na década de 1780 e em 1790 produzia mais de cinquenta substâncias químicas. Antes disso, passou três anos em Paris estudando química, onde travou contato com nomes como Foucroy e Bertholet. Retornando a Montpellier passou a ministrar um novo curso de química promovido pelo parlamento local e estabeleceu carreira acadêmica paralela à industrial.

Em 1782 ,Chaptal publicou na revista *Observation sur la physique* artigo sobre a produção de ácido sulfúrico a partir do enxofre com ácido nítrico. Seu objetivo era verificar se o ácido nítrico também era capaz de decompor o enxofre de sua ligação com o *flogisto*, como ocorria com o salitre. No laboratório o experimento foi bem-sucedido, mas não em maior escala. Na atividade industrial provavelmente não teria sido uma grande vantagem substituir o nitro pelo ácido nítrico, no entanto Chaptal queria produzir uma reação por deslocamento, simplesmente buscando uma substância que se combinasse ao *flogisto* do enxofre liberando o ácido sulfúrico.

Nos anos seguintes, até 1785, a compreensão teórica de Chaptal mudou, aproximando-se daquela de Lavoiser. Em estudo sobre a combinação do fósforo com ácido nítrico, Chaptal concluiu que o ácido nítrico teria sido decomposto, não o fósforo. Este havia se combinado com o *princípio* oxigênio resultando no ácido fosfórico. A adoção da teoria lavoisieriana dos ácidos por Chaptal ocorreu antes mesmo de outros adeptos da nova química que se tornaram famosos nos anos seguintes, como Fourcroy e Bertholet.

O próprio Chaptal afirmava que a mudança de perspectiva teórica teria ocorrido porque a abordagem lavoisieriana era mais adequada à atividade industrial, e que a teria aplicado com sucesso. É uma afirmação que não pode ser tomada ao pé da letra. Pode ter sido influenciada

pelo sucesso posterior da abordagem lavoisieriana e, por outro lado, não há um evento significativo na atividade das indústrias de Chaptal que possa ser relacionado de maneira inequívoca à adequação empírica ou outro aspecto da teoria lavoisieriana. Conforme mencionamos anteriormente, a teoria do oxigênio explicava de maneira distinta a produção do ácido sulfúrico, mas não foi acompanhada de aprimoramentos para esse processo.

Ainda assim, sustentamos que a abordagem *oxigenista* incorporava e manifestava expressamente alguns aspectos que também convergiam com caminhos que favoreciam o capitalismo químico nascente: uma ontologia *composicionista*, expressa no peso como medida da quantidade de matéria; relacionada essa ontologia, a uma concepção de pureza equivalente substâncias simples. Nesse percurso os caminhos da química convergiram com os da indústria, numa relação de reforço mútuo.

a) Ontologia *Composicionista*

A ontologia *composicionista* considerava que as substâncias ou materiais poderiam ser manipulados e decompostos por análises químicas até que se separe as substâncias mais simples ou elementares e que, ainda assim, são manipuláveis como as substâncias compostas. Sendo assim, os componentes poderiam ser rastreados através das reações (pelo menos nas reações mais simples) e deveria ser possível constatar que uma substância que estivesse presente numa reação no início, estaria presente também no produto final. O fato de algumas substâncias serem mais facilmente separadas e manipuladas era uma questão técnica, que poderia ser enfrentada com desenvolvimentos metodológicos e de instrumentos.

É uma ontologia distinta, portanto, de uma *principialista*, para a qual os *princípios* que conferem propriedades aos corpos não podem ser acessados isoladamente. O *espírito de vitriolo*, era mais puro do que o próprio vitriolo na medida em que era mais próximo do *princípio espírito*, mas não era o puro *princípio*.

O *composicionismo* do século XVIII era também distinto do *atomismo* ou do *corpúscularismo* assumido por Boyle de que tratamos anteriormente:

compostos químicos [desde o final do século XVII e durante todo o século XVIII] eram formados por blocos de construção unidos por afinidades químicas eletivas. Em vez de entidades filosoficamente definidas – como átomos, corpúsculos elementos aristotélicos e princípios paracelsianos – os químicos identificavam esses tijolos como substâncias químicas, as quais, em experimentos poderiam ser isoladas

e manipuladas para recompor o composto químico (KLEIN; LEFÈVRE, 2007, p. 113).

A concepção *composicionista* se abstinha em relação à natureza dos constituintes últimos da matéria; ela era, nesse sentido, mais próxima dos modos de operar dos químicos, pois, independente de quais entidades fossem supostas como constituintes dos corpos, em nenhum caso estava no horizonte a sua manipulação.

A química de Stahl continha elementos *atomistas* e *principlistas*. Sua teoria da matéria postulava que os constituintes últimos da matéria eram *átomos* inacessíveis aos pesquisadores. Mesmo os corpos *mixtos* não eram acessíveis, e os químicos apenas poderiam manipular os corpos agregados (compostos de *mixtos*). Os *princípios*, como o *flogisto* ou a *terra vitrificável* que conformava o ácido vitriólico tampouco eram manipulados diretamente. Era, portanto uma teoria da matéria que postulava átomos e *principlista*. As práticas químicas de Stahl eram realizadas sobre os corpos *agregados*, pois eram estes últimos que possuíam peso e propriedades químicas acessíveis, eram eles os tipos de substâncias com as quais as operações eram realizadas, eram os agregados que poderiam ser estudados, rastreados nos experimentos e cujas propriedades poderiam ser conhecidas (METZGER, 1974, p. 124–127). A química de Stahl preocupava-se com a composição dos corpos de uma forma consideravelmente distinta do que se tornaria mais comum ao longo do século XVIII. Ainda que manipulasse os agregados, buscava por meio deles acessar, indiretamente, os *princípios*. Como vimos, a propriedade que os sais possuíam de ser dissolvidos em água indicaria a presença do *princípio aquoso*, assim como a propriedade de combinar-se aos metais indicava a presença do *princípio terroso*.

As tabelas de relações ou afinidades, como a de Geoffroy, são exemplos de abordagens *composicionistas*, abstinham-se de ir além da relação de afinidade entre as substâncias e os componentes e compostos eram entidades químicas ontologicamente semelhantes, igualmente acessíveis, embora aqueles fossem mais simples.

Lavoisier, portanto, não foi o primeiro a pressupor uma ontologia *composicionista*, mas foi um de seus expoentes, tornando-a explícita, por exemplo, na definição provisória de elemento químico que ofereceu no Discurso Preliminar do *Tratado elementar de química*:

se [pelo termo elemento] queremos expressar a ideia do último termo ao qual é possível chegar pela análise, então, todas as substâncias que ainda não puderam ser decompostas por algum meio são para nós elementos; não porque possamos

assegurar que estes corpos, que consideramos como simples, não sejam eles próprios compostos de dois ou mais princípios, mas porque, não tendo ainda sido possível separá-los ou, melhor dizendo, faltando-nos os meios para o fazer, são para nós corpos simples que devemos considerar como tais até que a experiência e a observação nos manifestem o contrário. (2011, p. 57)

Apontamos acima que a ontologia *composicionista* pressupunha a possibilidade de acessar e rastrear as substâncias simples, no entanto, o indicador e a medida da quantidade das substâncias não eram dados de antemão. Lavoisier estabeleceu, em sua abordagem, desde o início dos anos 1770, o peso como medida. Por isso a balança cumpria papel central no sistema *oxigenista*:

Não se conhece, até agora, nenhum meio melhor para determinar as quantidades dos materiais que se empregam nas operações químicas e as que se obtêm no resultado das experiências do que medi-las em equilíbrio com outros corpos, cujos pesos já estejam estabelecidos para termos de comparação. ([1789] 2007, p. 232)

Conforme ressaltou Hasok Chang, para que se aceitasse as argumentações de Lavoisier em relação ao peso era necessário aceitar duas premissas essencialmente *composicionistas*: a de que o peso é uma medida boa e adequada da quantidade de substâncias químicas e de que essa medida é conservada através das reações (2012, p. 36).

Havia, é verdade, substâncias no próprio sistema lavoisieriano que não possuíam peso, a saber, a luz e o calórico. Ambas apareceram no *Tratado elementar de química* ao lado do oxigênio, hidrogênio e nitrogênio como “substâncias simples que pertencem aos três reinos e que se pode considerar como elementos dos corpos”.

Outro aspecto que parece contradizer a ontologia *composicionista* é que Lavoisier se referia ao oxigênio como *princípio*, tanto quando lançou mão do conceito pela primeira vez nas *Considérations générales sur la nature des acides* (1778), até a publicação do *Tratado elementar de química* em 1789.

No entanto, embora a designação *princípio* fosse atribuída apenas para o oxigênio e ao calórico no *Tratado elementar de química*, este termo era utilizado por ele como equivalente a elemento ou substância simples, ou seja, como algo que pode ser isolado e medido. Em relação ao fato de luz e calor não possuírem peso, não significava que suas quantidades não poderiam ser medidas e quantificadas com as técnicas adequadas. Lavoisier almejava

desenvolver métodos para a quantificação do calórico e trabalhou com Laplace no desenvolvimento de calorímetros (LAVOISIER; LAPLACE, 1862 [1780]).

Além dos pressupostos ontológicos *composicionistas*, havia problemas práticos para a aceitação do uso do peso como medida da quantidade das substâncias. Lavoisier dedicou-se, junto com os profissionais responsáveis por seus instrumentos, ao desenvolvimento de balanças cada vez mais precisas. Portanto, aceitar os dados descritos por ele era, muitas vezes, confiar em dados que poderiam ser produzidos e reproduzidos apenas em seu laboratório. Outra dificuldade eram as unidades de medida, poderiam variar muito de um Estado para outro, assim como suas frações, o que prejudicava a comunicação científica.

Para contrapor essa última dificuldade, o autor do *Tratado elementar de química* advogou em favor da padronização de frações decimais, não importando quais unidades de medidas que fossem utilizadas, de modo que os químicos poderiam se colocar em acordo sobre as proporções entre elas:

Pouco importa, na maior parte das experiências que eles [os químicos] tenham empregado uma quantidade A ou B de material, contanto que exprimam claramente os produtos que foram obtidos de uma ou outra dessas quantidades, em frações de um uso cômodo cujo resultado seja igual ao todo utilizado. ([1789] LAVOISIER, 2007, p. 233)

Foi necessário, portanto, um processo de desenvolvimento e adaptação do peso como parâmetro para rastrear componentes químicos. Apesar disso, ele foi adotado porque “funcionou bem o suficiente para Lavoisier e seus contemporâneos”(H. CHANG, 2012, p. 40). Funcionou bem porque, com algum esforço, a utilização do peso como medida permitia que as experiências fossem simplificadas “o máximo possível”, de modo que delas se afastasse “todas as circunstâncias que podem complicar seus efeitos” (LAVOISIER, 2007, p. 53). O peso era uma propriedade que toda substância simples possuía, poderia servir, portanto, como meio para estabelecer as relações entre elas, independentes das demais propriedades entre as quais era muito difícil estabelecer equivalência.

Contudo, veremos a seguir que o estabelecimento de quais circunstâncias seriam essenciais aos experimentos e quais seriam aquelas que poderiam ser excluídas para não “complicar seus efeitos” foi obra conjunta dos químicos do século dezoito.

b) Substâncias Puras

Além das premissas ontológicas e das dificuldades técnicas, havia outros problemas bastante concretos com a aceitação do peso como a principal medida aferidora de substâncias e componentes, como exemplifica a crítica de Priestley a Lavoisier sobre a composição da água:

Para apresentar sua visão da composição da água na forma de uma equação quase algébrica, Lavoisier descrevia um experimento idealizado no qual oxigênio e hidrogênio combinavam-se para formar água pura. Além de descartar a solução ácida que Priestley sempre obtinha neste experimento como um efeito da impureza devido à presença de nitrogênio nos reagentes, Lavoisier desenvolveu procedimentos experimentais sofisticados e aparato de laboratório elaborado visando eliminar todos os efeitos de impureza de seus resultados e produzir os dados idealizados necessários para a formulação das ‘verdadeiras equações em química’. Priestley era cético dos resultados obtidos nesses experimentos idealizados, os quais ele criticava por serem ‘caros’ e ‘complexos’ demais, e por utilizar muito ‘cálculo’ e ‘permissividade’ ao avançar dos dados experimentais às conclusões teóricas. (MCEVOY, 1988, p. 316)

Priestley criticava que Lavoisier lançasse mão da noção de impureza para ignorar ou descartar resultados que, segundo a teoria *oxigenista* não eram necessários e, no entanto, ocorriam repetidamente. Como no caso da ontologia *composicionista*, não se pode imputar a Lavoisier a criação do conceito de substância pura e de seu complemento negativo, a impureza, na química do século XVIII, pois foi obra de todo o século.

Para Le Febvre, o impuro seria precisamente “aquilo que poderia interromper a perfeição das ações que conduzem o mixto até o objetivo de sua predestinação natural”⁷² (1674b, p. 59) Todos os corpos naturais – minerais, vegetais ou animais – passavam por processos semelhantes de criação, crescimento, maturação e putrefação, e a matéria de um reino passaria a outro após cumprido seu ciclo. As impurezas seriam qualquer coisa que interferisse nesse ciclo, “na predestinação natural”. É nesse sentido que podemos interpretar também a afirmação de Lemery que citamos anteriormente de que “Enfim, pela separação do puro e do impuro ela [a química] nos faz compreender a ordem que Deus observou na criação do universo” (1675, seq. Preface). Tudo, portanto, que prejudicasse a ação dos *principios* na matéria poderia ser considerado impureza.

⁷² ce qui pouvoit interrompre la perfection des actions qui conduisent le mixte jusques au but de as predestination naturelle.

Havia ainda, uma noção mais relativa de pureza, pois Le Febvre afirmava que durante o trabalho no laboratório uma substância pura seria aquela útil aos propósitos do químico na ocasião (1674b, p. 54–56). No processo de anatomia dos *mixtos*, a impureza era associada ao que não consistia no produto sob ação de apenas um dos *princípios*. Assim, se junto à *fleuma* de uma substância estivesse misturado um pouco de *espírito*, este seria uma impureza naquele caso, por isso, qualquer substância seria mais pura conforme estivesse mais próxima do puro *princípio*. Entretanto, um *princípio*, quando em seu estado mais puro não seria acessível e os químicos manipulavam efetivamente apenas as substâncias impuras, aquelas em que os *princípios ativos* se encontravam misturados a substâncias corpóreas.

Também para Stahl os *princípios* eram “muito raramente encontrados em sua pureza” (STAHL, 1730, p. 12), Nesse sentido, afirmava que o “ácido vitriólico é o mais puro” (1771, p. 139), pois era o que exibia de maneira mais límpida as características essenciais dos ácidos.

Stahl também utilizava uma noção mais concreta de pureza para se referir a processos corriqueiros, como purificação do vitriolo, do salitre, ou outras substâncias. Contudo, o próprio exemplo do vitriolo mostra como mesmo essa noção concreta de pureza era distinta daquele conceito que tomaria forma e força na química do século XVIII, pois tratava-se de uma noção aplicada a corpos agregados, dotados de massa, independente de serem *mixtos* como ouro, prata ou ácido universal ou compostos como vitriolo, salitre ou enxofre. A purificação consistia em eliminar outras substâncias visando potencializar as propriedades ativas essenciais dos vitriolos, salitre, ouro, ácido universal ou qualquer outro corpo.

Ao longo do século XVIII os químicos passaram a trabalhar com a noção de substância pura como aquela substância simples que poderia ser recuperada de uma operação reversível, sendo, portanto, rastreável (KLEIN; LEFÈVRE, 2007). Era equivalente à definição de elemento que seria explicitada por Lavoisier. Por meio desses processos, as substâncias seriam separadas de outras substâncias simples e também de outras matérias a que estivessem misturadas por processos naturais ou devido ao armazenamento, transporte, etc., e que poderiam ser designadas impurezas.

Um bom exemplo de substâncias puras nessa acepção eram aquelas que constavam na tabela de relações de Geoffroy (figura 5): ácido marinho, ácido nitroso, ácido vitriólico, álcali fixo, álcali volátil, ferro, cobre, mercúrio, prata, ouro, estanho, antimônio, chumbo. Essas

substâncias raramente eram encontradas na natureza como tais, mas eram processadas em técnicas artesanais ou manufactureiras, algumas há séculos, outras há apenas alguns anos. A pureza então, tornou-se acessível aos pesquisadores e profissionais, que poderiam atingi-la com os instrumentos ou equipamentos adequados em laboratórios ou fábricas. Na medida em que era acessível, tornou-se também mais precisa, pois não se tratava mais de atingir o maior grau de pureza “possível”, mas de separar as substâncias puras do que não fazia parte delas, “de afastar todas as circunstâncias que podem complicar seus efeitos” e de desenvolver processos capazes de atingir os mesmos resultados todas as vezes, ou na maioria delas, assegurando-se de quais eram as substâncias puras e suas propriedades.

A abordagem *oxigenista* tomou essa noção implícita de substância pura como premissa expressa na própria definição de elemento. Condizente com a ontologia *composicionista* considerava a separação e identificação das substâncias simples e suas propriedades o propósito da disciplina:

A Química, ao submeter a experiências os diferentes corpos da natureza, tem por objetivo decompô-los para *examinar separadamente as diferentes substâncias que entram na sua combinação*. [...]

A Química marcha, portanto, para o seu objetivo rumo à sua perfeição, dividindo, subdividindo e tornando a subdividir ainda, e ignoramos qual será o término do seu sucesso.([1789] LAVOISIER, 2007, p. 118, grifo original)

A noção de pureza relacionada às substâncias simples mostrou-se fértil heurísticamente e esteve na base das tabelas de relações e pesquisas relacionadas aos sais. Muitos desenvolvimentos técnicos e nos instrumentos também foram feitos buscando o refinamento das amostras, a separação e identificação das substâncias, propiciando a criação de todo um ramo que foi a química pneumática.

No entanto, era limitada a um domínio restrito das atividades químicas, pois dificilmente poderia ser aplicada às matérias de origem vegetal ou animal (KLEIN; LEFÈVRE, 2007, cap. Conclusão). As críticas de Priestley mostram que mesmo no reino mineral, no qual a concepção de pureza poderia ser aplicada, sua utilização não era desprovida de ambiguidades. A divergência sobre se alguns resultados eram produto de impurezas ou da combinação dos reagentes era uma divergência sobre quais eram, de fato, as substâncias puras e suas propriedades e, para Priestley, a definição lavoisieriana servia mais à teoria do *oxigênio* do que às evidências empíricas.

Essa divergência não se deu exclusivamente no âmbito científico, mas também na esfera da produção. Para a manufatura e fabricação artesanal, muitas vezes aquilo que os químicos designariam como impurezas era particularmente importante para o trabalho. A substituição da soda natural pela artificial na França no início da segunda década do século XIX é um exemplo do esforço conjunto entre químicos, industriais e autoridades do Estado na criação de um mercado para os produtos químicos (FREZZOZ, 2012, p. 153–156).

Durante a guerra com a Espanha (1808-1810 aprox.) a soda natural não podia ser importada. Assim, industriais como Chaptal, que investiram em indústrias de produção de soda artificial viram seus lucros aumentarem de maneira exponencial. No entanto, a soda artificial não substituiu a contento a soda natural. Para os artesãos não havia uma única soda natural, mas vários tipos de soda: as algas da Normandia serviam aos vidreiros devido às matérias ferrosas; algumas barrilhas espanholas serviam para o sabão e a soda de Alicante era particularmente adequada aos tintureiros. A soda artificial, por outro lado, conferia ao sabão odores nauseabundos, desgastava o tecido dos tintureiros e não produzia um vidro límpido. Seria utilizada, portanto, apenas enquanto o acesso ao produto natural fosse severamente dificultado.

Os conhecimentos químicos contribuiriam para reverter a situação. Com a invenção da dosagem alcalimétrica por Descroizilles em 1806 todas as sodas foram reduzidas a uma mesma escala, e as diferenças entre elas seriam de grau de concentração, não de qualidade, sendo a soda artificial a mais forte. Caberia aos artesãos apenas saber manipular adequadamente a soda artificial, diluindo a concentração quando necessário, complementando com sílica no caso dos vidreiros ou extraíndo os sulfatos para os fabricantes de sabão. A soda artificial, argumentava-se, era superior às naturais por ser homogênea, livre de impurezas.

Os procedimentos para sua manipulação e as proporções utilizadas seriam, portanto, sempre os mesmos. Para a organização do trabalho, esse fato também teve implicações, pois dispensava o conhecimento prático do artesão que conhecia o sabor, odor e consistência das matérias com que trabalhava e derrubava uma das barreiras para a ampliação da escala de produção ao garantir que mesmo uma grande quantidade de matéria-prima era homogênea e se comportaria da mesma forma.

Desse modo, foi operada uma transformação na noção de soda não apenas na química, mas fora dela, promovendo a transformação de sistemas de conhecimentos tradicionais de longas décadas e mesmo séculos. A soda agora seria sempre a mesma, em qualquer lugar, não importando a origem, a forma de extração ou obtenção. Entre os artesãos e operários essa transformação foi acompanhada da desvalorização relativa de sua experiência, de seu domínio sobre a arte e de seu trabalho, pois para uma substância que era sempre a mesma em qualquer lugar, cujos procedimentos eram previsíveis, repetitivos e altamente controláveis, bastava um trabalhador qualquer, treinado com alguns manuais.

c) Convergências entre química científica e industrial

A teoria *oxigenista*, com a utilização dos pesos como referência às quantidades de matéria e a noção de substância pura equivalente a substância simples convergia com o desenvolvimento da atividade industrial química. A convergência, que aparecia como confirmação da própria abordagem *oxigenista* pode ter favorecido a adoção precoce, por Chaptal da teoria dos ácidos lavoisieriana.

Na indústria a quantidade de materiais já era frequentemente expressa pelo peso. E no caso das importações e exportações era preciso encontrar equivalências e conversões nas medidas que permitissem a compra e venda. Também interessava sobremaneira aos industriais a correta proporção entre os reagentes. No caso do ácido vitriólico ainda pesava o fato de que o maior gargalo na segunda metade do século era a dependência do salitre – recurso escasso e controlado pelo governo central francês – para produzir o ácido a partir do enxofre. Assim, a redução da proporção de salitre na reação era preocupação premente na indústria. E nesse caso, a redução da proporção — e dos custos — era também mais adequadamente expressa pelo peso.

A indústria também precisava de ferramentas que pudessem padronizar cada vez mais as matérias-primas e produtos. O exemplo da soda demonstrou que a possibilidade de tratar a substância como sempre a mesma, independente do local e forma de extração permitiu um salto na atividade industrial. A padronização das substâncias, assim como a introdução das câmaras de chumbo na produção do ácido vitriólico contribuíram para a descontextualização

do saber dos trabalhadores, que se tornava cada vez mais técnico, passível de ser ensinado ou treinado.

É preciso destacar que as convergências entre química e atividade industrial não eram, de forma alguma, exclusivas da química lavoisieriana. Ao contrário, os caminhos e trajetórias dos químicos cruzavam-se com a atividade industrial de diversas formas. Mencionamos, no início desta seção a controvérsia em torno da fábrica de ácido vitriólico de Holker em Rouen, que levou à suspensão do Parlamento. O químico de Dijon, Guyton de Morveau, teve atuação decisiva em disputas que ameaçavam a indústria ao constatar que alguns vapores ácidos, apesar de incômodos, poderiam efetivamente limpar o ar foi fundamental, em trabalho que serviu de orientação para os químicos em ações que se seguiram.

Em 1773, Guyton de Morveau utilizou ácido marinho para acabar com os odores pútridos de uma catedral de Dijon, devidos aos cadáveres lá sepultados. Os odores indicavam a presença de amoníaco e Morveau tinha a hipótese de que o ácido marinho se combinaria ao amoníaco em um sal neutro, como de fato ocorreu. A generalização dessa constatação particular para todos os ácidos e para todo tipo de ar fundamentou o posicionamento teórico e prático de boa parte dos químicos que eram chamados a se posicionar nas divergências entre industriais e a população do entorno das indústrias (ROUX, 2016). A solução preconizada para os incômodos gerados pela indústria era a mesma que propiciaria os progressos na atividade científica: o desenvolvimento tecnológico, com melhores instrumentos e técnicas, seriam reduzidos os danos ou, seria desenvolvida nova tecnologia para mitigar os danos já produzidos.

2.5 Um longo século para a química

Vimos neste capítulo que a história da química no século XVIII é também a história do ácido vitriólico (e sulfúrico) na química. Substância central na teoria dos ácidos de Stahl e na dos ácidos de Lavoisier, tornou-se também o cerne da atividade manufatureira e industrial nascente. O experimento e o laboratório tornaram-se os guias incontestes do conhecimento em química e o ideal de uma ciência útil que, na química ainda mais do que em outras áreas, implicava no *controle da natureza* não era posto em dúvida. Os químicos foram parte ativa na construção de condições para ampliação da produção manufatureira, envolvendo-se

diretamente nos processos industriais ou indiretamente, no aprimoramento dos materiais ou dos processos e na atuação junto ao Estado para favorecer as atividades industriais, contribuindo para criar pontes e estabelecer relações de afinidades entre ambos os ramos da ação humana.

Paralelamente, uma ontologia *composicionista*, que não se comprometia com os constituintes últimos da matéria e focava nas operações de análise e síntese foi forjada e ganhou corpo. Embora ela fosse, em última instância, incompatível com uma ontologia *principalista*, ambas orientaram os trabalhos dos químicos ao longo do século.

Pudemos constatar neste capítulo que, no período temporal considerado, elementos como o *composicionismo*, o *controle da natureza*, a descontextualização, e finalmente a ressignificação de conceitos tais como "puro", "artificial" e "empírico" operam todos de forma interligada e com importância crescente, não só ordenando a prática científica e o conhecimento científico, mas também apresentando ressonâncias com o panorama reinante nos contextos técnico, industrial, econômico e social da época. No próximo capítulo encontraremos uma linguagem teórica apropriada para analisar esse tipo de processo na ciência – o modelo de interação ciência valores de Lacey e Mariconda – e no último capítulo um outro modelo teórico relevante – o de estilos de pensamento de Fleck.

Capítulo 3 Química, Ciência e Valores no século XVIII

3.1 Valores e transformações na ciência

Práticas sociais complexas, como a atividade científica, são orientadas por valores sustentados por uma comunidade ou coletivo. Esses valores podem ser cognitivos e dizer respeito exclusivamente ao processo de conhecimento, por exemplo, o *empirismo* que preconiza que os fatos empíricos devem informar, justificar e limitar o trabalho teórico e que se impôs no século XVIII em contraposição à concepção que vimos expressa por Le Febvre. Podem também ser valores sociais, como o *controle da natureza* que se expressava no ideal de uma ciência útil defendido por Stahl como critério definidor do caráter científico de uma prática.

No estudo da química do século XVIII, a análise dos valores é particularmente relevante devido ao ambiente cultural e social de intensas transformações que promoveu mudanças consideráveis nas perspectivas de valores da sociedade europeia e, especialmente, da comunidade ilustrada e dos praticantes de ciências, trazendo consigo implicações práticas. Para empreender esta análise, nos apoiaremos no Modelo de Interação entre Atividade Científica e Valores (M-CV) (LACEY; MARICONDA, 2014) cuja abordagem favorece o exame dos eventos históricos sem enquadrá-los em um esquema filosófico pré-fixado e, portanto, respeitando a complexidade histórica a que nos propomos, ao mesmo tempo que sugere os mecanismos pelos quais podemos reconhecer o sentido histórico dos eventos por meio do estabelecimento de relações de reforço mútuo entre perspectivas de valor.

Antes de passar à aplicação do M-CV ao nosso estudo de caso, objeto do próximo capítulo, é importante justificarmos de maneira mais detalhada tanto nossa opção pelos valores como elementos centrais para a análise, seu papel na atividade científica e, em seguida, expor de maneira ainda breve, mas com certo nível de detalhamento o M-CV.

Uma vez que na exposição histórica já ressaltamos a imbricação e inseparabilidade da dimensão axiológica nas práticas científicas que examinamos, iniciaremos aqui por outro caminho: exporemos, pela negativa, como a ausência da dimensão axiológica prejudicou a apreciação mais adequada dos eventos relacionados à química no período em que estudamos

ao notar, como esse episódio, central em *A estrutura das revoluções científicas* (KUHN, 2017, p. [1962]), perdeu relevância na obra kuhniana na medida em que este reduziu o escopo do papel cumprido por aspectos “metodológicos” nas divergências científicas.

A expressão *incomensurabilidade* como referência à impossibilidade de comparação entre teorias científicas apareceu na literatura de filosofia da ciência da década de 1960 com Thomas Kuhn ([1962] 2017) e o artigo “Explanation, reduction and empiricism” de Paul Feyerabend (1962). Em *A estrutura das revoluções Científicas*, o conceito era multidimensional, como era a própria concepção de paradigma. Os paradigmas eram incomensuráveis por diferenças na linguagem e no esquema conceitual que podiam impossibilitar a tradução, ou por se dedicar a conjuntos de problemas distintos, não consideravam relevantes os mesmos dados observacionais, ou ainda porque respondiam a diferentes padrões de avaliação teórica ou pela interpretação dos mesmos padrões (DOPPELT, 2006).

Posteriormente Kuhn buscou refinar e precisar o conceito, conforme explicou em *O caminho desde a estrutura*:

[Feyerabend] restringiu a incomensurabilidade à linguagem; eu falei também sobre diferenças nos ‘métodos, campo de problemas, padrões de solução’, algo que não mais faria, exceto pelo ponto considerável de que tais diferenças são consequências necessárias do processo de aprendizagem da linguagem. (2006, p. 48 nota 2)

Hoyningen-Huene e Howard Sankey (2001, p. ix–xv) desenvolveram a sugestão de Kuhn e estabeleceram a distinção entre incomensurabilidade semântica e metodológica. A primeira diz respeito à variação semântica dos termos empregados pelas teorias, especialmente às transformações na taxonomia – na classificação das entidades –, que não encontram um vocabulário comum para se expressar, o que leva a que não possam ser comparadas.

Em sua aplicação à revolução química do modelo de revolução científica apresentado em *A estrutura das revoluções científicas*, Hoyningen-Huene (2008) apresenta as expressões da incomensurabilidade semântica:

As mais palpáveis e básicas dessas mudanças na revolução química dizem respeito ao estatuto dos metais, ar e água. Metais passaram do conjunto de compostos (cales mais flogisto) para o conjunto de elementos. Água e ar perderam o estatuto de elementos que por mais de dois milênios fora

inconteste: água tornou-se um composto e ar uma mistura de diferentes gases. Ao mesmo tempo, a compreensão do termo ‘elemento’ mudou. Na tradição mais antiga, um elemento recebia qualidades particulares dos princípios enquanto agora era uma substância química elementar no sentido de ‘qualquer substância que não poderia ser analisada [em substâncias constitutivas] por meios químicos’, com propriedades características intrínsecas.(2008, p. 111–112).

As transformações na nomenclatura, com introdução de novo vocabulário, por sua vez, seriam um reflexo dessas mudanças fundamentais e revolucionárias.

Pela tese da incomensurabilidade metodológica, por outro lado, seriam os diferentes critérios de avaliação de teorias que impediriam a comparação. Esses critérios envolveriam a ontologia, a escolha dos dados relevantes, campos de problemas e padrões de solução e valores⁷³. Como sinalizamos acima, Kuhn abandonaria essa segunda concepção de incomensurabilidade, debruçando-se apenas sobre a semântica.

No entanto, para o caso em que estudamos o abandono da análise destas instâncias metodológicas da atividade científica implica a impossibilidade de compreensão das imensas transformações por que passou este ramo de estudo, conforme a própria obra de Kuhn expressa: Após *A estrutura das revoluções científicas* e a *Tensão essencial* Kuhn não retomaria a revolução química este episódio como exemplar de revolução científica (BLUMENTHAL, 2013), mudança que ocorreu paralelamente à restrição da concepção de incomensurabilidade à semântica. Isso provavelmente ocorreu porque as principais distinções entre as abordagens *oxigenista* e *flogistonista* não residiam na semântica, apesar do que apontou Hoyningen-Huene na citação que transcrevemos acima.

O ar perdeu seu estatuto de elemento aristotélico já em 1727 pelas pesquisas de Stephen Hales, aprofundadas posteriormente por *flogistonistas* como Joseph Black, Henry Cavendish e Priestley que ampliaram e aprofundaram a química pneumática. Não foi difícil para a abordagem *flogistonista* deixar de considerar o ar um elemento inerte e passar a considerá-lo composto de outras substâncias simples. Os *flogistonistas* também seguiram trabalhando com a água concebida como substância composta, fato descoberto primeiramente pelo *flogistonista* Cavendish. (MCEVOY, 2015)

Sobre a mudança do estatuto dos metais, ela foi maior do que a apontada por Hoyningen-Huene, uma vez que eles não eram, na concepção *flogistonista*, substâncias

⁷³ Sobre as diferentes dimensões da incomensurabilidade em Kuhn ver também Bezerra (2012).

compostas, mas corpos sob ação do *princípio flogisto*. Quanto à transformação no conceito de elemento, explicamos no capítulo anterior que o conceito de elemento para Lavoisier era o de substância simples, e é precisamente com esse estatuto que ferro e cobre aparecem na tabela de relações de Geoffroy de 1718. A concepção de substância pura como substância simples foi desenvolvida ao longo do século XVIII, desde as primeiras tabelas de afinidades em 1718 e foi assumida por Lavoisier e seus colegas na *Nova nomenclatura* e no *Tratado elementar de química*. Hasok Chang (2012, 2015) e Ursula Klein (2015) também já destacaram esse aspecto da transformação ontológica como obra dos químicos de todo o período. Por isso, inclusive abordagens *flogistonistas* poderiam operar, em alguns casos, com a noção de substâncias simples equivalente à definição provisória de elemento fornecida no *Tratado elementar de química*. No entanto, uma abordagem *flogistonista* dependia, em última instância, de uma concepção *principialista*, segundo a qual os *princípios* e, especialmente o *flogisto* conferiam propriedades aos corpos em que se encontravam. Essa diferença importante entre as abordagens reside na ontologia, nas concepções acerca da constituição dos corpos materiais, não na semântica, e uma certa tensão entre elas se expressou por todo o século.

O estudo centrado na transformação dos conceitos também deixa escapar que as operações químicas em laboratório, que por séculos foram meras aplicações técnicas do conhecimento teórico terminaram o período em análise como centro nervoso da disciplina, e que o âmbito empírico que era acessório ao processo de conhecimento passou a ser o início e fim da atividade científica. Lado a lado com essas transformações, houve mudanças, refinamentos e inflexões nos objetivos da atividade científica e nos padrões para identificar uma boa ciência.

3.2 Valores e práticas sociais

Em trabalho anterior (GOMES, 2014) estudamos os valores cognitivos e sociais envolvidos na abordagem lavoisieriana. O foco do trabalho eram os valores cognitivos e sociais envolvidos no desenvolvimento e na disseminação da teoria do oxigênio proposta por Lavoisier. Parecia-nos incompleto um estudo descontextualizado do desenvolvimento e disseminação da teoria do oxigênio interessando-se apenas nos aspectos exclusivamente cognitivos, particularmente num momento histórico de agudas transformações sociais.

Assim, situamos as pesquisas na química do século XVIII no contexto de valores que emergiam no bojo do iluminismo e de uma profunda crise política, social e econômica que acabaram por levar a revolução social à ordem do dia. As mulheres e homens de ciência, assim como os demais seres humanos, orientam suas ações a partir de determinadas perspectivas de valor, isto é, de acordo com certo conjunto de valores articulados, que se contradizem ou se reforçam mutuamente.

O papel dos valores como orientadores da ação dos cientistas já foi desenvolvido por Kuhn em *A estrutura das revoluções científicas* e, especialmente, no artigo “Objetividade, juízo de valor e escolha teórica” do livro *A tensão essencial* (1977, p. 330–331) argumentou que os valores sustentados pelos cientistas, partilhados entre os adeptos de uma matriz disciplinar cumpririam papel de critérios para a avaliação e escolha de teorias e práticas científicas. Os profissionais da ciência, quando diante de duas teorias científicas distintas sobre o mesmo domínio de fenômenos, decidiriam em favor de uma ou outra de acordo com valores como grau de acurácia em suas predições, coerência interna, adequação empírica e utilidade social. A decisão, nesse caso, não poderia ser algorítmica, pois haveria ambiguidades inescapáveis nas decisões orientadas por valores: as teorias não podem exibir todo o conjunto de valores no mais alto grau, assim como os membros da comunidade podem atribuir pesos diferentes a cada valor. Por essa razão, a escolha entre teorias não poderia ser compreendida de um ponto de vista estritamente lógico.

Um exemplo de articulação entre valores e normas que orientam a conduta individual foi fornecido por Merton ([1942] 2013a) quando apontou os elementos do *ethos* científico:

- *Comunalismo* em que a valorização do conhecimento científico como bem comum tem como consequência a conduta de negar que seja apropriado de maneira privada;
- *Universalismo* que valoriza o conhecimento produzido independente das características de quem o produziu, não reconhecendo pátria, nação, grupo ou classe social nos desenvolvimentos científicos. Preconiza, portanto, que uma teoria deve ser julgada adequada ou inadequada independente da nação, pátria ou do grupo social a que pertence quem a desenvolveu;

- *Desinteresse* que prescreve que a atuação como cientista visa a ampliação do estoque de conhecimento humano em si, sem pretensões de fama, fortuna ou sucesso pessoal para a pessoa que realiza grandes desenvolvimentos nessa área; e
- *Ceticismo organizado* que orienta a submissão de toda alegação científica a exame crítico.

É possível identificar nas práticas acadêmicas inúmeras transgressões ao *ethos* científico e o próprio Merton se debruçou sobre esse tipo de situação. As transgressões, no entanto, longe de negar a existência das normas, afirmam seu caráter quando, por exemplo, causam um estranhamento que torna consciente a prescrição violada. Assim, diversos beneficiados pelo *efeito Mateus* reconheciam e manifestavam espanto pelo fato de que muitas vezes recebiam crédito por contribuições que não eram completamente ou exclusivamente suas, enquanto o mérito de seus colaboradores menos experientes dificilmente era reconhecido ([1988] MERTON, 2013b). Ou seja, é o estranhamento pelo qual se é acometido quando diante do distanciamento de um valor que torna esse mesmo valor explícito.

Ademais, as violações aos imperativos do *ethos* evidenciam também que os preceitos normativos derivados dos valores não possuem aplicação imediata ou determinante das ações. Elas são orientadas sem que a decisão seja algorítmica.

A impossibilidade de uma decisão algorítmica não implica que a avaliação de teorias científicas dependa de idiossincrasias individuais, de aspectos biográficos ou psicológicos dos envolvidos porque os valores são entidades dotadas de uma objetividade especificamente social. Eles não podem existir independente das pessoas que os sustentam, mas tampouco se resumem às pessoas individualmente, pois as transcendem e são sustentados por comunidades e grupos, articulados em discursos e tradições, expressos em práticas sociais, organizações e instituições.

No âmbito da atividade científica sempre pode ocorrer de uma pessoa postular teorias e desenvolver práticas que ignorem valores cognitivos amplamente compartilhados – como a adequação empírica, a coerência interna – e mesmo valores éticos – como certas manipulações de embriões humanos, ou algo mais mezinho, como um plágio. Contudo, as teorias e práticas que seguirem esse caminho tenderão a ser banidas, seja por não encontrar audiência, seja porque em relação a questões éticas a comunidade científica possui diversos

dispositivos, inclusive institucionais – como Comitês de Ética em Pesquisa –, que visam impedir e podem punir a transgressão aos valores. Em suma, um indivíduo jamais pode optar livremente por expressar – ou não – um dado valor em suas práticas sociais. O caráter social dos valores os impõem como entidades externas aos indivíduos.

Os valores são expressos e manifestos nas práticas sociais de indivíduos e coletivos, são manifestos em leis, regulamentos, políticas ou teorias e aparecem articulados de certa maneira de acordo com a história, a tradição, a interação com outros valores (LACEY, 2008). Por isso, há brechas e contradições entre os valores e conjuntos de valores sustentados por uma comunidade. Numa mesma instituição um valor antigo pode assumir um significado distinto a partir de experiências históricas e de sua articulação numa perspectiva de valor diferente do que se encontrava anteriormente. Alguns valores sustentados pela mesma instituição podem ser contraditórios entre si. As brechas ficam ainda maiores conforme ampliamos a escala: uma sociedade constituída por pessoas e por instituições de várias ordens (religiosa, científica, econômica ou outra) presenciará a interação dos conjuntos de valores de todas estas instituições, cada uma com sua história e as justificativas para os valores que buscam expressar, alguns valores se combinam e se reforçam mutuamente, outros precisam o significado de um terceiro valor e outros podem se contradizer⁷⁴. Nessas brechas entre as perspectivas de valor, encontramos arbítrio, ação, história, política, tradição e transformações.

Assim, com o exame dos valores e das perspectivas de valores podemos compreender porque as pessoas de ciência agiram de certa forma, e identificar as transformações, as brechas e tensões entre os valores que propiciaram as transformações e avaliar suas consequências. Para nossa análise, utilizaremos um modelo desenvolvido como ferramenta para estudo da atividade científica contemporânea, no âmbito dos debates da possibilidade de uma ciência livre de valores⁷⁵ e das consequências da imbricação de atividade científica, desenvolvimento tecnológico e o mercado nos dias atuais. Trata-se do modelo de interação entre a atividade científica e os valores (M-CV) apresentado em sua versão mais acabada por Lacey e Mariconda (2014).

74 Não se deve inferir que todos os valores ou conjuntos de valores possuem o mesmo peso numa dada conformação social. Uma perspectiva de valor é um conjunto de valores no qual alguns são determinantes do significado e da aplicação dos demais e é sempre dentro de uma certa perspectiva que os valores têm sua ação.

75 Uma síntese deste debate pode ser encontrada no verbete de Julian Reiss e Jan Sprenger sobre Objetividade Científica em *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (2020, seção 3)

Apesar de não ter sido proposto inicialmente para a análise da história da ciência, e momentos em que esta atividade era bastante distinta de sua configuração atual, o M-CV é uma abordagem flexível, que não exige o enquadramento dos episódios históricos a um esquema filosófico preestabelecido. Ao contrário, aplicado à história da química e da transformação do óleo de vitríolo em ácido sulfúrico, permitiu trazer à luz relações e aspectos que nem sempre receberam a devida atenção na literatura sobre o período.

3.3 O Modelo de interação entre atividade científica e valores (M-CV)

No M-CV o papel dos valores cognitivos na atividade científica é enfatizado, assim como o dos valores não cognitivos. Os valores cognitivos — tais como a adequação empírica, consistência, coerência interna, poder explicativo, precisão — seriam aqueles que contribuem para se atingir os objetivos epistêmicos (que podem ser tais como: busca pela verdade, pela explicação ou compreensão dos fenômenos, identificação de regularidades ou leis). Já os valores não cognitivos, ou, simplesmente “valores”, podem ser sociais, éticos, econômicos, culturais e outros. São valores sustentados e expressos de diversas formas pelos cientistas ou pelas instituições nas quais atuam e que de alguma forma são importantes para a pesquisa. Entre eles podem estar os valores éticos resguardados pelos comitês de ética em pesquisa, valores de justiça e equidade social, valores de mercado, de produtividade.

Lacey e Mariconda apontam que toda atividade científica é produzida a partir de uma *estratégia de pesquisa*, que *restringe* os tipos de teorias, modelos, analogias e técnicas que podem ser utilizadas nas pesquisas e *seleciona* os tipos de dados empíricos e fenômenos que podem ser relevantes (2014, p. 645).

A adoção de uma *estratégia* é o primeiro momento lógico (M1) da atividade científica (momento lógico, não cronológico, porque na prática não há separação estrita entre os momentos), e é carregada de valores cognitivos e não cognitivos envolvidos na escolha do problema ou do domínio de fenômenos a ser estudado, e também na avaliação das possibilidades de aplicações.

Além do M1 de adoção da *estratégia*, o M-CV supõe outros quatro momentos (lógicos) da atividade científica:

M2 – do empreendimento da pesquisa;

M3 – da avaliação cognitiva das teorias e hipóteses;

M4 – da disseminação dos resultados científicos;

M5 – da aplicação do conhecimento científico (2014, p. 645).

Entre os estudiosos da atividade científica que se preocupam com o problema da objetividade, não há grandes desacordos no que se refere ao fato de que valores não cognitivos interferem nas atividades relacionadas à *definição do problema*, *disseminação e aplicação dos resultados* do conhecimento científico (LACEY; MARICONDA, 2014, p. 652; REISS; SPRENGER, 2020, seç. 3.1). Já a discussão sobre o papel dos valores na adoção da *estratégia* e na avaliação de teorias e hipóteses é mais controversa, pois aparentemente poderia colocar em xeque a objetividade na prática científica.

Lacey e Mariconda concebem a adoção da *estratégia* como atividade carregada de valor, porque deve ser adequada ao problema, e pode estar subordinada à aplicação, insere valores num momento fundamental do empreendimento científico. O modelo sustenta, contudo, que a *avaliação* de hipóteses e teorias (M3) deve ser praticada exclusivamente com base em valores cognitivos, de acordo com o ideal da imparcialidade.

Isso não exclui o fato de que há condições sociais que precisam ser satisfeitas para que o ideal da imparcialidade seja atingido. As instituições de pesquisa, os meios de disseminação e debate e as políticas científicas devem ser organizados de tal forma a, por exemplo, restringir o sigilo aos dados ou pressões externas no trabalho científico.

3.4 Estratégias e perspectivas de valor

Como vimos, de acordo com o M-CV toda pesquisa é orientada por uma *estratégia* cujo papel é restringir as teorias, hipóteses e modelos e selecionar os dados e fenômenos relevantes. Toda *estratégia* restringe algo, toda *estratégia* estabelece que há abordagens que podem ser desenvolvidas e há abordagens que não devem ser levadas adiante, que há tipos de dados que são relevantes, outros menos relevantes e outros completamente irrelevantes.

Um tipo particularmente influente de *estratégias*, pela quase exclusividade com que é utilizada nas práticas científicas atuais, é o das chamadas *estratégias* descontextualizadoras, aquelas que:

restringem as teorias, que são investigadas e avaliadas, àquelas que podem representar os fenômenos e encapsular as suas possibilidades por referência a sua ordem causal subjacente, isto é, por referência à estrutura subjacente dos fenômenos, aos processos e interações de seus componentes, e às leis que os governam expressas tipicamente em forma matemática (EPILs). *Representar os fenômenos dessa maneira envolve descontextualizá-los, ou seja, os fenômenos são dissociados de qualquer lugar que possam ter no mundo da vida, de qualquer lugar que eles tenham com relação à organização social, vidas e experiências humanas, de qualquer vínculo com a agência humana, as qualidades sensoriais e o valor, e de quaisquer possibilidades que eles possam ter em virtude de seus lugares em contextos sociais, humanos e ecológicos particulares.* Quanto aos dados empíricos, eles são selecionados, procurados e formulados utilizando categorias descritivas geralmente quantitativas, obtidas por meio de intervenções (frequentemente assistidas por computadores) de mensuração, instrumentais e experimentais. (LACEY; MARICONDA, 2014, p. 652–653, grifo nosso)

As *estratégias* descontextualizadoras teriam se mostrado fecundas e versáteis, no entanto possuem limites porque não permitem a investigação adequada de fenômenos que não podem ser desvinculados de seu contexto social ou ecológico, por isso, de acordo com os autores, a atividade científica deveria envolver também *estratégias* sensíveis ao contexto.

Como, então, explicar a absoluta predominância das *estratégias* descontextualizadoras na atividade científica moderna? Para os autores isso se deve à relação de reforço mútuo que há entre essas *estratégias* e a perspectiva de valor do *progresso tecnológico*⁷⁶. Este é um valor social que privilegia a ampliação do controle humano sobre objetos naturais e as soluções tecnocientíficas para os problemas humanos.

As pessoas sustentam simultaneamente diversos valores relacionados a concepções éticas, econômicas, culturais, religiosas e outros aspectos da vida social, articulados em uma certa perspectiva de valor. Da mesma forma, as ações dos membros de uma comunidade que compartilha uma perspectiva de valor são avaliadas com base no conjunto de valores. No entanto, entre os valores de uma perspectiva pode haver relações de tensão, complementaridade ou reforço. Para os casos em que há tensão, é provável que uma ação manifeste um dos valores em alto grau e outro valor em um grau baixo. Na perspectiva de valor do *progresso tecnológico* este valor é preponderante em relação aos demais, de modo que as ações que o manifestam em maior grau são privilegiadas, mesmo em detrimento de outros valores.

⁷⁶ LACEY; MARICONDA, 2014, p. 637.

Na atividade científica, as *estratégias* têm resultados que, na aplicação, atendem bem à perspectiva de valor do progresso tecnológico. Ou, dito de outro modo:

que *estratégias* deveriam ser adotadas por alguém que deseja obter teorias corretamente aceitas que aprofundariam a implementação da valorização moderna do controle? A meu ver a resposta, em geral, é a seguinte: as *estratégias* materialistas, pois as possibilidades de controle humano dos objetos são um subconjunto de suas possibilidades materiais. (LACEY, 2010, p. 47–48).

No entanto, não apenas a perspectiva de valor do *progresso tecnológico* sustenta a adoção das *estratégias* descontextualizadoras, mas o fato de que tais *estratégias* conseguem resultados que servem àquela perspectiva de valor também pode fortalecer a própria perspectiva. Isso porque o sucesso em obter os objetivos propostos pela perspectiva de valor contribui para justificar os próprios objetivos, uma vez que demonstra que não são objetivos utópicos ou impalpáveis, e que se demonstraram capazes de guiar práticas científicas bem-sucedidas. Por essa razão os autores afirmam que entre as *estratégias* descontextualizadoras e a perspectiva de valor do *progresso tecnológico* possuem uma relação de reforço mútuo. Veremos no capítulo seguinte que uma importante inovação da abordagem *oxigenista* foi estabelecer esse tipo de relação entre o valor do *controle da natureza* e o *empirismo* com feição objetivadora empregado por Lavoisier.

É importante notar que Lacey e Mariconda não atribuem a primazia da perspectiva de valor do *progresso tecnológico* exclusivamente à atividade científica, mas principalmente à conformação socioeconômica contemporânea, especialmente à articulação dessa perspectiva com a perspectiva de valor do *capital* e do *mercado* e sua incorporação nas instituições sociais e econômicas predominantes atuais (2014, p. 38). Essa concepção permite localizar a atividade científica no contexto social atual sem tomá-la como determinada pelo contexto, ao mesmo tempo que reconhece a responsabilidade limitada da ciência na sustentação da ordem social e econômica.

Convém, no entanto, destacar que análise exposta nos últimos parágrafos não pode ser transposta para a química do século XVIII, porque não se pode falar da predominância da perspectiva de valor do *progresso tecnológico* e do *capital* e *mercado* nesse período, durante o qual ambas as perspectivas estavam, na verdade, tomando forma. Por isso, para nosso caso é

mais apropriado retomar a expressão *controle da natureza* para designar o valor como foi utilizada por Lacey (2008) e Mariconda(2006).

3.5 A individuação de estratégias

A proposta inicial do M-CV fazia referência a *estratégias materialistas* (LACEY, 2008, 2010) que seriam aquelas que identificam o conhecimento dos fenômenos com o conhecimento da estrutura, processos, interações e leis subjacentes aos fenômenos. Nesse sentido, estariam relacionadas a uma metafísica materialista segundo a qual

o mundo realmente é tal que todos os fenômenos são produtos da ordem subjacente. Assim, uma teoria que represente corretamente as estruturas, processos e leis subjacentes de um domínio de fenômenos *ipso facto* representará relevantemente sua estrutura causal e será suficiente para sintetizar suas possibilidades, pois elas são exauridas pelas possibilidades materiais desse domínio.(2008, p. 158).

Com o desenvolvimento do M-CV, o mesmo tipo de *estratégia* passou a ser referido como *estratégias descontextualizadoras*, refletindo a ênfase na característica distintiva de que os fenômenos devem ser estudados e compreendidos da maneira mais isolada e controlada possível, evitando ao máximo considerar suas relações contextuais que possam interferir nos resultados⁷⁷.

O escopo de uma *estratégia* não é delimitado de maneira precisa no M-CV e houve especialização da própria noção de *estratégia* durante o desenvolvimento do modelo desde suas primeiras versões. Em Lacey (2008, p. 105–116) o autor faz referência a *estratégia* ou *estratégias* materialista(s) sem especificação de campo ou disciplina e há menções “à *estratégia* materialista”, como uma grande *estratégia* que abarcaria em seu interior um conjunto de abordagens descontextualizadoras ou materialistas. Em Lacey (2010, p. 109) notamos uma redução no escopo do conceito e encontramos, por exemplo, referência a uma “versão biotecnológica de *estratégias* materialistas” e “*estratégias* agroecológicas”.

Na aplicação do M-CV nos deparamos com o problema da individuação de *estratégias*. Para melhor pontuar o problema, perguntamos: Que critérios podem orientar o trabalho do filósofo que está diante de duas teorias competidoras para identificar se a divergência entre elas seria,

⁷⁷ Trataremos dos valores na química do século XVIII no Capítulo 4, no entanto é impossível não lembrar aqui da ênfase de Lavoisier sobre a importância de simplificar as experiências ao máximo para evitar “todas as circunstâncias que podem complicar seus efeitos”, conforme apontamos no capítulo 2 (LAVOISIER [1789], 2007, p. 53).

digamos, “intra-estratégica” ou “interestratégica”? No primeiro caso a escolha entre ambas, segundo o M-CV, se daria exclusivamente a partir de considerações acerca da manifestação em alto grau de valores cognitivos. No segundo caso, seria necessário considerar os pressupostos das próprias *estratégias*, especialmente os valores sociais que lhes dão suporte.

Em síntese mais recente elaborada com Mariconda (LACEY; MARICONDA, 2014) os autores apontam que, sendo a adoção de uma *estratégia* influenciada pelos diferentes fenômenos e problemas estudados, suas fronteiras podem coincidir em alguma medida com as das disciplinas ou mesmo com as próprias teorias:

As pesquisas sobre tipos diferentes de fenômenos podem requerer a adoção de tipos diferentes de estratégias, o que talvez seja óbvio a respeito dos fenômenos investigados em disciplinas diferentes (basta pensar nas diferenças entre as estratégias da mecânica newtoniana, da química molecular, da mecânica quântica e da genética) (2014, p. 646)

Esta não seria, contudo, uma regra aplicada a todo caso, posto que as *estratégias* devem ser adequadas aos problemas e estes não necessariamente são restritos a uma disciplina:

Precisamos também de um tipo de *estratégia* para investigar as estruturas dos genomas das plantas, e de outro tipo de *estratégia* para as possibilidades dos agroecossistemas sustentáveis, um tipo de *estratégia* para obter conhecimento que contribui para a geração de inovações e outros tipos diferentes para a investigação dos riscos do uso das inovações, ou ainda, tipos de *estratégias* diferentes para a investigação do tratamento e da prevenção de doenças. (2014, p. 646)

Ou seja, as *estratégias* podem coincidir com as práticas investigativas de certos ramos do saber, mas não apenas, pois tipos de problemas transdisciplinares também podem guiar a adoção de diferentes tipos de *estratégias*. Contudo, nenhum desses aspectos – campos de problemas e domínios de fenômenos – parece ser suficiente para nos indicar quando estamos diante de *estratégias* distintas.

Lacey (2010, p. 20), afirma que a “noção de *estratégia* é descendente da noção kuhniana de paradigma” e que é um dos aspectos da noção de paradigma de Kuhn (p. 66). Nesse caso, uma saída é que essa delimitação seja feita como a proposta por Kuhn, a saber, a partir de uma análise sociológica com base na identificação empírica da comunidade que compartilha o paradigma⁷⁸, ou, em nosso caso, a *estratégia*.

⁷⁸ Sobre isso ver seção 1 do posfácio de 1969 à *Estrutura das revoluções científicas*.

Outro caminho é o adotado por Chang em relação aos *sistemas de práticas*. Um *sistema de práticas* (H. CHANG, 2014) envolve um conjunto de *atividades epistêmicas* em torno de um objetivo e essas *atividades epistêmicas*, por sua vez, envolvem *operações*, essas também visando um determinado objetivo. No entanto, é somente com referência ao contexto que se pode delimitar se um conjunto de práticas coerente deve ser analisado como *sistema*, como *atividades epistêmicas* ou como *operações*. As práticas envolvidas na pesagem de substâncias podem ser analisadas como *operações* ou como *sistemas*, a depender do evento estudado. Se estamos observando a pesagem no contexto de um procedimento experimental mais amplo, então elas podem ser apenas *operações*; no entanto, se nosso foco é o próprio processo de pesagem, então estas constituiriam um *sistema* composto por *atividades epistêmicas* como a escolha da balança adequada, a definição da unidade de medida e suas frações, a forma de registro, e execução de aproximações, etc.

Os *sistemas de práticas* são, portanto, definidos precisamente pelos objetivos que almejam atingir, ou seja, podemos dizer que temos um *sistema de práticas* quando temos um conjunto de atividades para realizar um objetivo. Nesse sentido, as *estratégias* no M-CV não se confundem com *sistemas de práticas*. Podemos dizer que a pesquisa é executada com base em uma *estratégia*, que um dado é coletado de uma certa forma porque a *estratégia* estabelece que aquele é um dado relevante e como ele deve ser observado, que uma teoria é avaliada a partir de uma *estratégia*, mas a coleta de dados, a elaboração e avaliação teóricas e a execução da pesquisa não constituem propriamente a *estratégia*. Deste modo não caberia a aplicação do mesmo critério identificador dos *sistemas de práticas* às *estratégias*.

No entanto, a abordagem flexível e contextualista proposta por H. Chang tem vantagens quando se trabalha com a história e com a experiência vivida e concreta e, por analogia, pode nos ajudar a avançar na delimitação de uma *estratégia*.

A questão determinante, em nosso caso, é a relação de reforço mútuo que *estratégias* podem estabelecer com perspectivas de valores. De acordo com o M-CV, algumas práticas científicas favorecem a expressão de certas perspectivas de valor, ao mesmo tempo em que as perspectivas de valor orientam a adoção de uma *estratégia*.

Uma vez que certa perspectiva de valores, sustentada por uma comunidade (como os paradigmas kuhnianos) relaciona-se a um tipo de *estratégia*, um elemento distintivo entre as

estratégias seriam as perspectivas de valores. Como no caso dos *sistemas de práticas*, essa individuação pode ser aplicada de acordo com o nível de detalhamento que se busca. Conjuntos de valores muito gerais, com a perspectiva de valor do *progresso tecnológico*, levam à identificação de tipos de *estratégias* também muito gerais, como as descontextualizadoras. Se olharmos a detalhamentos como a articulação dos valores cognitivos, encontraremos *estratégias* mais particulares, como da química *oxigenista*..

Desse modo, podemos já compreender alguns aspectos das *estratégias* químicas do século XVIII. Primeiramente, a pluralidade de abordagens químicas está relacionada à pluralidade nas formas de articulação, manifestação e expressão dos valores cognitivos e não cognitivos. Nesse último caso, o século XVIII foi um período de profundas transformações sociais e culturais, sendo acompanhadas de transformações e adaptações nos valores que foram expressos e articulados de variadas formas, dado que as novas perspectivas de valor estavam em formação e acomodação. No caso dos valores cognitivos, as fronteiras disciplinares não conheciam os limites atualmente atribuídos, havia maior permeabilidade entre as ciências e a química, em seu processo de formação, estava diante de concepções ideais diversas de atividade científica, como a mecânica newtoniana que aliava o rigor matemático às predições e observações empíricas e a história natural que deu um salto na sistematização do seu corpo de conhecimentos por meio do método taxonômico de Lineu.

Em segundo lugar, apesar das diferenças, alguns valores importantes eram amplamente compartilhados pelos químicos, como o valor social do *controle da natureza* e o valor cognitivo do *empirismo*, que compreendia os fenômenos empíricos como fonte e fundamento do conhecimento.

Ademais, não identificamos, pelo menos não a primeira vista, diferenças nas perspectivas de valor dos químicos que estivessem relacionadas à sustentação de uma ontologia *principalista* ou *composicionista*. Examinaremos com cuidado estes temas no próximo capítulo.

3.6 Pluralismo

Segundo o M-CV, a pesquisa científica deve “cultivar ativamente a utilização de uma pluralidade de *estratégias*, incluindo algumas que não podem ser reduzidas às *estratégias* descontextualizadoras” (LACEY, 2012, p. 426). Essa afirmação é baseada principalmente em

duas pressuposições: uma diz respeito à concepção de conhecimento científico e a outra versa sobre a neutralidade como ideal da atividade científica

Lacey busca abarcar aqueles ramos conhecidos como *ciência aplicada* em sua epistemologia, o que traz consequências para a compreensão de conhecimento científico consolidado e de aceitação de uma teoria. Para ele, uma teoria é adequadamente aceita se fornece entendimento de um domínio específico de fenômenos e já se considera desnecessária a realização de mais pesquisas que possam levar a sua rejeição. Uma teoria pode fornecer conhecimento considerado consolidado ainda que seja incompatível com outra teoria mais abrangente e capaz de solucionar problemas nos quais aquela falhou. Assim, o conhecimento teórico da mecânica newtoniana pode ser considerado consolidado, e a teoria considerada corretamente aceita para aquele domínio de fenômenos associados à mecânica clássica. O fato de haver muitas asserções contraditórias entre a mecânica clássica e a teoria da relatividade, de modo que haja muitas asserções contraditórias entre elas, é um problema apenas no caso de se afirmar ambas ao mesmo tempo e a respeito dos mesmos fenômenos. Se cada uma for aplicada ao domínio de fenômenos para o qual foi adequadamente aceita, então não há problema.

A neutralidade aplicada deve ser um ideal da ciência. Ela exigiria que a atividade científica servisse igualmente a todas as perspectivas de valor viáveis presentes na sociedade, ou, o que é a mesma coisa, que não privilegiasse nenhuma perspectiva de valor. Para Lacey (2010, p. 54) a tradição dominante supôs que a neutralidade aplicada seria manifesta em grau mais alto por *estratégias* descontextualizadoras, porque essas *estratégias* seriam restritas aos fatos e independentes dos valores sociais. Para o M-CV, contudo, os valores sociais são legitimamente constitutivos da atividade científica, desde a definição dos problemas até a adoção da *estratégia*, e uma teoria não poderia ser desvinculada da perspectiva de valores que deu fundamento à adoção da *estratégia*. Isso é assim tanto para *estratégias* sensíveis ao contexto quanto para as *estratégias* descontextualizadoras.

A partir da constatação de que uma *estratégia* sempre serve melhor a uma perspectiva de valor, Lacey afirmou que a neutralidade é “simplesmente inatingível” (2008, p. 16). Posteriormente a análise foi modificada e o autor passou a conceber o ideal da neutralidade

para a ciência enquanto conjunto de teorias e aplicações, não como um ideal para cada teoria em particular:

Minha alternativa é multiplicar *estratégias* de forma que os interesses das numerosas perspectivas de valor possam vir a ser informados pelos resultados bem estabelecidos da pesquisa científica e, assim, que os pressupostos fundamentais das perspectivas de valor que influenciam a adoção de *estratégias* particulares possam ser investigados empiricamente. (LACEY, 2010, p. 54)

O principal alvo da crítica não é a presença das *estratégias* descontextualizadoras na atividade científica moderna, mas sua virtual exclusividade, que está associada ao fato de que a perspectiva de valor do *progresso tecnológico*, relacionada à perspectiva do *capital e do mercado*, que são particularmente bem servidas por este tipo de *estratégia*, têm tido voz preponderante nos rumos da atividade científica contemporânea.

A partir dessas considerações, a abrangência tem sido incorporada ao M-CV como ideal da atividade científica, atuando como mais um argumento em favor do pluralismo de *estratégias*, especialmente em favor da adoção de *estratégias* sensíveis ao contexto, porque há um grande número de fenômenos que não pode ser descontextualizado para que se identifique as estruturas, processos, interações e leis subjacentes.

Hasok Chang (2012) é outro pesquisador que advoga pelo pluralismo, e uma vez que o faz em estudo sobre a transição das abordagens *flogistonistas* para as *oxigenistas*, suas reflexões podem ser valiosas para a interpretação dos eventos que estudamos.

Consistente com as unidades de análise que utiliza, os *sistemas de práticas*, Chang conclui que não é necessário na atividade científica optar por um único *sistema de práticas* para o mesmo domínio de fenômenos, a menos que haja boas razões epistemológicas para fazê-lo. Para Chang, a existência de vários *sistemas de práticas flogistonistas* durante todo o século XVIII é uma evidência da possibilidade de pluralidade de *sistemas*.

Devido à incomensurabilidade metodológica que identificou entre os *sistemas de práticas flogistonistas e oxigenista*, i.e., às diferenças de valores, campos de problemas e, principalmente às diferenças ontológicas (*composicionismo* do *sistema oxigenista* e *principalismo* dos *sistemas flogistonistas*) não seria possível uma síntese ou combinação entre a abordagem *oxigenista* e *flogistonista*.

O autor aponta também que, apesar das muitas vantagens, o *sistema oxigenista* possuía fragilidades importantes, tanto que rapidamente teria sido suplantado pelo *sistema* surgido com a teoria atômica de Dalton poucos anos depois. Além disso os *sistemas flogistonistas* também eram aplicados em maior ou menor medida em áreas como meteorologia, mineralogia, geologia, ecologia, sobre as quais o *sistema oxigenista* silenciou, retirando uma possibilidade explicativa sem substituí-la por outra. Mesmo nos domínios de fenômenos que o *sistema flogistonista* se propunha a explicar haveria inconsistências.

Por esta razão Chang explica que o *sistema flogistonista* foi abandonado não por sua inferioridade epistemológica, pois seria epistemologicamente equivalente ao *sistema oxigenista*, mas porque esta era sustentada por uma ontologia *composicionista* que se tornou dominante na comunidade científica europeia do período. Conclui, no entanto, que foi um abandono precoce de abordagens heurísticamente férteis que deveriam ter convivido com a *oxigenista* até que novos *sistemas* fossem desenvolvidos.

Alguns elementos instrutivos da análise de Chang são a constatação de que, contrariamente ao que Lavoisier gostaria que acreditássemos, havia várias abordagens *flogistonistas* e não apenas uma, e também que, as abordagens *flogistonistas* residiam no âmbito da atividade científica e não pré-científica (ou pré-paradigmática), e deveriam ser avaliadas a partir dos critérios epistemológicos aplicados a toda atividade científica sobre um certo domínio de fenômenos.

Concordamos com H. Chang que a diversidade de abordagens química do século XVIII não era um sinal de debilidade ou pouca maturidade epistêmica, mas uma evidência de que é possível haver desenvolvimentos científicos com pluralidade de práticas. No entanto, o recorte entre *flogistonistas* e *principalistas* – sobre o qual a história da química no período tem sido centrada desde Lavoisier – ainda que relevante, tem ocultado outros aspectos fundamentais do período, como a feição *objetivadora* que Lavoisier pôde conferir aos fatos a partir de uma leitura invertida de Condillac, e que mudou o caráter do *empirismo* – que não apenas fundamentaria e guiaria o processo de conhecimento, mas o justificaria e comprovaria. Essa mudança foi determinante para a química e para toda a atividade científica contemporânea, ampliando ainda mais os laços entre a disciplina e o valor do *controle da*

natureza, pois assim como os fatos empíricos controlados poderiam servir como comprovação da teoria, também a aplicação científica poderia justificar as práticas científicas.

Veremos estes e outros aspectos das perspectivas de valores das comunidades científicas e químicas do século XVIII no próximo capítulo.

Capítulo 4 Perspectivas de valor e comunidades letradas europeias do século XVIII

Apontaremos a partir de agora alguns dos principais componentes das perspectivas de valores dos químicos e da comunidade letrada no século XVIII. Reconhecemos que, apesar da diversidade que havia entre os estudiosos e das mudanças que ocorreram ao longo do século, há certo conjunto dos valores que foi central e amplamente compartilhado do início ao fim do século. Isso não implica que perspectivas de valores homogêneas orientassem as práticas científicas, ao contrário, as formas de manifestação, articulação, expressão dos valores não estavam dadas, e mesmo sua sustentação numa perspectiva de valor variava. Por exemplo, entre os químicos o *controle da natureza* teria peso maior do que entre praticantes da história natural, precisamente porque naquela disciplina havia condições de manifestá-lo em maior grau. E entre os químicos, o *liberalismo individual* era expresso de forma radicalmente distinta por Lavoisier e Priestley, e para o químico pneumático britânico, a abordagem lavoisieriana constituía uma afronta a esse valor.

Deste modo, os conjuntos de valores sociais e cognitivos que abordaremos a seguir, embora tenham delimitado e orientado a atuação dos praticantes das ciências, passaram longe de determinar o desdobramento da disciplina e, como veremos, esses conjuntos foram, ao mesmo tempo, moldados pelos estudiosos e, particularmente, pelos próprios químicos no curso do desenvolvimento da disciplina.

4.1 *Controle da natureza* e Iluminismo: valores sociais e conhecimento científico no século XVIII

Começamos abordando alguns valores que integraram as perspectivas da comunidade de sábios e letrados na Europa do século XVIII. Considerando que é o século do Iluminismo e a centralidade que este movimento conferia à ampliação do conhecimento individual e social como caminho para o aprimoramento da vida humana e da sociedade, a relação entre esses valores e as práticas científicas torna-se ainda mais patente. Debruçamo-nos sobre esse conjunto de valores na dissertação de mestrado (GOMES, 2014), e é necessário retomar e, quiçá, aprofundar a abordagem para que fique nítido nosso argumento.

Conforme ressaltamos acima, um dado conjunto de valores pode encontrar diversas formas de manifestação, articulação e expressão. Assim, encontramos um certo conjunto de valores compartilhados mesmo na multiplicidade de abordagens científicas europeias do século XVIII, que iam de concepções mecanicistas (que compreendiam a natureza como mecanismo) a vitalistas (que reivindicavam a atuação de um *princípio vital* específico nos corpos vivos), de ontologias *principlistas* a *composicionistas*, de metodologias que privilegiavam as deduções matemáticas às que se atinham à riqueza qualitativa dos experimentos e observações.

Podemos designar o primeiro dentre os valores mais centrais como *autonomia*, compreendida como a capacidade de agir e atuar de acordo com sua própria razão. Esta é, em realidade, a própria definição de “Esclarecimento” fornecida por Kant: “*Esclarecimento é a saída do ser humano de sua menoridade, menoridade essa na qual ele se inseriu por sua própria culpa*. A menoridade é a incapacidade de se servir de seu próprio entendimento sem a condução de outrem.” ([1784] 2011, p. 23 grifo original)

Embora fosse uma questão individual e pessoal – possuía autonomia quem tivesse condições de se servir de sua própria razão em seus julgamentos – relacionava-se estreitamente com o saber e o avanço dos conhecimento em ciências, filosofia e história natural, que informariam o conjunto dos membros da sociedade e poderiam “extirpar *todo* erro e preconceito, e colocar um fim a toda autoridade usurpada, seja nos assuntos de *religião*, seja nos de *ciências*.”(PRIESTLEY, 1790, p. xxii–xxiii, grifo original)

Desde Robert Boyle, esse valor era manifesto com frequência nas obras de química quando, por exemplo, os químicos criticavam aquelas descrições de experimentos que não haviam realizados com suas próprias mão, e incentivam os leitores a percorrer seus próprios caminhos. Priestley é, nesse sentido, exemplar:

Eu observaria que, se desejamos estabelecer uma boa base para a filosofia e atividades filosóficas, as pessoas deveriam ser habituadas às contendas dos experimentos e processos na infância. Elas deveriam, mais especialmente, ser iniciadas cedo na teoria e prática da investigação, pelas quais muitas das antigas descobertas podem ser realizadas de modo a se tornarem realmente suas.⁷⁹

⁷⁹ I would observe that, if we wish to lay a good foundation for a philosophical taste, and philosophical pursuits, persons should be accustomed to the fight of experiments, and processes, in early life. They should, more especially, be early initiated in the theory and practice of investigation, by which many of the old discoveries may be made to be really their own;

E mais adiante:

Já adverti repetidamente meus leitores, e a cautela nunca é excessiva, de que eles devem considerar apenas os novos fatos como descobertas, ao passo que meras deduções desses fatos não devem exercer nenhum tipo de autoridade; devem tirar todas as conclusões e formar todas as hipóteses, por si próprios.⁸⁰ (1790, p. xxix–xxx grifos no original)

As críticas de Priestley à autoridade poderiam ser direcionadas a Lavoisier e à abordagem *oxigenista* em construção, que durante a década anterior havia iniciado elaborações teóricas unificadoras que dessem conta dos principais fenômenos com que lidava, e caminhava para uma teoria que parecia poder prescindir da noção de *flogisto*. Entre os vários problemas da abordagem *oxigenista*, Priestley julgava que Lavoisier e seus partidários subordinavam os fatos a uma teoria elegante. A *Nova nomenclatura* de 1787 teria sido mais uma manobra nesse sentido, visto que não se tratava apenas de uma nomenclatura, mas de um método de nomear que operava de acordo com a teoria o oxigênio, forçando os químicos a adotarem o sistema lavoisieriano, e suas concepções sobre a natureza.

Lavoisier, naturalmente, não concordaria com essa crítica, preocupado que estava, como Priestley, em abolir os “falsos julgamentos”, “os preconceitos”, as hipóteses não fundamentadas que são adotadas como “verdades fundamentais” devido ao “peso das autoridades”(2011, p. 50–55)

Lado a lado com o ideal de *autonomia* da razão, caminhava no ideário iluminista o valor do *progresso*. Era uma decorrência necessária da ampliação do conhecimento humano, do exercício da razão e da liberdade. Fazia-se notar, por exemplo, quando Kant afirmava:

Pois, caso se faça, então, a pergunta: “Vivemos agora em uma época *esclarecida*?” A resposta será, portanto: “Não, mas vivemos certamente em uma época de *esclarecimento*”. Do modo como as coisas estão agora, faltaria ainda muito para que os seres humanos, tomados como um todo, já estivessem em condições, ou apenas nelas pudessem ser colocados, a fim de se servirem bem e seguramente de seu próprio entendimento, sem a direção de outrem, em questões de religião. Contudo, temos algumas indicações muito evidentes de que agora lhes foi aberto de fato o campo no qual se poderá cultivar livremente e no qual poderão se tornar gradativamente menores os impedimentos ao esclarecimento universal ou à saída da minoridade da qual eles próprios são culpados. ([1784] 2011, p. 33, grifo original)

80 I have also repeatedly cautioned my readers, and I cannot too much inculcate the caution, that they are to consider new facts only as discoveries, and mere deductions from those facts, as no kind of authority; but to draw all conclusions, and form all hypotheses, for themselves.

Priestley também era sensivelmente otimista em relação ao futuro, apontando que além da ampliação do conhecimento humano, a ação divina também concorria para o futuro proveitoso que vislumbrava:

[...] considerando os extraordinários aprimoramentos no conhecimento natural que foram realizados no último século [...] me parece haver uma providência divina particular na concorrência daquelas circunstâncias que produziram tamanha mudança; e não posso deixar de me lisonjear que esta será instrumental para outras transformações no estado do mundo, com grandes consequências para seu aprimoramento e felicidade⁸¹. (PRIESTLEY, 1790, p. xxiii)

Em *Esboço para um quadro histórico do progresso do espírito humano*, Condorcet expressou e articulou o progresso como ideal de uma maneira que foi o ápice que a concepção que adquiriu no Iluminismo. Toda a obra é dedicada a argumentar que o desenvolvimento das ciências e artes, o aprimoramento dos princípios de conduta e da moral prática e o aperfeiçoamento das faculdades morais e físicas experimentados no século XVIII na Europa e norte da América acarretariam avanço e melhoria da vida humana e das condições sociais:

Chegará, então, o momento quando o sol só brilhará sobre homens livres que não conhecem outro senhor além da sua razão; quando tiranos e escravos, sacerdotes e seus instrumentos estúpidos ou hipócritas, existirão somente na história ou no teatro; quando pensaremos neles apenas para lastimar suas vítimas e seus engodos; para fomentar, pelo horror de seus excessos, uma útil vigilância para saber reconhecer e sufocar, sob os pesos da razão, os primeiros germes da superstição e da tirania, se ousarem reaparecer.⁸² (1794, p. 338–339)

É, portanto, uma concepção de progresso associada à libertação do uso da razão. Condorcet patrocinava a ideia de instrução (educação) pública universal, porque seria uma forma de contrapor às desigualdades – naturais ou não – entre os membros de uma sociedade, de modo que todos tivessem “a luz necessária para se conduzir segundo sua própria razão nos

81 “[...]considering the amazing improvements in natural knowledge which have been made within the last century, there appears to me to be a very particular providence in the concurrence of those circumstances which have produced so a great change; and I cannot help flattering myself that this will be instrumental in bringing about other changes in the state of the world, of much more consequence to the improvement and happiness of it.”

82 “Il arrivera donc, ce moment où le soleil n'éclairera plus, sur la terre, que des hommes libres, et ne reconnoissant d'autre maître que leur raison; où les tyrans et les esclaves, les prêtre et leurs stupides ou hypocrites instrumens n'existeront plus que dans l'histoire et sur les théâtres; où l'on ne s'en occupera plus que pour plaindre leurs victimes et leurs dupes, pour s'entretenir, par l'horreur de leurs excès, dans une utile vigilance, pour savoir reconnaître et étouffer, sous le poids de la raison, les premier germes de la superstition et de la tyrannie, si jamais ils osoient reparôître.”

assuntos comuns da vida”⁸³(1794, p. 329). É importante assinalar esta especificidade da forma como o *progresso* era articulado na perspectiva de valores iluminista, pois não muito tempo depois, especialmente com Comte no século XIX, o ideal de *progresso* seria associado à manutenção da ordem e à administração positiva do Estado, perdendo, ou ao menos afrouxando seus laços com a liberdade, o uso da razão pelos indivíduos, e mesmo com a igualdade (SOUZA, 2001, p. 199–200). Os valores operam sempre como parte de perspectivas e, por isso, não deve surpreender que um mesmo valor encontre expressão em práticas até mesmo opostas.

Deve ter ficado nítido até aqui a apreciação do indivíduo e da liberdade individual, sendo esta efetivamente um dos valores mais prezados pelos homens e mulheres de letras, conferindo significado particular a cada um dos demais valores que compunham a perspectiva da comunidade das letras europeia no século XVIII. O *liberalismo individual* era condição necessária para o *progresso*: “Para este esclarecimento, porém, nada mais se exige a não ser a *liberdade*; e, de fato, a mais inofensiva entre tudo aquilo que se possa efetivamente chamar de liberdade, a saber: a liberdade de fazer *uso público* de sua razão por toda parte.” (KANT, 2011, p. 26 [1784], grifo original)

É sob essa luz que devemos interpretar também a defesa de Priestley de que seus leitores chegassem às conclusões por sua própria conta. Assim como a sociedade de conjunto avançaria na medida em que seus membros individualmente tivessem condições de fazer o melhor uso possível de sua razão, também a ciência avançaria na medida em que cada químico individualmente progredisse.

Por fim, quando abordamos a química praticada por Boyle, apontamos que era tributário das novas concepções de natureza, ciência e método científico de Bacon, em cuja perspectiva de valores o *controle da natureza*⁸⁴ possuía centralidade e, portanto, reconhecia que a observação da natureza não era suficiente para assegurar entendimento do mundo, uma vez que “conhecimento e poder no homem coincidem”⁸⁵, a natureza deveria ser submetida a experimentos que pudessem trazer à tona seus mecanismos e processos subjacentes, e que permitissem sua manipulação. Era uma concepção de conhecimento e atividade científica que

83 [...] les lumière nécessaire pour se conduire d'après leur propre raison dans les affaire communes de la vie

84 Sobre o valor do *controle da natureza* e sua importância para a ciência moderna ver (MARICONDA, 2006)

85(Novum organum, Aforismo III do Livro I, tradução José Aloysio Reis de Andrade, [1620] 1988), vide seção 1.4 do presente trabalho.

estava consolidada entre os praticantes das ciências, como podemos ver na seguinte descrição fornecida por d'Alembert no verbete “Experimental” da *Enciclopédia*:

A Física experimental gira em torno de dois pontos que não devem ser confundidos, a experimentação propriamente dita e a observação. Esta última, menos requintada e menos sutil, restringe-se aos fatos que se apresentam aos olhos, a ver atentamente e detalhar toda espécie de fenômeno oferecido pelo espetáculo da natureza. A primeira, ao contrário, busca penetrar mais a fundo, descobrir o que a natureza esconde, criar, de alguma maneira, pela diferente combinação dos corpos, novos fenômenos a serem estudados. Enfim, não se limita a escutar a natureza, a interrogar e a pressionar. ([1756] 2015b, p. 278–279)

A paráfrase da linguagem baconiana (interrogar e pressionar a natureza, quando aquele falava em a submeter a tormentos) não deve surpreender. Bacon é a inspiração para o sistema de conhecimento que ordena a *Enciclopédia*, seu mérito é saudado no *Discurso Preliminar* e reconhecido sempre que um verbete discute a história de um conhecimento científico.

Priestley também articulava esse valor de maneira particularmente similar ao que vimos ao tratar da concepção baconiana de natureza e de atividade científica (ver seção 1.4):

O louvor mais bem fundamentado é aquele que é devido ao homem, que, por uma veneração suprema ao Deus da natureza, se compraz em contemplar suas *obras*, [...] busca, com fervor, mas sem murmúrio ou impaciência, ampliar o *comando dos poderes da natureza*, o que só pode ser obtido por um conhecimento mais amplo e preciso deles; e só isso pode nos permitir aproveitar as numerosas vantagens que nos rodeiam e contribuir para tornar a nossa situação comum mais segura e feliz⁸⁶. (PRIESTLEY, 1790, p. xxi–xxii, grifo original)

No século XVIII, o *controle da natureza* se expressava no desejo de uma ciência útil e, para Condillac, devido à constituição humana, a utilidade era a própria condição de conhecimento:

Com efeito, o que ela [a natureza] nos ensina? A evitar o que nos pode causar dano e a buscar o que nos pode ser útil. Mas, para tanto, seria preciso que julgássemos sobre a essência dos seres? O autor de nossa natureza não o exige. Ele sabe que não colocou essas essências ao nosso alcance; ele quer somente que julguemos as relações que as coisas têm conosco e as que têm

86 The best founded praise is that which is due to the man, who, from a supreme veneration for the God of nature, takes pleasure in contemplating his *works*, [...] seeks, with earnestness, but without murmur or impatience, that greater *command of the powers of nature*, which can only be obtained by a more extensive and more accurate *knowledge* of them; and which alone can enable us to avail ourselves of the numerous advantages with which we are surrounded, and contribute to make our common situation more secure and happy.

entre elas, quando o conhecimento destas últimas pode nos ser de alguma utilidade.([1780] 2016, p. 73)

Os químicos foram particularmente atuantes na construção de uma ciência cujas produções levassem à melhoria da vida e da saúde humanas. A “Notícia bibliográfica” que Marie-Anne Paulze Lavoisier escreveu em memória ao marido é rica em exemplos. Lavoisier recebeu um prêmio da Academia de Ciências por ter apresentado o melhor projeto para aprimorar a iluminação pública em 1766, e o fez após algumas semanas passadas em um quarto escuro, a fim de ser capaz de avaliar com mais exatidão os efeitos de suas experiências. Em meados da década de 1770, quando se tornou responsável pela administração da pólvora francesa e estabeleceu seu laboratório no Arsenal, ele também teria trabalhado na melhoria da qualidade de salitre e pólvora franceses, sendo que “a partir de 1779, podia ler-se, em artigos ingleses, que nos combates os marinheiros se lamentavam do facto de a pólvora francesa projectar as balas a uma maior distância do que a deles”([circa 1819] 2011, p. 76) Em 1780, ele teria se dedicado à melhoria da produtividade da terra e, por meio da experimentação e da observação de diferentes técnicas de produção agrícola extensa e detalhada, chegou a duplicar a produção de trigo e quintuplicar a de gado.

A questão mais importante aqui não é enumerar o brilhantismo e as inúmeras realizações de Lavoisier em diversos ramos de atuação. Um empreendimento desta ordem exigiria outra abordagem. Interessa-nos a valorização das realizações práticas ao lado das teóricas de Lavoisier, a ênfase nas aplicações da atividade científica, nos avanços que teriam sido possibilitados à sociedade francesa, ao direcionar o espírito e a investigação científica da natureza a problemas prementes e concretos como a iluminação pública, a qualidade da pólvora e a produtividade da terra.

Em química, o valor do *controle da natureza* era mais palpável do que em física, ainda que sua realização efetiva somente tenha sido possibilitada a partir do século XIX, com a consolidação do capitalismo e da revolução industrial.

A maior propensão da química à satisfação do controle da natureza já havia sido notada por Bacon, Boyle e Stahl e não era acidental a dedicação destes dois últimos à disciplina, visto que as operações da química sobre a matéria poderiam produzir o conhecimento de suas qualidades primárias, das causas e, portanto, favoreceriam também o controle dos efeitos.

Esperamos ter evidenciado ao longo deste trabalho que a química sempre esteve muito próxima de outras especialidades mais práticas e técnicas, ou, utilizando os termos próprios do período que estudamos, das artes. Fossem elas a metalurgia, vidraria, farmácia, medicina, ourivesaria, tinturaria e, principalmente a partir do século XVIII, diversos ramos da produção industrial. Não obstante as obras de Stahl fossem eminentemente teóricas, o médico alemão ressaltava a importância de os químicos ouvirem, aprenderem com os artesãos, as donas de casa, os práticos, enfim, com aqueles que operavam com as mesmas substâncias que os químicos. Mais importante ainda, a atuação sobre problemas de interesse social era uma questão de valor e objetivo da atividade científica, razão pela qual ele renegou cientificidade à crisopeia ainda que ela fosse uma possibilidade de sua teoria (ver seção 2.1).

A primeira obra que rendeu prestígio a Priestley na área de química, *Instruções para impregnar água com ar fixo*, tinha caráter de aplicação, conquanto trouxesse as técnicas e conceitos mais avançados do período relacionado à pneumoquímica e à composição do ar e, nesse sentido tenha contribuído para disseminar estas importantes transformações que ocorriam na disciplina.

Novamente ressaltamos que os valores não aparecem de maneira isolada, mas em uma perspectiva (LACEY; MARICONDA, 2014) em que um conjunto de valores organiza e orienta as ações sociais, sendo que alguns são mais importantes e outros subordinados, e o conjunto adquire características particulares, distintas do que cada valor considerado isoladamente.

Dessa forma, o valor do *controle da natureza*, associado à *autonomia* e ao *progresso*, é satisfeito em maior grau por ações que permitem que a natureza seja utilizada para resolver cada vez mais problemas, saciar cada vez mais necessidades ou abrir novos campos para a exploração pelo homem. Se nesta perspectiva de valor atribuímos importância também ao *individualismo liberal*, então possivelmente teremos uma ciência que prioriza resolver problemas dos indivíduos e melhorar suas vidas, saciar suas necessidades, em parte porque a sociedade é identificada como a soma dos indivíduos, de modo que se eles prosperam, aquela prosperará igualmente. A ciência útil, voltada para o desenvolvimento de indivíduos, é capaz de imensos avanços, mas, como vimos na descrição de Fressoz (2012 ver o capítulo 2 do presente trabalho, especialmente sobre as fábricas de ácido vitriólico e soda) desde o século

XVIII tem contribuído para o desenvolvimento tecnológico e para os problemas sociais e ambientais graves que esse desenvolvimento produziu e a perspectiva individualista faz com que tais problemas sejam frequentemente ignorados pela mesma ciência que com eles colaborou, ou são considerados meros efeitos colaterais inevitáveis e passíveis de ser solucionados com mais desenvolvimento tecnológico (que gera outros problemas).

4.1.1 O Controle da natureza e convergências entre atividade científica e poder político

Mariconda (2006, p. 465–466) afirma que aqueles autores como Galileu, Bacon e Descartes que iniciaram o desenvolvimento de *estratégias* descontextualizadoras no século XVII tinham o tema do domínio e controle da natureza muito mais como um desiderato do que como um valor incorporado nas práticas científicas, porque não era passível de ser realizado na prática. No século XIX, conforme a economia capitalista se consolidava e expandia, e as aplicações técnico-científicas imbricadas às práticas econômicas tiveram desenvolvimento significativo, o *controle da natureza* – agora sob a forma de *progresso tecnológico* – tornou-se central na atividade científica.

No século XVIII, o *controle da natureza* já era mais do que um ideal. Ainda que suas condições de satisfação nesse período estivessem muito aquém da experimentada a partir do século XIX. Esse valor cumpriu papel importante na organização e desenvolvimento da atividade científica, expresso de maneira particularmente nítida na articulação entre ciência e poder que, nesse período, assumiu contornos próprios, relacionados ao ideal iluminista de progresso social advindo do uso da razão, do debate público e do aumento do conhecimento – ou seja, do progresso social advindo do “esclarecimento”.

Expressões particulares do ideal de *controle da natureza* eram a busca pela expansão da utilidade da ciência a cada vez mais domínios de fenômenos, que se tornam passíveis de ser analisados à luz dos métodos da filosofia experimental – especialmente aqueles em que pudessem resultar na aplicação, como as atividades geridas pelo Estado.

A escola econômica dos fisiocratas pode ser compreendida como parte desse esforço. Além de ser a primeira abordagem científica sistemática do domínio da economia, uma de suas realizações mais conhecidas é o Quadro econômico de Quesnay, publicado pela primeira vez

em 1758, que visava sintetizar o funcionamento da economia – produção industrial, circulação e produção manufatureira – e estabelecendo suas condições de equilíbrio. Caberia ao economista e ao administrador do estado identificar as fontes de desequilíbrio e corrigi-las com os ajustes necessários⁸⁷.

O ministério das finanças de Turgot representou um ponto alto das alianças entre ciências e poder do Estado. Turgot, próximo dos fisiocratas, tinha uma diretriz de envolver a comunidade científica nas questões de Estado. Não à toa foi neste período que Lavoisier tornou-se responsável pela administração da pólvora (ver ABRANTES, 2006, p. 206–207). Como já mencionamos, boa parte da vida profissional e política de Lavoisier também é um exemplo de esforço no sentido de expandir o conhecimento científico com vistas a aumentar o controle, reduzir as perdas e aumentar a produção. No entanto, a relação entre atividade científica e poder não foi uma particularidade de Lavoisier no campo da química. Golinski aponta que:

Ao forjar conexões sociais com profissionais e patronos das artes e pelo trabalho concreto de pesquisa experimental, os químicos do século XVIII colocaram sua ciência no eixo das relações entre conhecimento da natureza e poder sobre o mundo material, uma relação que estava emergindo como uma característica da época.(GOLINKSKI, 2003, p. 380)

A química já mostrava seu valor junto à prática médica desde Paracelso, e grande número dos químicos do século XVIII era boticário ou aprendeu o ofício como tal. Também desde o século XVII tinha importância na Alemanha e Escandinávia como suporte às atividades de mineração e metalurgia. Identificava-se sua importância também na vidraria e tinturaria. A descoberta de novos elementos e fenômenos indicava seu potencial para muitas áreas do interesse das nações. Novamente o exemplo de Lavoisier com o aprimoramento da pólvora é ilustrativo do potencial da aplicação científica a setores estratégicos para a nação, assim como a relação de Guyton de Morveau, Fourcroy e Bertholet no papel de consultores técnicos do Estado para autorização da atividade industrial. A partir de 1794, sob o regime de guerra

⁸⁷ Ver coletânea de textos de Quesnay organizada por KUNZ (1984). Um exemplo de conjunto das condições de equilíbrio para aproveitamento máximo da agricultura (a única fonte de produção de valor na economia fisiocrata) pode ser encontrado no artigo “Extrato das economias reais do Sr. de Sully”, nas páginas 125 - 130, com a análise da economia inglesa sob o ministério das finanças do duque de Sully no final do século XVI.

revolucionária, a experiência seria aprofundada, com o químico Chaptal dirigindo indústrias bélicas em Paris (Abrantes, 2016, cap. 5) e posteriormente como promotor da nova legislação regulamentadora da atividade industrial na França.

4.1.2 Valores sociais e práticas químicas

Como apontamos aqui, os valores da *autonomia*, *progresso*, *liberalismo individual* e *controle da natureza* eram amplamente compartilhados na comunidade letrada europeia do século XVIII, incluindo *flogistonistas* como Priestley e *oxigenistas* como Lavoisier. Este compartilhamento não impedia que houvesse brechas e contradições e, portanto, também muitas diferenças na forma como valores eram expressos e articulados. Priestley, por exemplo, atribuía um peso particularmente grande ao *individualismo liberal*, e considerava algumas proposições de Lavoisier como um ataque a esse valor. O *controle da natureza* não poderia ser expresso ou manifesto facilmente em alguns ramos do saber, como a história natural, a qual não deixou de experimentar avanços extraordinários, mas com o objetivo de organizar a natureza, e não controlá-la.

Esse conjunto de valores orientou as práticas químicas no sentido de que o conhecimento tradicional e a autoridade fossem questionados permanentemente; que o experimento se tornasse a fonte e o guia no processo de investigação que visava o *controle da natureza*; e que todo praticante da disciplina fosse instado a tirar conclusões dos experimentos executados ao mesmo tempo que essas não deveriam ser extraídas de experimentos que os autores não tivessem executado ou observado. Desse modo, as concepções teóricas tornaram-se cada vez mais responsivas aos fenômenos empíricos, encontrando expressão no valor cognitivo do *empirismo* que discutiremos a seguir, o que é denotado pela redução do papel das entidades inobserváveis mesmo entre adeptos de uma ontologia *principlista*, graças ao isolamento e identificação de substâncias (como os fluidos aéreos) que se relacionavam a transformações da matéria antes atribuídas de maneira mais vaga aos *princípios*.

Essas práticas investigativas são, elas próprias, portadoras do conhecimento químico, posto que inseparáveis da forma de produzi-lo e avaliá-lo, e incluíam a elaboração, transformação e refinamento de um sistema de crenças que também tinha implicações pragmáticas, isto é, fornecia uma disposição para a ação. Os valores aqui enunciados não determinaram os rumos da química no século XVIII, mas forneceram algumas condições de

possibilidade para os desenvolvimentos da disciplina. Veremos adiante os valores cognitivos que compunham a atmosfera científica e aquela dos químicos no período a que nos dedicamos.

4.2 Empirismo e outros valores cognitivos na química europeia do século XVIII

Valores como *autonomia, individualismo liberal, progresso e controle da natureza* davam suporte a conjuntos de valores cognitivos que orientavam as práticas científicas e a percepção dessas práticas. Ou seja, eram valores que indicavam quais objetivos a atividade científica deveria atingir, quais critérios poderiam indicar que um problema foi devidamente abordado, como avaliar se os fatos e dados estariam devidamente representados na teoria e outras características que uma teoria deveria exibir para que pudesse ser considerada adequada no momento da avaliação.

Quando Lavoisier propugnava que toda a ciência deveria ser baseada em fatos e estabelecia que a linguagem científica bem realizada expressaria a natureza tal como ela era, afirmava um certo *empirismo*⁸⁸ como valor – que consistia em evitar hipóteses externas, mantendo-se próximo aos fatos e às ideias deles derivadas – aliado a uma espécie de realismo epistemológico.

O mesmo valor era articulado de maneira diferente em outros expoentes científicos do século XVIII, como Condillac⁸⁹ e Buffon, que reivindicavam o apego aos fatos como base para a atividade científica, mas consideravam que as classificações eram convenções, visto que não eram dadas pela natureza.

Assim, mais de um século após o árduo trabalho de Robert Boyle para estabelecer a existência e o valor de certos fenômenos que poderiam ser denominados “fatos científicos”

88 Neste trabalho exploro a concepção de *empirismo* como valor nos termos sugeridos por Hasok Chang de um “compromisso em evitar hipóteses estranhas aos fatos observáveis” (2012, p. 28). Há outras interpretações filosóficas do empirismo, como tese epistemológica, por exemplo, no entanto história do empirismo (quer como tese epistemológica, quer como valor) — e das suas variantes, mutações, e recontextualizações — demandaria um desenvolvimento e uma extensão que fogem aos objetivos centrais da tese.

89 É de Condillac a metáfora da “ciência como uma língua bem-feita”. Lavoisier a cita expressamente no Discurso Preliminar do *Tratado elementar de química*, embora conclua o oposto de Condillac sobre as classificações científicas e a natureza. Trataremos adiante sobre essa distinção, pois é particularmente relevante para a *estratégia* de pesquisa *oxigenista*.

(SCHAFFER; SHAPIN, 2005), estes já haviam conquistado seu lugar definitivo na comunidade científica, de modo que por maiores que pudessem ser as divergências, e mesmo que admitíssemos, com Thomas Kuhn ([1962] 2017, p. 153), que *flogistonistas* e *oxigenistas* viviam em mundos distintos, em nenhum desses mundos era concebível uma ciência que não fosse baseada em “fatos científicos”. Em verdade, não nos parece que eram mundos distintos o de Priestley e Lavoisier, no entanto, é útil constatar que há diversas possibilidades de articulação de um mesmo valor ou de um certo conjunto de valores no discurso e de sua expressão nas práticas.

O fato científico, conforme estabelecido por Boyle e seus colegas da *Royal Society*, era produto da investigação científica e, mais precisamente, dos experimentos científicos controlados e operados por instrumentos que não estavam sujeitos às falhas humanas, e que superavam os sentidos em sua capacidade de apreender os dados e fenômenos observados (SCHAFFER; SHAPIN, 2005). As manipulações e transformações das substâncias da natureza sempre constituíram parte essencial da química, incluindo as operações que buscavam produzir o mesmo resultado a partir das mesmas condições (ou seja, a reprodução dos efeitos), ou que investigavam as diferenças de pequenas transformações nas operações. Lembremos, no entanto, que a química do século XVII, da qual Le Fèbvre foi um expoente, excluía essas operações do domínio da atividade científica, e relegava-as à esfera da técnica, ou da arte.

A modificação da concepção de atividade científica durante os séculos XVII e XVIII, que passou a atribuir caráter epistêmico fundamental à experimentação, forneceu grande impulso ao desenvolvimento da química como ciência, pois as práticas químicas em laboratório, que já constituíam o eixo da atuação dos profissionais e estudiosos, tornaram-se também o centro do próprio processo de conhecimento. O valor do *controle da natureza* cumpriu papel particularmente relevante para o *empirismo* do qual tratamos aqui. De um lado, a ciência adquiriu objetivos que não possuía antes, a saber, a transformação e modificação controlada da natureza, visando ampliar o bem-estar humano e social, objetivos esses que eram mais bem atingidos e assegurados por meio da observação controlada. De outro lado, a efetivação da transformação pretendida pelo experimento poderia servir como confirmação da hipótese ou teoria, conferindo um certo tipo de certeza que a atividade científica não havia

experimentado antes, conforme apresentava o verbete “Hipótese” da *Encyclopédia*, de autoria desconhecida:

[...] uma vez apresentada uma hipótese, frequentemente fazemos experimentos para verificar se ela é correta. Se constatamos que estas experiências a confirmam, e que não apenas ela explica o fenômeno, mas também que todas as consequências que extraímos estão em acordo com as observações, a probabilidade cresce a um ponto que não podemos recusar nosso assentimento, e que ela equivale a uma demonstração.⁹⁰ (1765, p. 417–418, tradução nossa)

É uma afirmação fortíssima, que expressava mais um desejo do que uma observação e que, como veremos, seria consolidada apenas na abordagem química lavoisieriana. Shapin e Schaffer (2005) assinalaram que na polêmica entre Boyle e Hobbes, este último não tinha muita consideração pelas ciências experimentais como fonte de conhecimento porque ela nunca seria capaz de fornecer a certeza do método dedutivo, como ocorria com a lógica e a matemática. De um lado, a ciência se propunha a ampliar o conhecimento humano sobre o mundo por meio de investigação sistemática. O método dedutivo, por outro lado, não comportava a novidade, a ampliação do conhecimento, pois todas as consequências deveriam estar presentes nos axiomas ou princípios, de modo que a justificação do conhecimento científico era uma questão latente entre os filósofos da natureza.

Um século mais tarde, d’Alembert refletia essa divergência e exibia a tensão sobre a certeza do conhecimento científico propondo a existência de dois métodos, aquele das ciências físico-matemáticas, que incluía a matemática e os campos da física que haviam sido matematizados (mecânica e astronomia, por exemplo) e o método das ciências experimentais.

De acordo com o filósofo-matemático, os homens seriam dotados de um “‘instinto’ (ou intuição) enraizado no pensamento de cada um, permitindo-lhe assegurar-se da realidade do mundo e de sua consciência”(PATY, 2005, p. 171). Esse “instinto” tinha uma forma muito simples, o pensamento, que seria mais claro e preciso conforme fosse mais simples e era sua existência que permitia aos homens investigar e conhecer o mundo exterior. Essa forma simples que era o pensamento encontraria correspondência precisa apenas com outra espécie de linguagem também muito simples, abstraída de todo conteúdo concreto, a saber, a

90 une hypothese étant une fois posée, on fait souvent des expériences pour s’assurer si elle est bonne. Si on trouve que ces expériences la confirment, & que non-seulement elle rend raison du phénomène, mais encore que toutes les conséquences qu’on en tire s’accordent avec les observations, la probabilité croît à un tel point, que nous ne pouvons lui refuser notre assentiment, & qu’elle équivaut à une démonstration.

matemática. A matemática era, para d'Alembert, uma ciência com objetos reais, naturais, portanto, diferente de Hobbes, ele reconhecia a possibilidade de conhecimento seguro por meio da atividade científica. Contudo, dada a constituição do homem e seu “instinto”, a certeza das conclusões era assegurada apenas pela forma matemática, e atribuídas a essa disciplina e àquelas passíveis de serem submetidas à matematização, ou seja, àquelas ciências cujos princípios fossem poucos e muito gerais, abstraídos de toda qualidade sensível, apresentando-se sob a forma de grandezas e suas relações. O objetivo nessas disciplinas era, então, a unificação do conhecimento, generalizando cada vez mais os princípios (axiomas), eliminando toda consideração supérflua. A matemática, especialmente a análise algébrica, era o instrumento para a abstração dos princípios e a teorização (PATY, 2005, p. 160–173). Àquelas disciplinas que não podiam ser traduzidas em uma linguagem matemática restava, como veremos, pouca certeza.

A obra de Lavoisier viria expressar, anos mais tarde, algumas afinidades em relação a essa concepção de ciência. O químico prezava a unificação de sua disciplina sob poucos princípios, pela matematização, pela álgebra como expressão da relação entre os elementos da disciplina, pela simplificação teórica e pelo expurgo de hipóteses supérfluas, que é como passou a considerar o *flogisto* após 1780: “Qual a necessidade, portanto, de recorrer a um princípio hipotético [o *flogisto*], cuja existência é sempre suposta e nunca foi provada [...]?”⁹¹ (1788, p. 16, tradução nossa).

Os fatos, no entanto, na obra de Lavoisier cumpriam o papel de fiadores da verdade da teoria do oxigênio, o que lhe permitia assegurar que a nova nomenclatura e a classificação das substâncias pelo método da teoria do oxigênio exprimiam a taxonomia que existia na natureza. D'Alembert dificilmente concordaria com esta conclusão, uma vez que um sistema de classificação e um método de nomear que tratavam de temas demasiado complexos e não eram passíveis do mesmo tratamento que a ciência utilizada na investigação dos objetos simples de que era constituída a matemática. Para o filósofo-matemático, as ciências que dependiam do experimento eram de natureza distinta:

Restringir-me-ei aqui ao que deve ser o verdadeiro e como que único objeto da física experimental, os fenômenos que se multiplicam ao infinito, cujas

⁹¹ “Qu'est-il donc besoin de recourir à un principe hypothétique qu'on suppose toujours, & qu'on ne prouve jamais [...]?”

causas não podem ser mostradas pelo raciocínio, cujo encadeamento não percebemos ou cuja ligação percebemos muito imperfeitamente, muito raramente, e apenas após tê-los abordado sob diferentes aspectos, tais como os fenômenos da Química, da eletricidade, do magnetismo e uma infinidade de outros.([verbetes Experimental, 1756] 2015b, p. 287–288)

Notemos que as ciências experimentais são definidas pela impossibilidade de conhecimento seguro: a infinidade de fenômenos, a inacessibilidade das causas pelo raciocínio, a resistência ao encadeamento das proposições. Nessa concepção, o experimento teria lugar “quando as causas não podem ser mostradas pelo raciocínio”.

D’Alembert, seguindo Condillac, sustentava que os praticantes da ciência não deveriam ir além do que a experiência lhes permitisse, e reprovava o espírito de sistema daqueles que

na falta de experiências próprias para servir de base ao seu cálculo, permitem-se na verdade hipóteses as mais cômodas possíveis, porém frequentemente muito afastadas do que existe realmente na natureza. Desejou-se reduzir ao cálculo a arte de curar; e o corpo humano, essa máquina tão complicada, foi tratada por nossos médicos algebristas como se fosse a máquina mais simples ou fácil de decompor. [...] Quanto a nós, mais sábios ou mais tímidos, contentemo-nos em encarar a maioria desses cálculos e suposições vagas como jogos de espírito aos quais a Natureza não é obrigada a se submeter e concluímos que a única maneira de filosofar, em Física, consiste na aplicação da análise matemática às experiências ou na simples observação, esclarecida pelo espírito de método, amiúde auxiliada por conjeturas, quando estas possam fornecer ideias, mas decididamente isenta de toda hipótese arbitrária.([Discurso Preliminar, 1751], 2015c, p. 75)

Os comentários depreciativos são direcionados principalmente aos cartesianos, que tinham peso considerável em universidades e também na Academia de Ciências até metade do século XVIII. Evidenciam o espírito comum entre os iluministas, inspirados por Condillac, de desconfiança em relação a teorias cujo lastro empírico não fosse suficientemente ancorado.

No entanto, há de se notar que, embora afirme que há somente uma maneira de filosofar em física, d’Alembert explicita sua concepção de que há duas formas de operação nas ciências: a) a aplicação da análise matemática às ciências e; b) a simples observação, esclarecida pelo espírito de método. O primeiro é o das ciências físico-matemáticas e o segundo os das ciências experimentais que vimos acima.

Aquelas foram capazes de estabelecer princípios a partir dos experimentos, e dos princípios, pela aplicação dos cálculos matemáticos, “deduzem algumas vezes de uma mesma e única observação um grande número de consequências que, por sua certeza, estão

estritamente ligadas às verdades geométricas”. Às ciências experimentais o único recurso que resta “é acumular o maior número possível de fatos, dispô-los na mais natural das ordens, e ligá-los a um certo número de fatos principais, dos quais os outros sejam apenas consequências.”As hipóteses nesse caso seriam modestas conjecturas que poderiam auxiliar o encadeamento dos fatos ([Discurso Preliminar, 1751] 2015c, p. 73–75).

Contudo, essa percepção da superioridade do método das ciências físico-matemáticas não reinou absoluta. Viveu em tensão com outra imagem de ciência que sugeria que o método das ciências físico-matemáticas não poderia ser epistemologicamente superior, se jamais fosse capaz de explicar fenômenos como o ímã, a hidra ou combinações químicas, se era um método inadequado para domínios de fenômenos tão vastos e se nada poderia agregar de relevante sobre a vida e a qualidade dos corpos.

Desse outro lado do espectro encontramos, por exemplo, Diderot, para quem naquele momento as profundas transformações na atividade científica eram promovidas por “um outro movimento geral, em direção da história natural, da anatomia, da química e da física experimental”([verbete Enciclopédia, 1755], 2015a, p. 168–169). Para ele, o modelo de ciência seria a história natural. Venel, no verbete “Química” da *Enciclopédia* ([1753] 2015), destacou que a química não precisava de um modelo externo, pois seu objeto – os fenômenos químicos, não redutíveis à física – garantiria a especificidade do seu método. Coerente com essa posição Venel, assim como o autor do verbete “Hipótese”, apresentou uma definição de demonstração para a sua disciplina que era distinta da matemática: “Se o químico consegue reunir por ordem todos os princípios que havia separado por ordem e recompor o corpo que havia analisado, ele chega ao complemento da demonstração química.”([1715, p.418] 2015, p. 342)

Na realidade, poucos experimentalistas concordariam com a redução de sua atividade a uma coleção de fatos. Outro procedimento aceito era a utilização de hipóteses, que foram alvo de críticas frequentes, mas não foram de modo algum proscritas. Em geral as denúncias visavam atingir os excessos de hipóteses cartesianas, as extrapolações dos sistemas teóricos que não corresponderiam à experiência, pela criação de ficções em vez de conhecimento seguro. O autor desconhecido do verbete “Hipótese” da *Enciclopédia* era particularmente generoso com essas hipóteses, as quais deveriam “ter lugar na ciência, uma vez que elas são

próprias a fazer descobrir a verdade e nos proporcionar novas visões”⁹². Exigia-se que elas se submetessem a regras metodológicas: elas não poderiam, por exemplo, contradizer nenhum dos princípios fundamentais da disciplina, nem os fatos observados, exigia-se que se referisse a uma ideia determinada (que portanto, pudesse ser verificada), que explicasse algo e que não acarretasse dificuldades mais importantes do que se pretendia resolver ([verbete Hypothèse] 1765, p. 417–418).

Assim, mesmo Priestley, que censurava Lavoisier por subordinar os fatos à teoria, admitia de bom grado a utilização de hipóteses, embora lhes atribuisse pouca segurança e apontasse que o químico não deveria ter apego excessivo a suas hipóteses.

Lavoisier também concedia lugar às hipóteses na atividade científica, mas de uso consideravelmente mais restrito. No *Tratado elementar de química* apresentou a conjectura de que as terras (cal, magnésia, barita, alumínio e sílica) não seriam substâncias simples, uma vez que não possuíam a tendência de se unir ao oxigênio, destacando essa afirmação das demais proposições da obra⁹³, que constituíam um corpo de conhecimento mais seguro e consolidado.

A concepção de Priestley era modesta e falibilista em relação às teorias científicas – à semelhança do que Boyle advogara antes dele – vinculava-se ao método da história experimental e pregava que os cientistas se apegassem mais aos fatos do que às teorias. A justificação da certeza da teoria científica pelo controle dos efeitos nos fatos experimentais foi uma inovação lavoisieriana.

Essa justificação é apresentada no Discurso Preliminar do *Tratado elementar de química*, em que Lavoisier cita e parafraseia Condillac para afirmar o oposto do que postulava esse filósofo francês. Primeiramente, o químico argumentou pela necessidade e inevitabilidade do *Tratado* após a publicação da *Nova nomenclatura*:

[Condillac] defende que nós pensamos apenas com o auxílio das palavras; que as línguas são verdadeiros métodos analíticos; que a álgebra mais simples, a mais exacta e a mais apropriada ao modo de expressar as coisas, é, ao mesmo tempo, uma linguagem e um método analítico. Finalmente, defende que a arte de raciocinar se reduz a uma linguagem bem organizada.

92 Les hypotheses doivent donc trouver place dans les sciences, puisqu'elles sont propres à faire découvrir la vérité & à nous donner de nouvelles vûes

93 Uma vez que era apenas uma hipótese ou conjectura, na tabela de substâncias simples apresentada no *Tratado* as terras estavam incluídas (LAVOISIER, 1965, p. 135–137 [1789])

Por isso, quando pensava ocupar-me somente da nomenclatura e o meu único objectivo era aperfeiçoar a linguagem da química, constatei que a minha obra se tinha transformado, sem o notar e o poder evitar, num tratado elementar de química. ([1789] 2011, p. 47–48)

Mais adiante, Lavoisier fundamentou a classificação adotada na *Nova nomenclatura*. Primeiramente as substâncias simples, chamadas por um único nome, seguida pelas substâncias compostas, às quais era atribuída designação binomial de acordo com a composição e a classe a que pertenciam. O século XVIII viveu o sucesso do sistema taxonômico de Lineu, e os pensadores notaram que o êxito do método de organização dos seres vivos não se restringia à história natural, mas que poderia ser aplicado a todas as produções da natureza – animais, vegetais e minerais – que eram numerosas demais para que qualquer pessoa pudesse apreciá-las individualmente em detalhe. O método consistia em agrupar os seres com algumas características semelhantes num mesmo gênero ou classe, separando-os de outros com características distintas. A designação binomial trazia num nome a classe ou gênero (ou seja, aquilo que a substância possuía em comum com outras) e em outro a espécie, isto é, aquilo que a diferenciava dos demais de sua classe.

Para a história natural o método taxonômico de Lineu propiciou um grande desenvolvimento, pois permitia uma ordenação dos objetos e uma apreciação geral do conjunto das produções da natureza, ainda que o conhecimento completo dessas produções não estivesse disponível e não se vislumbrasse a possibilidade de atingi-lo. Nesse sentido, serviu de exemplo à *Nova nomenclatura química* porque não se restringia a nomear os objetos conhecidos, mas fornecia um método para nomear e classificar novos objetos que viessem a ser descobertos. Ultrapassava, portanto, as fronteiras da história natural e o estágio de conhecimento de uma dada época. Por essa razão, filósofos e pensadores se dedicaram também a refletir sobre o método e seu papel heurístico. Condillac atribuiu as vantagens do método taxonômico ao fato de que era o método que a natureza nos forneceu para raciocinar. “Os filósofos, portanto, não imaginaram tal sistema; eles os encontraram observando a natureza” (2016, p. 41).

Lavoisier ressaltou que essas “distinções [de gênero e espécie] não são metafísicas, existem realmente na natureza” ([1789] 2011, p. 59). Buscava estabelecer desse modo a

verdade da teoria do oxigênio, mas acabou nesse percurso tomando um caminho distinto de parcela importante dos pensadores do período.

O verbete escrito por Diderot sobre o método taxonômico para a *Encyclopédia*⁹⁴ era muito mais cauteloso do que Lavoisier, e prevenia contra o abuso de sua utilização, que levava os estudiosos a acreditar ter chegado a um “conhecimento exato e completo das construções da natureza” quando ainda se tinha apenas “uma ideia muito imperfeita de algumas de suas propriedades ou de suas qualidades, frequentemente as mais inúteis e menos importantes.”([1765] DIDEROT 2015b, p. 460)

O próprio Condillac enfatizava o oposto do que argumentava Lavoisier:

Essa verdade, bem conhecida, nos preservará de muitos erros. Convencidos de que as classes são somente denominações, não cogitaremos supor que existem na natureza gêneros e espécies, e veremos nestas palavras, “gêneros” e “espécies”, apenas uma maneira de classificar as coisas segundo as relações que têm conosco e entre si. Reconhecemos que só podemos descobrir essas relações, e não acreditaremos poder dizer o que as coisas são; evitaremos, conseqüentemente muitos erros. ([1780] 2016, p. 91 grifo original)

Para o abade Condillac o conhecimento consistia num “sistema bem ordenado de ideias” e a linguagem humana, mais do que expressar tal sistema seria um método analítico, ou seja, seria o próprio método que levaria ao conhecimento. Para falar bem, seria preciso conhecer as partes do que se pretendia expressar, na ordem imposta pela natureza (a ordem das carências e circunstâncias), seria preciso que as palavras se referissem a ideias que representariam ou lembrariam as sensações. É por essa razão que postulava que “a arte de raciocinar se reduz a uma língua bem-feita”([1780] 2016, p. 80).

Ideias exatas e precisas, que fundamentariam a linguagem bem-feita, eram produtos das sensações, que as imprimiriam na alma humana e, uma vez impressas, poderiam ser lembradas. Era possível atribuir nome a uma coisa da qual apenas se tivesse provas de sua existência, mas da qual não se tivesse ideia, uma vez que não acessível aos sentidos, este era o caso do termo *força* na mecânica e astronomia. De outro lado, as ideias não representariam as coisas, mas apenas as sensações impressas pelas coisas na alma humana e, por isso, o

94 Verbetes “Método”, referente à divisão metódica das diferentes produções da natureza, animal, vegetal e mineral, em classes, gêneros e espécies, de autoria desconhecida. Há outros verbetes “Método”, como o que diz respeito à matemática, assinado por d’Alembert e o relativo às ciências e às artes de autoria de Le Chevalier de Jaucourt.

conhecimento não dizia respeito à essência dos objetos, mas apenas à sua relação com aquele que conhece e com outros objetos do sistema.

Lavoisier sugeriu parafrasear Condillac, quando, na verdade, efetuou duas modificações importantes em sua abordagem:

A impossibilidade de isolar a nomenclatura da ciência e a ciência da nomenclatura, deve-se ao facto de toda a ciência física ser construída com base em três factores: a sequência dos factos que a constituem, as ideias que os recordam e as palavras que os exprimem. As palavras devem fazer nascer a ideia e a ideia deve invocar o facto, sendo, deste modo, três etapas de um mesmo processo. ([1789] 2011, p. 48)

Primeiramente o químico substituiu as “sensações” por “fatos”, e com isso as ideias diziam respeito aos fatos em si, que não dependiam daquele que conhece e poderiam ser apreendidos integralmente e não mais apenas em suas relações com a alma humana e outros objetos da natureza. Em seguida, como decorrência da primeira modificação, a importância da linguagem não era que esta constituía um método analítico, mas que as palavras seriam capazes de expressar com exatidão as ideias e, portanto, os fatos.

Essas pequenas, mas fundamentais, mudanças na epistemologia de Condillac permitiram a Lavoisier assegurar que sua teoria não constituía abuso dos fatos, que não era formada por hipóteses provisórias, posto que os fatos as confirmavam, que sua taxonomia efetivamente exprimia uma classificação que existia “realmente na natureza”. Nesse contexto, a reprodutibilidade dos experimentos, a repetição dos efeitos a partir de certas causas dadas, enfim, os fatos, puderam ser alçados a recursos comprobatórios das hipóteses. O *empirismo* de Lavoisier adquiriu uma feição *objetivadora*, segundo a qual fatos eram a comprovação de que a teoria descrevia a natureza tal como ela era. Nisso, separava-se completamente da concepção falibilista de conhecimento científico de Priestley e justificava a persistente recusa deste em aceitar a abordagem *oxigenista*.

Em química, os fatos não se restringiam aos laboratórios, pois, como vimos, havia um compartilhamento de instrumentos e materiais entre a atividade química científica e diversos ramos produtivos. Em certo sentido, a nova interpretação de Lavoisier viria estreitar esses laços, pois uma nova técnica, novos instrumentos ou uma abordagem teórica e experimental que encontrasse aplicação e permitisse o desenvolvimento de outros ramos de atividade, passaria a atuar como uma nova confirmação da teoria.

Essa constatação pode auxiliar a compreender porque Chaptal se converteu tão cedo à teoria dos ácidos de Lavoisier justificando que se adaptava melhor à atividade industrial, ainda que, como aponta Perrin(1986), não se possa identificar precisamente desenvolvimentos industriais decorrentes da abordagem *oxigenista* em detrimento da *flogistonista*.

Com a *Nova nomenclatura química* de 1787 e o *Tratado elementar de química* de 1789, Lavoisier viria a operar distanciamentos importantes entre a atividade química científica e a produtiva. Durante quase todo o século XVIII grande parte dos químicos iniciava sua atuação na disciplina a partir de outros ramos. Eram os boticários, médicos, farmacêuticos, metalurgistas e outros, que, em longos anos de aprendizado e prática adquiriam “seu termômetro nas pontas dos dedos e seu relógio na cabeça” ([1753] VENEL, 2015, p. 67). O *Tratado* de Lavoisier pretendia romper com essa formação tradicional e formar os novos químicos, recém-saídos dos bancos escolares, diretamente na abordagem *oxigenista*, utilizando apenas a *Nova nomenclatura* (e, portanto, inaptos a ler e interpretar as obras anteriores), utilizando os instrumentos e parâmetros estabelecidos pela teoria do oxigênio (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1996).

Contudo, ao mesmo tempo em que demarcava a autonomia da química em relação a outros ramos do saber e outras atividades sociais, Lavoisier estreitou os laços em outra ponta, naquela em que a aplicação e desenvolvimento tecnológicos alimentavam a química científica, não apenas ao fornecer problemas de investigação, mas ao confirmar os resultados da teoria.

Vimos então as diferentes formas em que o valor do *empirismo* era manifesto na abordagem *oxigenista* e na *flogistonista* de Priestley, e as consequências profundas dessa distinção na química ulterior.

Gostaríamos de destacar também dois valores que se contradiziam nas abordagens estudadas, e cada uma priorizou um deles em detrimento do outro. A abordagem *oxigenista* sacrificava a *exaustividade* explicativa em favor da *simplicidade*, e a *flogistonista* o oposto. Essa distinção já foi trazida por Chang (2012, p. 22–25), que designou *completeness* (completude) o que preferimos aqui nos referir como *exaustividade*, que define mais precisamente a característica que deve ser ressaltada.

Priestley era um escritor profícuo e a maioria de suas obras sobre química tinha o caráter de história experimental: buscava esgotar a descrição e análise de todos os fatos num dado campo de problemas, evitando simplificações teóricas que poderiam desviar-se do efetivamente observado. Suas obras mais famosas foram organizadas em torno dos fenômenos observados: *Directions for Impregnating Water with fixed air* (1772), *Experiments and observations on different kinds of airs* (três volumes publicados entre 1774-1777) e *Experiments and observations relating to various branches of natural philosophy* (três volumes publicados entre 1779-1786), nas quais procurou apresentar aos leitores “tudo que foi descoberto a respeito de qualquer tema sob experimento, como os diferentes tipos de ar, etc., com o mínimo de mistura de outros assuntos quanto possível”⁹⁵. Para tal, abordava os assuntos na “*ordem do tempo e da descoberta*”, de modo que o leitor pudesse acompanhar o progresso efetivo de seus pensamentos⁹⁶, percorrendo os mesmos caminhos. A evolução teórica e experimental era apresentada “sem se envergonhar dos erros cometidos e visando encorajar jovens aventureiros, ao mostrar que, apesar dos muitos erros aos quais mesmo os mais sagazes e cautelosos estão sujeitos, seus trabalhos podem ser coroados com sucesso considerável.”⁹⁷(PRIESTLEY, 1790, p. xv–xvi, tradução nossa, grifo original). O entendimento priestleyano envolvia a compreensão não apenas do estado de coisas e do conhecimento consolidado, mas dos caminhos percorridos, dos erros e dos desvios, dos casos particulares que tornavam difícil as explicações simplificadoras e reducionistas⁹⁸.

Tratamos anteriormente das críticas que o protestante britânico tecia a Lavoisier por descartar como impureza a substância ácida que era obtida na produção da água e que exemplificam também a valorização da *exaustividade* em detrimento da *simplicidade* lavoisieriana. Em obras químicas mais gerais de Lavoisier, o *Tratado elementar de química* (1789) e *Opuscules physiques e chimiques* (1774) as seções dedicadas à teoria buscavam explicar o maior número possível de fenômenos com o menor número possível de causas. No *Tratado elementar*, a combustão dos corpos simples e a formação dos ácidos (pela

95 “And especially to see all that has been discovered with respect to any subject of experiment, such as any of the different kinds of air, &c., with little mixture of other matter as possible.”

96 “*order of time, and of discovery*, the better to enable the reader to enter into my views, and trace the actual progress of my thoughts in the several investigations”

97 “not being ashamed of the mistakes I have made and being willing to encourage young adventurers, by shewing them that, notwithstanding the many errors to which even the most sagacious, and the most cautious, are incident, their labours may be crowned with considerable success.”

98 Para um detalhamento da abordagem experimental de Priestley, ver também Boantza (2007)

combinação com o *princípio* oxigênio) são objeto da primeira parte – a mais importante do livro. Nos *Opuscules* se debruçou sobre a constatação de que na fermentação, efervescência e combustão havia liberação de ares. Mesmo que reivindicasse tratar quase sempre de experimentos realizados por ele próprio, a história dos experimentos, seu desenvolvimento e os eventuais percalços raramente se mostram, pois “não é a história da ciência nem a do espírito humano aquilo que se deve fazer num tratado elementar. Neste, apenas devemos procurar a facilidade e a clareza; devemos rejeitar minuciosamente tudo o que pode contribuir para desviar a atenção.”(2011, p. 64)

A facilidade e a clareza, portanto, duas facetas da *simplicidade*, andavam na mão oposta à *exaustividade*. Num tratado elementar, para Lavoisier, era preciso abordar os objetos abstraído tudo o que pudesse desviar a atenção, assim como, conforme demonstramos anteriormente neste trabalho (seção 2.4, alínea b) os experimentos também deveriam ser simplificados, “de modo que deles se afastasse todas as circunstâncias que poderiam complicar seus efeitos” (2007, p. 53). Priestley, como mostramos, não concordava. A forma de apresentação da química aos iniciantes e aos experientes deveria ser fazê-los trilhar os caminhos do autor, acompanhar os experimentos, os sucessos e as desventuras para que pudessem tirar suas próprias conclusões e elaborar suas próprias hipóteses e conjecturas. Os fatos, para Priestley, não autorizavam a simplificação lavoisieriana.

Vemos portanto, que entre estes três valores – *empirismo*, *simplicidade* e *exaustividade* – que faziam parte das perspectivas de valores da comunidade dos químicos europeus do século XVIII, o empirismo era compartilhado e estava em posição hierárquica alta, no entanto adquiriu feição *objetivadora* na abordagem *oxigenista*. Ademais, o favorecimento da *simplicidade* na abordagem *oxigenista* e da *exaustividade* na concepção *flogistonista* de Priestley contribuía para que o empirismo fosse manifesto de formas distintas nas produções teóricas de ambas, e expresso diversamente nas práticas. Esses diferentes modos de instanciação do valor evidenciam as brechas nas quais o arbítrio e gênio criativo pode atuar. Diferente do que muitas vezes se afirma e do que nós já pensamos anteriormente (GOMES, 2014), os *flogistonistas* não eram avessos à precisão e quantificação. Nem tampouco os *oxigenistas* os baluartes do rigor científico. Como vimos no capítulo 2, por exemplo, a proporção exata de oxigênio e enxofre no ácido sulfúrico não era estabelecida mesmo no

Tratado elementar de química, obra mais acabada e síntese da abordagem lavoisieriana. No que diz respeito à matematização, o diferencial da abordagem *oxigenista* foi o estabelecimento da grandeza (peso) mais funcional para este propósito.

Assim, procuramos evidenciar aqui a centralidade do *empirismo* como valor cognitivo para os químicos do século XVIII e para nossa análise. Esse valor era, a contraparte cognitiva do valor social do *controle da natureza* e que era amplamente compartilhado pelos químicos. As divergências, argumentamos, não se deram entre *empiristas* e não *empiristas*, mas na busca pelas melhores formas de expressar e manifestar esse valor. Na concepção falibilista de atividade científica expressa por Priestley e Boyle, assim como o nominalismo de Condillac e Diderot os fenômenos empíricos deveriam guiar e limitar o conhecimento, mas a concepção lavoisieriana lhes atribuiu, além dessas características, poder probatório, confirmando a teoria e as práticas científicas e, principalmente, justificando e moldando a própria perspectiva de valor que dava sustentação às *estratégias*. O desenvolvimento científico e suas aplicações seriam, a partir de então, a prova de que a atividade orientada ao *controle da natureza* era realizável, fecunda e efetiva, e contribuiriam para especificar o significado deste valor que até então fora bastante aberto. Essa nova forma de articular e manifestar o valor do *empirismo* com uma feição *objetivadora* contribuiu, portanto, para o estabelecimento de uma relação de reforço mútuo entre as práticas químicas e uma perspectiva de valor que tivesse o *controle da natureza* como centro.

4.3 A descontextualização da química no século XVIII

Após estas páginas de reconstrução histórica da passagem do óleo de vitríolo ao ácido sulfúrico e das abordagens *flogistonistas* para a *oxigenista* à luz do M-CV, é possível compreender o desenvolvimento da química no século XVIII e a revolução química em particular como parte de um longo processo de desenvolvimento de *estratégias* descontextualizadoras na disciplina. Um desafio significativo para a descontextualização das atividades científicas na química era a dificuldade de matematização, pois as substâncias químicas comportavam-se como se tivessem propriedades ativas muito particulares e individuais.

Lavoisier não foi o primeiro químico a desenvolver uma abordagem descontextualizada. Ao contrário, desde as tabelas de afinidades de Geoffroy de 1718 vimos iniciativas em torno do

estabelecimento de regularidades que pudessem favorecer a investigação das estruturas, processos, interações ou leis subjacentes. Também entre os *flogistonistas* havia os que buscavam a matematização e a descontextualização, como Guyton de Morveau, embora houvesse aqueles como Venel, e tornavam-se cada dia mais raros, que se opunham a ela.

Podemos afirmar, segundo a abordagem do M-CV, que Lavoisier desenvolveu a teoria do oxigênio sob uma *estratégia* descontextualizadora para a química e, ainda que não tenha sido o primeiro a fazê-lo, foi o mais bem-sucedido.

Neste sentido, a interpretação guarda analogia com as conclusões de Chang (2012), que relacionou a consolidação da teoria do oxigênio à disseminação de uma ontologia *composicionista* que era anterior à própria abordagem de Lavoisier. Aqui podemos relacioná-la a *estratégias* descontextualizadoras e ao fortalecimento do valor do controle da natureza que também são anteriores à teoria do oxigênio.

Contudo, enquanto Chang define os *sistemas flogistonistas* como um tipo de *sistema principialista*, nós não identificamos todas as abordagens *flogistonistas* como sensíveis ao contexto, pois isso dependeria do papel e da centralidade concedidos ao *flogisto* na análise.

Nossa avaliação é de que a abordagem *oxigenista* executou duas inovações que conferiram grande vantagem epistemológica: o peso como indicador da substância e o caráter *objetificador* atribuído aos fatos em uma nova concepção do *empirismo*. A balança, como vimos no Capítulo 2, permitia tratar as substâncias por seu peso, abstraindo de suas qualidades sensíveis e, conforme o projeto lavoisieriano, afastando tudo que pudesse complicar desnecessariamente o experimento. O *empirismo objetificador* aumentava a certeza da teoria científica cada vez que um experimento era repetido, ou que a teoria era aplicada com sucesso. Este último aspecto, ainda que pareça uma pequena transformação em um valor cognitivo de uma *estratégia de restrição e seleção*, abriu um caminho determinante para toda a atividade científica contemporânea que foi o estabelecimento de reforço mútuo entre *estratégias descontextualizadoras de restrição e seleção* e o valor do *controle da natureza*, uma vez que este valor e a perspectiva de valor centrada nele seriam não apenas expressas em determinadas práticas científicas, mas também justificadas por ela.

Essa relação, presente até os dias de hoje em boa parte da atividade científica moderna que resulta de práticas descontextualizadora foi notada por Lacey:

O que é esse sucesso da ciência moderna? A ação e a prática fundamentadas no conhecimento científico é que têm sido muito bem-sucedidas. O conhecimento científico torna possível a tecnologia moderna. A tecnologia funciona; logo, conforme se infere frequentemente, o conhecimento pelo qual foi produzida deve ser genuinamente imparcial e absolutamente distinto de algo que se aceita em virtude de suas relações com determinados valores sociais.

O que caracteriza esse conhecimento que nos permite entender as operações materiais da tecnologia? Uma resposta comum: o entendimento do mundo tal como ele *é*, ou seja, a representação dos componentes, estruturas, processos e leis *do mundo*. Aquilo que explica o sucesso material da tecnologia não pode ser apenas opiniões, ideologias, dogmas ou juízos de valor; pode ser apenas conhecimento do mundo tal como ele *é*. **O sucesso da tecnologia e da ciência aplicada parece provar que na ciência obtemos – pelo menos em alguns domínios – conhecimento do mundo tal como ele é.**(2008, p. 37–38, negrito nosso, itálico original)

A partir do século XIX, o desenvolvimento científico e tecnológico permitiram um salto e a constituição de uma perspectiva em que o *progresso tecnológico* ganhou centralidade, porque tornou-se efetivamente realizável conforme definem Lacey e Mariconda:

Na {VPT } [perspectiva de valor do *progresso tecnológico*], o exercício do controle sobre os objetos naturais torna-se por si mesmo um valor social que não é subordinado de forma sistemática e geral a outros valores sociais, e atribui-se um alto valor ético às inovações que aumentam as capacidades humanas de exercer controle sobre os objetos naturais, à penetração cada vez maior de tecnologias em sempre mais domínios da vida cotidiana, da experiência humana e das instituições sociais, e à definição de problemas em termos que permitam soluções tecnocientíficas. (2014, p. 657)

Não surpreende que essa transformação tenha ocorrido primeiro na química e ainda no século XVIII, pois o capitalismo industrial em seu início era também um capitalismo químico. Era esta a disciplina científica mais próxima, e cujos desenvolvimentos se relacionaram de forma mais imediata, aos desenvolvimentos industriais até chegar aquele momento em 1843 em que se poderia “julgar adequadamente a prosperidade comercial de um país pela quantidade de ácido sulfúrico que ele produz”(VON LIEBIG, 1843).

Esta interpretação que apresentamos, com inspiração no M-CV, ressalta a contextualização social das práticas químicas no período de intensas transformações sociais que foi o século XVIII e no Iluminismo, sem tomá-las como determinadas pelo contexto. Enfatizamos a articulação entre valores cognitivos e sociais nas práticas científicas e como os desenvolvimentos próprios da disciplina química alimentaram e justificaram alguns destes valores. É uma explicação de episódios da história da química do século XVIII com

implicações para toda a atividade científica moderna, não é, contudo, um esquema geral de formação e desenvolvimento que possa ser aplicado a qualquer prática científica moderna. A aplicação do M-CV a um caso histórico se mostrou frutífera e acreditamos que pode iluminar investigações futuras sobre a história de outros domínios do saber.

Capítulo 5 Características do estilo de pensamento da química no século XVIII

Considerando que tínhamos como objetivo inicial o estudo da atividade científica como conjuntos de práticas sociais investigativas e sistemáticas e a devida apreciação de episódios da história da ciência respeitando sua complexa articulação entre elementos e níveis, bem como partindo das constatações realizadas com as ferramentas fornecidas pelo M-CV nos apoiaremos aqui também na literatura sobre estilos em ciência, com ênfase na abordagem de Ludwik Fleck ([1935] 2010) de estilos de pensamento.

A análise dos estilos de pensamento, conforme propomos aqui, é capaz de ressaltar a dimensão normativa da atividade científica, nesse sentido, veremos que os valores não atuam apenas no momento da avaliação entre teorias, mas são constitutivos das práticas científicas. Dessa forma, um estilo pode revelar também diferentes formas de articulação, manifestação e expressão dos valores.

Alguns aspectos da concepção de estilo de Fleck podem ser compreendidos à luz de considerações sobre os estilos de pensamento científico de Crombie (1994) e de raciocínio científico de Hacking (2002), pois ainda que haja especificidades, há também semelhanças e analogias no uso da ideia de estilo para analisar produções humanas que são expressão de interação social complexa e multidimensional como as artes e as ciências.

Uma primeira característica é que um estilo não tem compromisso direto com os fenômenos da base empírica, como tem uma teoria, um paradigma, e como pode ter uma *estratégia* numa acepção mais específica. Embora o estilo de pensamento faça parte do sistema do conhecimento científico, ele não constitui, em si mesmo, uma unidade epistêmica, um portador de conhecimento; assim, ele não é objeto de atitudes cognitivas como crer, refutar, endossar, escolher. (BEZERRA, 2018, p. 60; 62). Ainda assim, ele pode ser alvo de aprimoramento, especialização e transformações mais ou menos agudas pelo coletivo em resposta a diversos tipos de fatores de ordem empírica, axiológica, metodológica, teórica, sociológica ou outra. Em segundo lugar, como veremos, um estilo possui uma dimensão normativa muito forte, e em terceiro lugar, a categoria de estilos favorece uma análise

diacrônica que comporta melhor alterações e transformações em alguns elementos ou níveis e continuidade em outros⁹⁹.

De acordo com Fleck, um estilo consiste num direcionamento à percepção [dos objetos e dos problemas] e à ação na atividade científica, e é “marcado por características comuns dos problemas, que interessam a um coletivo de pensamento; dos julgamentos, que considera evidentes e dos métodos, que aplica como meios de conhecimento.¹⁰⁰”(2010, p. 149).

São características bastante gerais que devem ser mais precisamente delimitadas. Os julgamentos evidentes para o coletivo são pressupostos, ou conclusões a partir de pressupostos bastante gerais e nem sempre explícitos, por exemplo: a ideia muito abrangente e um tanto vaga de que corpos materiais são compostos de partículas menores, possivelmente muito menores, invisíveis, difíceis de isolar e manipular, mas também materiais¹⁰¹; de que a transformação da natureza em benefício humano é um objetivo da prática científica; de que a observação mediada por instrumentos é superior à observação da natureza utilizando apenas os sentidos.

Quanto aos métodos, alguns dos componentes sugeridos por Otávio Bueno (2018) para a individuação dos estilos de pensamento científico (na acepção de Crombie) ou de raciocínio científico (na proposta de Hacking) auxiliam a precisar melhor seu sentido.

Bueno (2018) aponta que os componentes de um estilo são (i) tipo de questões formuladas; (ii) técnicas e procedimentos; (iii) padrões de inferência; (iv) recursos heurísticos; (v) formas de constituição dos objetos. Os itens (ii), (iii) e (iv) constituem propriamente os métodos, isto é, os caminhos ou passos para a pesquisa.

99 Ainda sobre a compatibilidade entre distintas abordagens em termos de “estilo”, Boantza (2007) tomou como base as noções de estilo de pensamento de Crombie e de raciocínio de Fleck para abordar o “estilo de raciocínio experimental” de Priestley. Apesar de focar sua análise nas práticas de um químico particular, Boantza concluiu pela continuidade no estilo de Priestley tanto da epistemologia de Bacon quanto do conhecimento do fabricante (*maker’s knowledge*), evidenciando a proficuidade dos “estilos” como categorias para análise diacrônica. Conforme apontou Bezerra sobre os conceitos de estilo em Fleck, Crombie e Hacking, “Os estilos possibilitariam introduzir nas narrativas da história da ciência um certo grau de continuidade [...] sem que isso acarretasse necessariamente traços como cumulatividade, convergência, ou linearidade do desenvolvimento científico” (2018, p. 57).

100 Aparentemente há um problema de pontuação na edição brasileira, por isso transcrevemos a seguir do inglês: “It [o estilo] is characterized by common features in the problems of interest to a thought collective by the judgment which though collective considers evident, and by the methods which it applies as a means of cognition.”(1979, p. 99)

101 Esta é uma concepção muito geral que pode abarcar, inclusive, o *composicionismo* do século XVIII que discutimos neste trabalho, mas note-se que é muito mais geral e pode abarcar o corpuscularismo de Boyle e a química do século XIX.

Notemos também outra característica que os estilos possuem quando aplicados à análise científica que é uma dimensão normativa dos estilos muito ampla, presente também, na definição de problemas e no tipo de soluções admissíveis, por exemplo (BEZERRA, 2018, p. 61). As *estratégias* também possuem uma dimensão normativa que não se restringe à metodologia, são, afinal de contas, *estratégias de restrição teórica e seleção de dados*. No entanto, no estilo o aspecto normativo é central,¹⁰² enquanto no M-CV a ênfase reside na relação entre axiologia e normatividade.

5.1 Componentes dos estilos de pensamento no século XVIII

Vejam, a seguir, alguns elementos normativos desenvolvidos pelos químicos no século XVIII. Discutiremos as técnicas e procedimentos (por sua relevância para a demarcação do estilo), os problemas relevantes, as soluções admissíveis, as formas lícitas de inferência e os recursos heurísticos.

Quanto às técnicas e procedimentos, nos capítulos anteriores buscamos mostrar que os experimentos com a matéria, os laboratórios e os instrumentos constituíram o centro da atividade e do conhecimento em química no período. Foi um século de intenso aprimoramento técnico, com desenvolvimento de instrumentos, e boa parte dos químicos se preocupava não apenas em planejar um experimento de acordo com o problema, mas em desenvolver um instrumento adequado para sua execução.

Portanto, um problema relevante em química era, antes de qualquer coisa, um problema que pudesse ser investigado com o uso de instrumentos, em ambiente controlado. Em segundo lugar, interessavam aos químicos as transformações da matéria, sua explicação e sua replicação. Por fim, a aplicação e utilidade que poderia surgir de um determinado problema também era importante.

No que diz respeito às transformações da matéria, houve alteração sensível nas preocupações dos praticantes da química durante o século, acompanhando a transição da ontologia *principialista*, que se preocupava especialmente com as transformações nas propriedades dos corpos, para a *composicionista*, que priorizaria a decomposição das substâncias (ao máximo possível)¹⁰³ e as possibilidades de novas combinações. Como notou Kuhn ([1962] 2017, p. 141), essa alteração teve como consequência que as propriedades

102 “Um estilo é um modo de se fazer algo: uma atividade com um modo de ação.” (BUENO, 2018, p. 35)

comuns dos metais, que quase sempre foram explicadas nas abordagens *principlistas* (para Stahl, por exemplo, metais eram aqueles minerais dos quais estava ausente o *princípio aquoso* e nos quais se encontrava o *flogisto*) deixaram de ser explicadas e perderam relevância epistemológica.

Ainda tratando das mudanças nos problemas relevantes no domínio da química, a comissão designada para avaliar o trabalho de Lavoisier nos *Opuscles physiques e chimiques* denotou ter consciência retroativa do surgimento de uma nova classe de problemas e descreveu a importância do trabalho de Stephen Hales sobre os ares do seguinte modo:

Enfim Hales apareceu [em 1727], e vimos nossos conhecimentos sobre o fluido elástico que se desembaraça dos corpos assumir uma feição completamente nova.

Já se tinha observado que este fluido se separa em um grande número de circunstâncias, *mas não se tinha considerado como parte constituinte dos corpos, como combinado com suas moléculas; não se tinha tampouco pensado em medir nem o peso, nem o volume daquilo extraído de diferentes substâncias.*(DE TRUDAINE et al., 1862, p. 658 [grifo nosso])¹⁰⁴

Não se tratava, portanto, de uma mera questão de falta de evidências, pois já se tinha conhecimento de que diversas substâncias liberam ares sob certas condições. Tampouco era somente um problema de falta de condições técnicas, ainda que a calha pneumática que permitiu a investigação química dos ares tenha sido ela própria desenvolvida por Hales (reforçando o que acabamos de mencionar sobre a importância do desenvolvimento de aparelhos e instrumentos adequados nas práticas químicas), pois até a década de 1720 o ar era tido como inerte, e mesmo quando presente nos corpos, não se concebia que pudesse afetar suas propriedades e sua composição. As condições técnicas são muito importantes, mas estão elas próprias condicionadas a outros fatores como os problemas relevantes, portanto, a calha pneumática não apenas não existia como não era necessária nem útil nas práticas químicas antes das pesquisas de Hales.

103 Lembremos do objetivo da química para Lavoisier: “A Química, ao submeter a experiências os diferentes corpos da natureza, tem por objetivo decompô-los para *examinar separadamente as diferentes substâncias que entram em sua composição.*(2007, p. 118, grifo original)

104 “Enfin Hales parut, et l’on vit nos connaissances sur le fluide élastique que se développe des corps prendre une face toute nouvelle.

[...] On avait bien observé que ce fluide se dégageait dans un grand nombre de circonstances, mais on ne l’avait point regardé comme partie constituante de ces corps, comme combiné avec leurs molécules; on n’avait pas plus pensé à mesurer ni le poids, ni le volume de celui tiré de différentes substances”

Já vimos nos capítulos anteriores que há, desde Bacon, uma associação entre o *controle da natureza* como fim da atividade científica e as práticas que visam dominar os processos de transformação da matéria. Com a disseminação desse valor entre o coletivo de pensamento dos químicos no decorrer do século, os problemas privilegiados passaram a ser cada vez mais aqueles que poderiam ser abordados com a descontextualização do objeto, cujas respostas pudessem ser encontradas, preferencialmente, nas “estruturas subjacentes, processos e interações entre seus componentes e leis que governam os fenômenos” (LACEY ; MARICONDA, 2014, p. 653).

Uma vez incorporado o *empirismo objetivador*, que conferia poder probatório aos fatos, os problemas relacionados à aplicação do conhecimento científico ganharam ainda mais relevância, pois não apenas respondiam ao ideal de ciência útil (que, como o laboratório e seus instrumentos, sempre acompanhou os químicos), mas confirmavam as teorias e justificavam as práticas químicas.

Quanto às soluções admissíveis, os químicos trabalharam no sentido de ampliar o controle humano sobre uma gama cada vez maior de substâncias, de modo que as soluções deveriam favorecer esse controle. Para isso, as práticas químicas caminharam no sentido de uma redução do papel aceito para as entidades inobserváveis e mesmo entre os *flogistonistas* algumas das explicações que no início do século recorriam a *princípios* definidos de maneira mais ou menos frouxa foram substituídas por outras que faziam referências a substâncias isoladas como o ar inflamável ou o ar deflogisticado. Os *princípios* não foram completamente eliminados, nem mesmo na terminologia lavoisieriana, mas era importante um controle cada vez maior das operações e, portanto, das substâncias iniciais e finais, e havia muitas vezes um objetivo de isolar ou ao menos encontrar um indicador material da entidade inobservável que pudesse ser medido, caso do programa experimental de Lavoisier e Laplace em relação ao isolamento do *calórico*.

No que diz respeito às formas lícitas de inferências, eram a lógica clássica dedutiva, e marcadamente, princípios indutivos – visto que os fatos e a experiência eram os fiadores do conhecimento.

Os recursos heurísticos eram planos e relatórios de experimentos (incluindo as ilustrações dos aparelhos, laboratórios e utensílios), instrumentos, diagramas. Analogias e

considerações teóricas com vistas à formulação de hipóteses também eram lícitas, ainda que nem sempre de maneira expressa e em graus variáveis. Priestley, por exemplo, reconhecia a necessidade de conjecturas ao mesmo tempo em que afirmava que devido a sua fragilidade não poderiam servir como base para construção de conhecimento sólido. Assim, nem ele próprio, nem seus leitores deveriam tirar outras hipóteses e conclusões a partir das primeiras hipóteses, apenas dos próprios fatos, o que constituía um sério limitador para a sistematização e unificação teórica. Lavoisier, por outro lado, admitia um papel ainda mais limitado para as conjecturas explícitas, mas não reconhecia como hipóteses as formulações teóricas da abordagem *oxigenista*, visto que o sistema teria encontrado confirmação na base empírica – os fatos e as aplicações.

A abordagem *oxigenista* se apropriou também da álgebra como recurso heurístico. No século XVIII, este ramo da matemática que experimentava inúmeros avanços desde o século XVI foi associado a uma imagem de ciência que era capaz de levar a conhecimento seguro. Para Condillac a linguagem algébrica era uma expressão do método analítico que seria o “único método para adquirir conhecimentos” (2016, p. 29), aquele em que o sujeito conhecedor examina o objeto primeiramente em suas partes, e posteriormente em suas relações entre si e com o próprio sujeito e finalmente pode ter uma apreciação do conjunto. Se uma ciência não fosse capaz de se expressar de forma analítica, não poderia ser boa ciência¹⁰⁵:

Denominam-se ciências exatas aquelas em que se demonstra rigorosamente. Por que, então, nem todas as ciências são exatas? E se há algumas ciências em que não se demonstra rigorosamente, como se demonstra por meio delas? Sabe-se bem o que se quer dizer, quando se supõe demonstrações que, a rigor, não são?

Ou uma demonstração não é uma demonstração, ou o é rigorosamente. Mas é preciso convir que, se ela não fala a língua que deve falar, não parecerá aquilo que é. Por isso, não é por culpa das ciências que elas não demonstram rigorosamente, mas dos doutos que falam mal. (2016, p. 101)

D’Alembert, como vimos no Capítulo 4, não recusava estatuto científico aos ramos do conhecimento humano que não pudessem ser expressos em linguagem analítica, nem julgava que nisso residia critério de definição de boa ciência. O filósofo-geômetra reconhecia que, sendo o objeto complexo, não poderia ser expresso na linguagem mais simples que era a da

¹⁰⁵ Como já notamos, havia outra imagem de ciência que recusava a matematização como ideal de conhecimento. Na *Encyclopédie*, Venel no verbete “Química” ([1715, p.418] 2015, p. 342) e o autor do verbete “Hypothese” (1765, p. 418) destacaram que havia outras formas de demonstração em disciplinas não matematizadas ou matematizáveis. Ver Capítulo 4 do presente trabalho.

matemática. Contudo, como o método analítico era também a forma intuitiva do pensamento humano (ver seção 4.1), toda ciência que não pudesse ser expressa por esse meio seria incapaz de produzir conhecimento sistematizado seguro, visto que não seria simples e evidente.

A análise algébrica foi incorporada à química *oxigenista* de forma análoga à balança. Esta era a expressão no laboratório e aquela no papel do pressuposto *composicionista* que passou para a história como princípio da conservação da matéria:

[...] pois nada se cria, nem nas operações da Arte nem nas da natureza; e se pode colocar como princípio que em toda operação há uma quantidade igual de matéria antes e depois da operação; que a qualidade e a quantidade dos princípios são as mesmas, e que só há mudanças e modificações.¹⁰⁶ (LAVOISIER, 2007, p. 89)

De um lado da equação estariam as substâncias iniciais e do outro aquelas que resultavam das transformações. A pressuposição de que as substâncias iniciais e finais deveriam se igualar permitia, por exemplo que aproximações fossem feitas descontando, segundo alguns critérios, a interferência devida presumidamente a impurezas ou a alguma peculiaridade dos instrumentos.

Além de favorecer o escrutínio de aspectos normativos da prática química no período, a categoria de estilo de pensamento proposta por Fleck enriquecida pelas contribuições posteriores como de Hacking e Bueno, também aprimora a percepção da *ancoragem social do conhecimento científico* pela ênfase no papel do coletivo de pensamento como portador do estilo e mediador da relação entre o sujeito epistêmico e o conhecimento empírico¹⁰⁷:

A proposição “alguém conhece algo (uma relação, um fato, uma coisa)” não é, portanto, completa, nem faz sentido, assim como as proposições “esse livro é maior” ou “a cidade A situa-se à esquerda da cidade B...”[...] De maneira análoga, a proposição “alguém conhece algo” exige um acréscimo como, por exemplo: “com base num determinado estado de conhecimento”, ou melhor: “como membro de um determinado meio cultural”, ou, melhor ainda: “dentro de um determinado estilo de

106 “car rien ne se crée, ni dans les opérations de l’art, ni dans celles de la nature, et l’on peut poser en principe que, dans toute opération, il y a une égale quantité de matière avant et après l’opération; que la qualité et la quantité des principes est la même, et qu’il n’y a que des changements, des modifications.” (LAVOISIER, 1862e, p. 101)

107 Fleck analisa o processo de conhecimento como produto da relação de pelo menos três fatores: indivíduo, coletivo e realidade objetiva. Utilizamos aqui preferencialmente o termo “conhecimento empírico” em vez de realidade objetiva porque, conforme apontamos acima, o estilo de pensamento se relaciona diretamente com o empírico, diferente de unidades epistêmicas (BEZERRA, 2018) como paradigmas, teorias e *estratégias*. Precisão esta que não seria pertinente exigir na obra de Fleck visto que era anterior a todas essas formulações.

pensamento, dentro de um determinado coletivo de pensamento.” (FLECK, 2010, p. 82)

Mais do que a constatação atualmente quase banal do caráter social e mediado do saber científico e do papel epistemológico fundamental do conhecimento tácito nas práticas científicas, a proposta de Fleck destaca o papel do coletivo dos momentos mais cruciais para interpretar e conferir significado aos eventos, uma vez que as observações e experimentos iniciais seriam sempre pouco nítidos, os resultados conteriam ambiguidades, o olhar não estaria direcionado e o refinamento é realizado pelo coletivo. No episódio histórico analisado por Fleck, o da caracterização e diagnóstico da sífilis, ele aponta, por exemplo que a reação de Wassermann precisou de muitas adaptações e transformações conceituais, de refinamentos teóricos e práticos realizados por vários outros pesquisadores além de Wassermann e pôs em marcha uma “avalanche” expressa, por exemplo nos artigos publicados sobre o tema nas primeiras três décadas do século XX (2010, p. 127–129).

5.2 Transformações no estilo de pensamento

Retomando a caracterização de Bueno (2018) acerca dos componentes de uma estilo de pensamento, apresentamos a seguir um quadro sistematizado com as características dos estilos de pensamento dos químicos do século XVII a partir de sua concepção do óleo de vitríolo, ácido vitriólico ou ácido sulfúrico.

Destacamos que Bueno trata de estilos num sentido muito amplo, como o experimental, dedutivo, instrumental, hipotético, taxonômico, etc. Nós apresentamos uma formulação adaptada capaz de colocar em relevo o que se passou na química e, especialmente, nos estudos relativos ao ácido vitriólico, entre os séculos XVII e XVIII. Trata-se de episódios particulares no processo de desenvolvimento e adaptação no estilo experimental ao longo do período.

Feita esta delimitação, passemos a uma breve análise comparativa de três períodos da história do ácido vitriólico:

Componentes de um estilo de pensamento	Século XVII – Óleo de Vitriolo (concepção paracelsiana)	Século XVIII – Ácido Vitriólico (De Stahl a década 1780)	Século XVIII – Ácido Sulfúrico (De acordo com teoria do oxigênio de Lavoisier)
Tipos de questões formuladas	Buscava separar, por meio da ação do fogo os <i>princípios</i> que conferiam propriedades da matéria (paracelsianos)/ Buscava identificar e controlar as possibilidades de transformação na textura da matéria (Boyle)	Buscava conhecer e julgar a natureza dos corpos, bem como as possibilidades de combinações.	Buscava separar as substâncias em seus componentes mais elementares, identificando as substâncias puras mais simples conhecidas compreendendo que estes também poderia vir a ser separados em substâncias ainda mais elementares futuramente.
Técnicas e procedimentos	Destilação dos vitriolos e, secundariamente, do enxofre	Destilação vitriolos e, a partir de meados do século, principalmente pela combustão do enxofre. Também ganhou importância a partir da década de 1730 o isolamento e estudo dos ares liberados nas operações.	Principalmente pela combustão do enxofre. Destaque para o controle preciso das quantidades de matéria envolvidas, o que era indicado pelo peso de cada substância antes e depois da reação, inclusive dos ares.
Padrões de inferência	Lógica dedutiva clássica, indução	Lógica dedutiva clássica, indução	Lógica dedutiva clássica, indução

	(muito fraca e apenas no caso de Boyle)		
Recursos heurísticos	Analogia com processos fisiológicos e metabólicos; instrumentos de laboratório, com destaque para fornos, recipientes e outros utensílios que favorecessem o aquecimento visando a separação dos <i>princípios</i> da matéria, assim como imagens de instrumentos, relatos de experimentos e orientações para realização das operações.	Analogia entre <i>princípios</i> (que era responsável pela afinidade entre as substâncias), tabelas, instrumentos, planos e relatórios de experimentos, imagens de aparelhos e instrumentos para descrição da operação;	Instrumentos de laboratório, com especial ênfase na balança; tabelas de substâncias; pranchas com imagens para representação do laboratório e dos aparelhos; taxonomia binomial para classificação e nomenclatura das substâncias; álgebra para representação de equilíbrio nas operações;
Formas de constituição do objeto	Óleo de vitríolo caracterizado como: 1) substância mais pesada extraída dos vitríolos por meio da destilação; 2) substância ácida, muito forte, corrosiva; 3) O <i>princípio salino ácido</i> , poderia explicar sua	Ácido vitriólico caracterizado como: 1) Solúvel em água; 2) Capaz de estabelecer relações muito fortes com grande número de bases minerais; 3) Ácido mais simples e básico que havia,	Ácido sulfúrico caracterizado como: 1) Substância composta; 2) Resultado da combinação entre o <i>princípio oxigênio</i> (gerador de ácidos) e o enxofre; 3) Combinado a certas bases minerais,

	forte combinação com substâncias alcalinas e a formação de sais (Lémery); 4) Possuía pouco uso em medicina; 4) Importante nas preparações químicas pela força e pela ampla gama de substâncias que era capaz de dissolver.	formado pela união estreita do <i>princípio aquoso</i> com a <i>terra vitrificável</i> (estabelecido por analogia a partir de 1 e 2); 3) Combinado ao <i>princípio flogisto</i> formava o enxofre mineral.	daria origem aos diversos tipos de vitríolos (doravante denominados sulfatos).
--	--	--	--

Vemos que houve a conformação e refinamento do estilo experimental pelos químicos ao longo do século. Os tipos de questões formuladas no século XVII seriam ininteligíveis à luz das concepções de fins do século XVIII porque partiam de valores e de uma ontologia da matéria completamente distinta. Em comum ao longo de todo o período sempre houve a busca pela “separação”, no entanto, Le Febvre, Lémery e Stahl buscavam separar os *princípios* dos corpos, enquanto Lavoisier buscava separar substâncias simples mais básicas, mas cujo estatuto ontológico era o mesmo das substâncias compostas. Na coluna intermediária este campo é mais aberto e menos definido porque no período há espaço para uma convivência de duas ontologias entre os químicos, *principialista* em alguns casos e *composicionista* (H. CHANG, 2012) em outros. Notemos que ao longo do século surgiram novas classes de problemas, como os fenômenos ligados à química pneumática. Convém ressaltar também que os problemas relacionados à aplicação do conhecimento científico ganharam relevância.

As práticas químicas caminharam no sentido de uma redução do papel aceito para as entidades inobserváveis e mesmo entre os flogistonistas algumas das explicações que no início do século recorriam a princípios definidos de maneira mais ou menos frouxa foram substituídas por outras que faziam referências a substâncias isoladas como o ar inflamável ou o ar deflogisticado. Os princípios não foram completamente eliminados, nem mesmo na

terminologia lavoisieriana, mas era importante um controle cada vez maior das operações e, portanto, das substâncias iniciais e finais, e havia muitas vezes um objetivo de isolar ou ao menos encontrar um indicador material da entidade inobservável que pudesse ser medido, caso do programa experimental de Lavoisier e Laplace em relação ao isolamento do calórico.

As técnicas e procedimentos para a produção do ácido vitriólico, em certo sentido, eram as mesmas ao longo do século XVIII, pois o procedimento era realizado por meio da destilação dos vitríolos ou da combustão do enxofre. No entanto, ao longo do período os químicos passaram a identificar e medir além do *flogisto*, do enxofre, ou do vitríolo verde envolvidos, também os ares. Além disso, no final do século era o peso a medida da quantidade de matéria.

A marca do estilo experimental – além do laboratório – é a admissão da indução como padrão de inferência, que na química aparece inicialmente de maneira muito fraca e mediada com Boyle, mas ganha força ao longo do século e é base para o *empirismo objetificador* de Lavoisier.

Entre os recursos heurísticos também encontramos importantes transformações, devidas ao florescimento das práticas científicas no período, como o desenvolvimento experimentado pela álgebra e a ampliação do seu uso nas ciências a partir da mecânica clássica newtoniana, o método taxonômico de Lineu.

A forma de constituição dos objetos também modificou-se consideravelmente, e o óleo de vitríolo do final do século XVII encontrava apenas algumas correspondências com o ácido sulfúrico de Lavoisier (que, lembremos, tampouco é exatamente a mesma substância que conhecemos pelo menos nome, visto que o célebre francês não incluía o hidrogênio entre os componentes da substância).

5.3 Coletivo de pensamento

Olhemos, então, para o coletivo de pensamento dos químicos no século XVIII. Havia entre eles uma rede de troca de informações por meio das publicações de livros, traduções, das memórias das academias, de correspondências e de colaborações realizadas durante viagens. No final do século surgiu ainda outro instrumento de comunicação: em 1778, o químico alemão Lorenz von Crell fundou o primeiro periódico científico da área de química, o *Chemische Journal für die Freunde der Naturlehre, Arzneygelahrtheit, Haushaltungskunst*

und Manufacturen, mais conhecido como *Chemische Annalen*. O próprio Lavoisier se tornaria o presidente do periódico francês, o *Annales de Chimie* em 1789 como parte do esforço para a disseminação da abordagem *oxigenista* (GOMES, 2014, Capítulo II).

É preciso destacar também a importância das sociedades científicas na produção e disseminação do conhecimento, como a *Royal Society* que teve Boyle como um de seus fundadores e Newton como expoente máximo, a *Lunar Society* da qual Priestley fazia parte, a Academia Real de Ciências francesa, que contou com nomes como Lemery, d'Alembert, Venel, Macquer e Lavoisier, a Academia de Ciências de Dijon, na qual Guyton de Morveau iniciou seus estudos de química, a Academia de Ciências da Prússia que teve Leibniz como seu primeiro presidente e foi impulsionada por Frederico II.

As academias e sociedades fomentavam, impulsionavam e orientavam as pesquisas de seus membros. No verbete “Academia” da *Encyclopédia* d'Alembert ([1751] 2015d) relatou o funcionamento da Academia Real de Ciências e forneceu uma ideia de como ela ocupava o tempo e exigia dedicação daqueles que almejam sua aprovação. Entre as determinações aos seus pensionistas estavam:

[...] 5º Não poderá ser pensionista quem não for reconhecido por uma obra considerável, por uma descoberta importante ou por uma carreira brilhante.

6º Cada acadêmico pensionista é obrigado a declarar, no início do ano, a pesquisa que pretende realizar. Além desse trabalho, os acadêmicos pensionistas e associados são obrigados a apresentar regularmente observações ou memórias. As assembleias reúnem-se às quartas e aos sábados, e, em caso de feriado, ocorrem no dia precedente.([1751] 2015d, p. 34–35)

As memórias e trabalhos lidos na academia eram publicados anualmente, junto aos famosos elogios de acadêmicos falecidos durante o ano¹⁰⁸. Ademais, “nenhum acadêmico poderia se apresentar como tal no frontispício de um livro se a obra que publicava não tivesse recebido a chancela da Academia.”([1751] 2015d, p. 35). Assim, os *Opuscules physique et chymiques* (1774) foram apresentados a academia e uma comissão composta por de Trudaine, Macquer, Le Roy e Cadet foi designada para avaliar a obra segundo a pertinência e a

¹⁰⁸Lavoisier não teve seu elogio lido quando de sua execução durante a Revolução Francesa. A *Notícia Biográfica de Lavoisier* elaborada por Marie-Anne Pierrete Paulze Lavoisier foi enviada a Cuvier por volta de 1819 “para servir de base ao artigo sobre Lavoisier na *Biographie Michaud* (GILLISPIE, 1956). Georges Cuvier foi Secretário para as Ciências Físicas da Academia de Ciências nos primeiros trinta anos do século XIX e famoso pelos elogios realizados dos acadêmicos.

originalidade. A comissão assegurou à Academia que todos os experimentos descritos na obra haviam sido executados por Lavoisier (e repetidos diante dos membros da comissão), e que mesmo aqueles que não haviam sido inicialmente elaborados pelo autor possuíam originalidade porque a partir deles o autor teria constatado fatos importantes, além de relacionar os resultados da pesquisa lavoisieriana sobre o papel do ar eminentemente respirável na calcinação e outras combinações com os principais desenvolvimentos da química no período (1862, [1773]). O escrutínio da abordagem lavoisieriana teve início, portanto, antes mesmo da primeira publicação dos *Opuscules*.

As sociedades e academias, publicações, correspondências e cursos constituíam a forma como se organizavam os coletivos de pensamento dos químicos. Seus conteúdos eram as elaborações concretas e permanentes sobre as substâncias químicas, sua constituição e suas transformações.

Desse modo, os químicos, coletivamente, trabalharam e refinaram as concepções que envolviam o óleo de vitríolo desde o final do século XVII. Em *O químico cético*, Boyle (1661) descreveu um experimento ainda pouco nítido visando demonstrar que o fogo não apenas separaria os corpos que lhe eram submetidos, mas também poderia produzir novas substâncias. Neste experimento ele obteve enxofre a partir do óleo de vitríolo, o que poderia indicar tanto que o enxofre era componente do óleo quanto que este era parte da composição daquele. Concluiu provisoriamente pela segunda opção, posto que o enxofre era sabidamente uma substância composta. Anos mais tarde, no adendo a *O químico cético* sobre a possibilidade de produção dos *princípios*, já tomava como fato que o óleo de vitríolo compunha o enxofre (1680b). Quase quarenta anos mais tarde Stahl retomou o experimento “tão penoso e custoso” de Boyle, incorporando-o a sua teoria dos sais e propondo que o enxofre era composto do ácido vitriólico (universal) combinado ao flogisto ([*Tratado do enxofre*, 1718] 1766). Apesar da importância heurística de sua abordagem, ainda havia pontos carentes de elucidação. Por exemplo, para Stahl tanto o ácido nitroso quanto o enxofre eram resultado da ação do *flogisto* sobre o ácido vitriólico, a diferença entre os corpos era a proporção em que se neles se encontravam os componentes, proporções estas que não eram estabelecidas de maneira precisa. Como vimos, as práticas químicas foram sucessivamente refinadas até que, em 1773, Demachy pudesse definir o enxofre como ácido vitriólico tornado

concreto ao se combinar com o flogisto na proporção exata de 1/32 de flogisto para o peso do ácido vitriólico (1773).

O ácido vitriólico é um exemplo da elaboração coletiva, mas os químicos do século XVIII, possuíam um método particular para elaborar, permanentemente, o “solo firme dos fatos” (FLECK, 2010, p. 145): a história experimental, por meio da qual as substâncias e técnicas, especialmente as recentemente descobertas ou desenvolvidas, eram submetidas ao escrutínio da comunidade, os experimentos reproduzidos com variações, analisados e descritos exaustivamente buscando ampliar quantitativamente os fenômenos conhecidos. Um episódio que ilustra esse aspecto é o desenvolvimento da química pneumática.

Desde que os trabalhos de Stephen Hales foram publicados em *Vegetable staticks* de 1727, uma avalanche de desenvolvimentos técnicos e de práticas varreu a química e consolidou a química pneumática como um ramo do saber. Joseph Black na década de 1750 isolou o ar fixo, nome conferido ao que hoje designamos gás carbônico e que foi atribuído em referência à característica deste ar de estar combinado a matéria sólida. Black era particularmente atento às medidas de peso e precisão e identificou também as principais propriedades desse ar, como o fato de não ser favorável à respiração e levar os animais à morte, e tampouco permitir a combustão, propriedades que seriam investigadas nos diferentes ares isolados nos anos seguintes. Em 1766 Cavendish isolou o ar inflamável (hidrogênio) e Priestley o ar deflogisticado em 1774.

Essas novas substâncias e muitas outras¹⁰⁹ foram descobertas graças à disposição dos químicos de aplicar exaustivamente as novas técnicas ao maior número possível de substâncias e também de variar as técnicas e instrumentos aplicados às mesmas substâncias ampliando sensivelmente os fatos e relações conhecidas, característica que foi mantida no estilo de pensamento químico do século XIX (KLEIN; LEFÈVRE, 2007, p. 27–28). Relacionadas ao método da história experimental, as descobertas e desenvolvimentos da química pneumática não implicaram grandes transformações teóricas na química do século XVIII, mas ampliaram muito o domínio de fenômenos (“o solo firme dos fatos”) sobre o qual executavam suas práticas e foram fundamentais do ponto de vista epistemológico.

¹⁰⁹ O exemplo mais notável é o sueco Scheele, que descobriu quinze novos ácidos e sete substâncias. (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1996)

Devido à dependência do coletivo de pensamento, e ao caráter social do estilo, este tende a ser atravessado por um tráfego intercoletivo de valores, palavras e métodos aplicados como meio para o conhecimento. Esse tráfego é mais intenso conforme o estilo for menos especializado e as divergências entre os coletivos sejam menores. As palavras e métodos com origem em outro coletivo de pensamento “adquirem um matiz particular, conforme o estilo”, mas não deixam de alterar o estilo e podem ser fonte de descobertas de criação de novos fatos (FLECK, 2010, p. 161).

Os ramos da ciência europeia do século XVIII, em comparação com a atual, eram menos especializados, as fronteiras eram menos nítidas e, em geral, mais porosas. Portanto, os estilos eram mais permeáveis entre si, com exceção, talvez, da mecânica clássica. Um exemplo é o uso por Guyton de Morveau, Lavoisier, Fourcroy e Bertholet da nomenclatura binomial, inspirada na taxonomia de Lineu, em que o primeiro nome designa o gênero da substância – aquilo que a une a outras semelhantes – e o segundo, a espécie – aquilo que a distingue das demais do gênero. Na história natural, o método taxonômico tornou-se a principal técnica utilizada como meio para o conhecimento, e na *Enciclopédia* o verbete a ele dedicado, de autoria de Diderot, é designado simplesmente “Método”, tamanha a importância que adquiriu. Na química *oxigenista*, a classificação binomial não foi assumida como técnica ou procedimento fundamental empregado para o conhecimento, papel cumprido em toda química desde sempre pelo laboratório e os experimentos (cada vez mais) controlados. No entanto, operando de maneira análoga com a filosofia natural e adaptado à química, atuou, ao mesmo tempo como recurso heurístico ordenador do conhecimento químico e também, graças ao “realismo” expresso por Lavoisier, como confirmador da teoria do *oxigênio*.

Também compunham o coletivo de pensamento dos químicos os no século XVIII na França profissionais como farmacêuticos, médicos, vidreiros, tintureiros e, especialmente os industriais como Chaptal dos quais tratamos no capítulo 2, assim como agentes do Estado responsáveis pelo fomento às atividades da química científica e industrial. Industriais, agentes do Estado e químicos colaboraram estreitamente, definindo os rumos do desenvolvimento da química científica, das atividades industriais e do arcabouço jurídico e institucional do Estado.

5.4 Outras considerações sobre estilo de pensamento e a química do século XVIII

Fleck diferencia entre os elementos ativos e passivos do conhecimento, sendo aqueles frutos de decisões e “convenções”¹¹⁰ e estes os resultados inevitáveis sob determinadas condições. Embora ressalte que a especialização dos estilos de pensamento implica a ampliação tanto dos elementos ativos quanto passivos, Fleck sugere um critério “menos egocêntrico e mais universal” para a comparação de sistemas de conhecimento: “Um princípio de pensamento que permite a percepção de um número maior de detalhes e de acoplamentos compulsórios [passivos] merece ser priorizado, como mostra a história das ciências exatas.”(2010, p. 64), objetivo que o método da história experimental foi capaz de assegurar ao longo do século XVIII, associado em maior ou menor medida à abordagem *flogistonista* e mesmo posteriormente.

A valorização do *controle da natureza* e do *empirismo* levaram os químicos a reduzir o papel das entidades inobserváveis ao mesmo tempo que favoreceram a descontextualização dos objetos. Nesse contexto, um elemento ativo conforme a perspectiva de valores foi a decisão de estudar um fluido aéreo que se desprende de um corpo como uma substância comum e não como um elemento inerte. Essa decisão foi acompanhada de um grande número de elementos passivos como a constatação de que o ar fixo (gás carbônico) liberado da magnésia alba (carbonato de magnésio) é impróprio para a respiração e para a combustão, ao passo que o *oxigênio* ou ar deflogisticado é particularmente propício a esses mesmos fenômenos.

Outra manifestação dos valores foi a opção de utilizar o peso como indicador da substância em uma operação. Esse era um elemento ativo, a partir do qual o ganho de peso dos metais calcinados somente poderia ser compreendido como resultado da combinação dos metais a outra substância.

Ainda sobre a aplicação da categoria fleckiana de estilo de pensamento à história da química no século XVIII é importante destacar que as conclusões a que chegamos – a partir da aplicação do M-CV – sobre a contribuição definitiva de Lavoisier para a atividade

¹¹⁰ Apesar deste caráter ativo, Fleck ressalta que as opções tomadas pelos pesquisadores não são de forma alguma livres, mas historicamente dependentes (2010, p. 49).

científica moderna, isto é, o caráter *objetivador* que conferiu ao valor do *empirismo*, é compatível com as reflexões finais de Fleck sobre a principal característica do estilo de pensamento da atividade científica moderna.

Fleck apontou que a atmosfera específica do estilo de pensamento da ciência moderna “se expressa na forma da *veneração* de um ideal comum [um valor], a saber, do ideal da verdade objetiva, da clareza e da exatidão” (2010, p. 198, grifo original). Este ideal se manifestaria, na produção científica moderna, pelo retraimento da figura do pesquisador – cujas opiniões são provisórias e diferenciadas do conhecimento consolidado pelo coletivo –, pela linguagem técnica, pelo apego ao número e à forma, pela busca de um sistema explicativo fechado [descontextualizado] no qual sejam conhecidas ao máximo possível as relações recíprocas entre os elementos [e ignoradas sempre que possível as relações com elementos externos ao contexto].

Assim, se cria por etapas uma formação que, a partir da singularidade histórica do pensamento (a descoberta) se transforma, justamente em virtude da particularidade das forças coletivas do pensamento, em um conhecimento que se repete inevitavelmente e que, portanto, apresenta-se como objetivo e real (2010, p. 200–201, grifo original, negrito nosso).

O conhecimento que se repete inevitavelmente foi precisamente o que Lavoisier designou como fato e, no ideal da ciência e, principalmente da tecnociência moderna, são uma evidência de que o mundo é representado tal como é.

A convergência dessas considerações acerca da ciência moderna é um indicativo de que a perspectiva evolucionista de Fleck pode se harmonizar com o enfoque analítico do M-CV que estudamos no capítulo precedente. Em ambos os casos o indivíduo não se aproxima dos fenômenos diretamente, mas somente a partir de uma produção social coercitiva que orienta seu olhar, que restringe as possibilidades de interação e interpretação e que seleciona os tipos de dados empíricos e os campos de problemas. De modo que poderíamos falar em estilos de *estratégia* e coletivos de *estratégia*.

O âmbito do estilo, como da *estratégia*, pode variar de acordo com a aproximação necessária para a análise. Fleck se refere ao estilo de pensamento da sorologia, mas também ao estilo de pensamento das ciências exatas. Lacey e Mariconda (2014) tratam de *estratégia* da mecânica newtoniana, mas também de *estratégias* descontextualizadoras que perpassam toda a atividade científica contemporânea. Depende, em certo grau, da especificidade dos

conceitos, das técnicas e dos valores com que trabalhamos. Da forma como abordamos aqui, com base nas contribuições de Fleck e Bueno, *estratégias* e estilos de pensamento estão no mesmo nível de abrangência pois, na medida em que há perspectivas de valores compartilhadas, há um coletivo que as sustenta e que dá suporte a um estilo de pensamento.

Considerações Finais

Nos capítulos anteriores demonstramos que as práticas químicas desde o final do século XVII até a publicação do *Tratado elementar de química* em 1789 apresentaram um nítido condicionamento histórico e social no seu perfil disciplinar, substanciais relações com o contexto social, a atividade técnica e os pontos de vista filosóficos do período, tudo isso em meio à complexidade da contingência histórica, onde se podem discernir desenvolvimentos em diferentes níveis – teórico, metodológico, axiológico e ontológico.

O M-CV, modelo de interação entre a atividade científica e os valores (LACEY; MARICONDA, 2014), como ferramenta de análise filosófica e o mapeamento de alguns componentes centrais das perspectivas de valor dos químicos no século XVIII nos permitiu perceber os sentidos das transformações nas práticas químicas no período, ressaltando o caráter epistemológico das práticas científicas que não se restringem a teorias e outras operações mentais, e também permitindo a apreensão da dimensão pragmática de asserções teóricas que constituem, também, disposições para a ação.

Assim, reconhecemos a *estratégia oxigenista* como o tipo mais bem-sucedido de *estratégia descontextualizadora* do período, embora não fosse a única, devido à utilização da medida do peso como indicador das substâncias e ao caráter *objetivador* que conferiu ao *empirismo*. A primeira construção (o peso) teve importância particular para a química e a segunda (o *empirismo objetivador*) para toda a atividade científica moderna. Algumas considerações ainda podem ser tecidas a partir da análise das perspectivas de valor por todo o período e passaremos a elas agora, retomando alguns temas que abordamos anteriormente.

No século XVII, variações de uma perspectiva paracelsiana predominavam, conferindo a *princípios* como *água* (ou *fleuma*), *mercúrio* (ou *espírito*), *óleo* (ou *enxofre*) e sal. O *enxofre-princípio* era um tipo de substância ontologicamente distinta do enxofre mineral, este continha grande quantidade do *princípio óleo*, que o tornava untuoso e inflamável, mas era uma substância material, enquanto aquele era imaterial e somente identificado pelas qualidades que conferia aos corpos. A designação *óleo* de vitríolo parecia também indicar a presença do *princípio enxofre*, assim como o *espírito de vitríolo* indicava a presença do *princípio mercúrio*, no entanto, ao final do século XVII, os químicos concordavam que o *óleo*

de vitríolo era uma substância ácida que não poderia ser confundida com um verdadeiro óleo, pois não era untuosa nem inflamável. Assim, se os óleos em geral compartilhavam com o enxofre o *princípio óleo*, este não era o caso particular do óleo de vitríolo que não possuía, naquele período, relação com o enxofre mineral. A denominação “óleo” vinha da técnica, do fato de ser a substância mais pesada extraída dos vitríolos por meio de destilações sucessivas, após o espírito e a fleuma da substância, mas as propriedades do óleo de vitríolo demonstravam que ao menos naquele caso a técnica produzia uma substância ácida, não um óleo.

No contexto da iatroquímica, ou química médica, em que as substâncias eram valorizadas por suas propriedades medicinais, o óleo de vitríolo tinha pouca serventia, embora Glauber (1689) o indicasse para tratamento de feridas e Lemery (1675) para febres. Por outro lado, Le Febvre não deixou de constatar a utilidade do óleo de vitríolo para a manipulação química das substâncias, indicando sua utilidade “para o trabalho” (1674a), característica que ganharia relevância no início do século seguinte, quando, a partir das tabelas de afinidades e da teoria dos sais de Stahl a propriedade do ácido vitriólico de estabelecer relações fortes com substâncias alcalinas e deslocar outras em combinações salinas se tornou central para a análise química.

A separação rígida entre as esferas da arte – que visava a operação e transformação do mundo – e da ciência – que visava seu conhecimento contemplativo – fazia com que o empirismo como atitude epistemológica não tivesse posição destacada na perspectiva de valores da química *paracelsiana-principialista*, e algo análogo pode ser dito do valor do *controle da natureza*.

Apesar disso, pelas características da disciplina química e seu objeto, os praticantes não se distanciavam das ações empíricas, nem deixavam de executar operações naqueles campos sobre os quais tinham poder e domínio para produzir transformações na natureza que fossem úteis ou admiráveis. O próprio Le Febvre apontou que o objetivo da química seriam as operações, pois mesmo o filósofo químico deveria realizá-las para melhor contemplar, o iatroquímico para conhecer (por analogia) as operações que teriam lugar no corpo saudável e assim ser capaz de restaurar a saúde nos corpos afligidos por doenças, e o farmacêutico para produzir preparações medicinais. Tais atributos tornavam a química, de acordo com Le

Febvre, uma ciência de tipo particular, factual. Era uma ciência irremediavelmente empírica numa concepção que não atribuía papel epistemológico central aos fenômenos, fazendo com que o papel das operações de laboratório fosse significativamente menos relevante para o sistema conceitual (LE FEBVRE, 1674b, p. 6–11).

Entre as críticas tecidas por Robert Boyle – para quem o experimento era o fundamento e coração do processo de conhecimento científico – aos seus contemporâneos, estava a demanda por experimentos que aqueles não teriam realizado, disseminando descrições equivocadas. De fato, boa parte das obras químicas do século XVII reproduziu as mesmas operações, ou algumas variações delas, ensinando as diferentes manipulações dos metais, dos minerais não metálicos, de substâncias vegetais e animais¹¹¹. Isso era devido precisamente ao distinto papel epistêmico das operações de laboratório: as preparações de substâncias sobre as quais tratam os *Philosophical furnaces* de Glauber, o *Traité de la chymie* de Le Febvre e o *Cours de chymie* de Lemery são instruções sobre a “arte de produzir espíritos, óleos, flores e outros medicamentos”(GLAUBER, 1689, subtítulo da primeira parte, grifo original)¹¹², trazendo receitas e orientações para as preparações que podiam variar, mas constituíam um conjunto compartilhado pelos químicos, como um livro de culinária pode trazer receitas para a preparação de pratos que não precisa ser original, posto que integram um repertório compartilhado. Um tratado de química que se pretendesse exaustivo no século XVII traria orientações para ampla gama de manipulações das mais diversas substâncias que constituíam o repertório compartilhado que constituía a arte química, ordenadas por sua categoria natural.

Por outro lado, para Boyle o experimento informava, direcionava e limitava as possibilidades teóricas, de modo que seria irrelevante para a obra um experimento que não tivesse relação com o assunto, hipótese ou constatação que o autor pretendesse estabelecer. Seguindo Bacon, o membro da *Royal Society* incorporou o *controle da natureza* como um valor a ser expresso e manifesto na atividade científica a qual, mais do que contemplar a natureza, deveria dominá-la em proveito do ser humano. O *empirismo* de experimentos controlados atuou como a contraparte cognitiva do *controle da natureza*, conferindo primazia aos fatos, preferencialmente àqueles intersubjetivos, controlados em laboratório e pelo uso de instrumentos.

111 Van Helmont é uma exceção notada também por Boyle.

112 Art of making *Spirits, Ojls, Flowers, and other Medicaments*,.

Foi uma inovação profunda com grandes implicações para a química nas décadas seguintes. Vimos que Stahl não apenas fez referência ao experimento de Boyle que estreitou a ligação entre o enxofre e o óleo de vitríolo, mas também incorporou fortemente a concepção de que a utilidade social e a melhoria da vida humana era o objetivo da prática científica. Foi por essa razão que o mais importante médico alemão do período conferiu primazia à química entre as ciências e, de outro lado, retirou da crisopeia o estatuto científico.

Entretanto, ainda que a trajetória desses dois ideais nas perspectivas de valores e da atividade científica do século XVIII tenha sido imbrincada, não foi linear nem mesmo paralela. O *empirismo* moderno seguiu um curso próprio no desenvolvimento dos debates filosóficos e epistemológicos do período. Encontrou manifestações, expressões e articulações diversas em concepções como a de d’Alembert, que o aceitava como uma fatalidade naqueles ramos em que o “instinto” racional matemático não poderia guiar a investigação, ou, como nas práticas de Priestley em que a unificação conceitual era estritamente limitada pelos fatos, levando a uma concepção falibilista em que praticamente todas as proposições extraídas (deduzidas, diria Priestley) dos fatos eram consideradas meras hipóteses. A ciência experimental também foi por vezes reduzida ao encadeamento e organização das descobertas (D’ALEMBERT, 2015c [1751], 2015b [1756]; DIDEROT, 2015a [1755]), concepção que, embora reconhecesse o papel dos fatos como fonte e limite do conhecimento científico, esvaziava a dimensão propriamente epistemológica da formulação, preparação, execução e observação dos experimentos.

Uma relação mais complexa entre fatos, hipóteses e teoria pode ser encontrada em Turgot, polímata e especialmente próximo da economia que entre 1774 e 1776 foi ministro de finanças de Luis XVI, quando Lavoisier atuava na Fazenda Geral. No verbete “Etimologia” da *Encyclopédia*, Turgot apresentou uma imagem filosófica de ciência que ressaltava a necessidade que toda teoria tem, “para não se tornar um romance, de ser continuamente aproximada aos fatos”, ao mesmo tempo em que estabeleceu e precisou o papel heurístico das conjecturas e destacou a função da crítica que deveria restringir as hipóteses e atribuir-lhes maior ou menor probabilidade na medida em que, quanto “mais se estuda uma matéria, mais se vê que certas classes de efeitos se prestam em maior ou menor medida a certas classes de causas” ([1756] 2015, p. 265–266). Turgot também compartilhou com Lavoisier interesses e

práticas experimentais em física e química e não é casual que seja precisamente nas elaborações um homem de ciência praticante das ciências experimentais que encontramos as relações mais multifacetadas entre fatos, hipóteses, métodos de inferência e avaliação teórica.

A incorporação do ideal de *controle da natureza* ao domínio científico foi também trabalho de todo o século, pois, ainda que a utilidade das produções científicas fosse desejável, nem sempre era considerada um valor constitutivo da atividade científica, mas, talvez, uma feliz consequência não necessária do desenvolvimento científico, ou uma decorrência abstrata do ideal de *progresso* oriundo do Esclarecimento. Destarte, em 1751 Diderot ecoou a distinção de Le Febvre: “Se o objeto é executável, a coleção e a disposição técnica das regras segundo as quais é executado chama-se *arte*. Se pode apenas ser contemplado sob diferentes aspectos, a coleção e a disposição técnica das observações relativas a esse objeto chama-se *ciência*.” ([1751] 2015c, p. 47, grifo original). Ainda assim, o *controle da natureza* e o caráter prático da atividade científica nunca foram ausentes das práticas químicas e encontraram no século XVIII terreno cada vez mais fértil para sua realização devido a novidades econômicas e tecnológicas que alimentavam a química científica e apresentavam novos problemas e campos de atuação.

A ampliação da escala de produção do ácido vitriólico é, nesse sentido, exemplar. Quando as câmaras de chumbo eliminaram as barreiras para a produção da substância a partir da combustão do enxofre, novas questões foram levantadas para os químicos relativas à eliminação ou, ao menos, a redução da proporção do salitre necessário para a reação, o papel dos ares envolvidos na reação e a caracterização das substâncias que eram subproduto dela, inclusive as emissões incômodas que afetavam a saúde das pessoas e o ambiente.

Foi nesse contexto que Demachy descreveu que o ácido vitriólico era composto precisamente de um trinta-e-dois avos de flogisto e que Lavoisier começou a elaborar a hipótese de essa substância ser o enxofre tornado ácido pela ação do *oxigênio* – ou *princípio gerador de ácidos*.

Se nas práticas de Boyle o *empirismo* era decorrência do *controle da natureza* como objetivo da atividade científica, o *empirismo objetivador* da perspectiva de valor *oxigenista* foi capaz de reforçar e justificar o *controle da natureza*, pois além de alimentar a atividade científica a partir dos problemas que colocava, serviu para comprovar as hipóteses teóricas e

sistemas conceituais e para fortalecer precisamente a mesma perspectiva de valores que lhe deu origem, aquela em que o *controle da natureza* cumpria papel central, estabelecendo uma relação de reforço mútuo.

As perspectivas de valores dos químicos e dos praticantes de ciência em geral compartilhavam de valores como o já citado, *controle da natureza*, a *autonomia*, o ideal de *progresso* decorrente do esclarecimento individual e social e o *liberalismo individual*. Entre os valores cognitivos o *empirismo* era amplamente sustentado, mas havia divergências em relação ao peso atribuído a outros valores, como a *simplicidade* para a abordagem *oxigenista* e a *exaustividade* para Priestley, a *quantificação* para Lavoisier e *flogistonistas* como Guyton de Morveau e a valorização da apreensão das qualidades sensíveis que encontramos, por exemplo, no verbete “Química” de Venel na *Enciclopédia*.

Como consequência das diferenças nas perspectivas de valores, encontramos uma pluralidade de *estratégias* entre os químicos, o que é particularmente notável entre os *flogistonistas* e contrasta com o caráter da disciplina após 1789. O recorte mais frequente para a interpretação das transformações na química no fim do século XVIII tem sido aquele estabelecido pelo próprio Lavoisier, enfatizando uma disputa entre o *oxigenismo* e o *flogistonismo*. Esse recorte, ainda que seja capaz de elucidar alguns aspectos, como os distintos pressupostos ontológicos de base das abordagens *flogistonistas* e *oxigenistas* (H. CHANG, 2012) tem ocultado outros elementos da dinâmica da Revolução Química e obscurecido contribuições definitivas da química entre 1700 e 1800 para o desenvolvimento da disciplina nas décadas seguintes, que sobreviveram à ontologia *composicionista* e à teoria do oxigênio.

Argumentamos aqui que a pluralidade dentre as *estratégias* relaciona-se, mais do que com a diversidade de valores, com a diversidade nas *formas de manifestação*, articulação e expressão dos valores sociais e cognitivos devido às profundas transformações sociais e culturais por que passaram os habitantes europeus no século XVIII em comparação aos séculos anteriores, fazendo com que nesse momento as perspectivas de valores não estivessem consolidadas, mas em processo de constituição e desenvolvimento. Desse modo, entendemos que mesmo perspectivas de valores muito semelhantes poderiam levar a *estratégias* consideravelmente variadas.

Essa diversidade, no entanto, não foi absoluta e nem ilimitada, pois se deu em um vasto terreno de valores compartilhados que, sem determinar precisamente as ações, orientava ainda que de forma vaga. Nesse sentido, é útil dar um passo ulterior na análise, abstrair algumas das diferenças específicas entre as *estratégias* e considerar como aqueles valores compartilhados, ainda que considerados de um ponto de vista mais geral, influenciaram as práticas químicas do período, e como estas últimas podem ter contribuído para a consolidação da articulação e de formas de expressão dos valores da disciplina nas décadas seguintes.

O M-CV favorece a realização deste movimento, e a partir dele já pudemos identificar um nítido sentido de descontextualização das *estratégias* químicas, aquelas cujas práticas visam especialmente determinar a estrutura subjacente dos fenômenos, aos processos e interações de seus componentes, e às leis que os governam expressando-as tipicamente em forma matemática e fazendo isso tendem a dissociar os fenômenos de suas relações e contextos humanos ou ecológicos particulares (LACEY; MARICONDA, 2014). Entre esse tipo de *estratégias* e valores como o *controle da natureza* se estabeleceu uma relação de reforço mútuo, pois é o tipo de *estratégia* que favorece a realização do valor, ao mesmo tempo em que a realização do valor reafirma a adequação da *estratégia*.

Na análise empreendida no capítulo 5, a partir de uma concepção de estilo de pensamento, verificamos que a transformação do óleo de vitriolo em ácido sulfúrico foi a manifestação conceitual de um conjunto normativo muito amplo de transformações nas práticas químicas que tiveram impacto em toda a atividade científica contemporânea. O tipo de questões formuladas, em que se passou da busca pela separação dos *princípios* que atuam nos corpos para os componentes que os constituem, o papel atribuído aos experimentos controlados e ao laboratório, à preponderância dos experimentos artificiais em relação aos naturais e um novo papel aceito para a indução como padrão de inferência são alguns destes elementos.

Quando apresentava a história do surgimento do conceito da sífilis do início do século XX, Fleck exprimiu uma preocupação permanente para quem busca estudar a história de uma ciência e extrair dela seus aspectos epistemológicos mais relevantes:

É difícil, quando não impossível, descrever corretamente a história de um domínio do saber. Ele consiste em numerosas linhas de desenvolvimento que se cruzam e se influenciam mutuamente e que, primeiro, teriam que ser apreciadas como linhas contínuas e, segundo, em suas respectivas conexões.

Em terceiro lugar, teríamos que desenhar ao mesmo tempo e separadamente o vetor principal do desenvolvimento, que é uma linha média idealizada. É como se quiséssemos reproduzir por escrito uma conversa agitada em sua sequência natural, onde várias pessoas falam desordenadamente ao mesmo tempo, sendo que, apesar disso, cristaliza-se uma ideia comum. Temos que interromper constantemente a continuidade temporal da linha descrita das ideias para introduzir outras linhas; temos que deter o desenvolvimento para isolar as interligações; e, ainda, temos que deixar muita coisa de lado para obter as linhas principais. Um esquema mais ou menos artificial entra então no lugar da apresentação da vivacidade de efeitos mútuos. (2010, p. 55–56)

Essas linhas de desenvolvimento a que Fleck se refere equivalem ao que McEvoy (2000, p. 63) designou como níveis e elementos da atividade científica que envolvem, por exemplo, valores, técnicas experimentais, recursos heurísticos, formas lícitas de inferências, construções teóricas, princípios epistemológicos, instituições, modos próprios de comunicação, de disseminação e aplicação do conhecimento. Sendo que há práticas associadas a cada nível que devem ser analisadas em sua própria dinâmica e estágio de desenvolvimento, relacionadas às demais e ao nosso objeto.

Nosso trabalho tampouco está imune a uma certa artificialidade da reconstrução histórica como apontou Fleck. A abordagem que assumimos ilumina aspectos relevantes que a nosso ver não são devidamente apreciados na literatura sobre a química no século XVIII – permitem formular o papel dos valores, a complementaridade entre as dimensões pragmática e epistemológica, a localização social do conhecimento, e sua dimensão normativa – mas não esgotam toda a “verdade” sobre o assunto. Nesse sentido, a avaliação de que fomos capazes de delinear as “linhas principais” dos eventos sem nos perdermos no emaranhado deve ser feita à luz do episódio, aliado aos objetivos e pressupostos das pessoas que pesquisam.

Retomaremos agora nossos objetivos e pressupostos para que se possa apreciar se foram devidamente contemplados no trabalho e se são capazes de trazer contribuições significativas à filosofia e história da ciência e se estão de acordo com o episódio que analisamos.

A atividade científica não se resume, para nós, a um corpo de enunciados teóricos sobre domínios de fenômenos, mas é constituída pelo conjunto de práticas para chegar a este corpo teórico e às aplicações. Não acreditamos ser possível conferir caráter meramente instrumental ou acessório a práticas – tais quais o desenvolvimento de um novo método de nomear e classificar substâncias, a opção pela comunicação científica em forma de tratado ou de relato de experimentos, o desenvolvimento de um novo instrumento, ou a definição e refinamento de

uma forma de medir ou de uma unidade de medida – como se essas ações não tivessem relação com o processo de conhecimento em si. Ao mesmo tempo, há sempre práticas tomadas a partir de considerações mais pragmáticas, para a ocasião, pois, uma vez estabelecido e consolidado o peso como medida para indicar a quantidade de matéria, não é preciso que cada químico se debruce novamente sobre essa questão, basta seguir a convenção. Tampouco é preciso que cada profissional da química planeje sua própria balança e tenha um instrumentista de confiança capaz de produzi-la caso já haja balanças adequadas à disposição. O mesmo pode ocorrer com as teorias, pois nem sempre a decisão de se apoiar em um dado sistema de proposições é uma atitude completamente racional do ponto de vista epistemológico, por vezes a teoria é mais adequada a um certo conjunto de fenômenos que interessa no momento, ou ela traz vantagens como a simplificação e maior nitidez da nomenclatura, do ensino e da comunicação.

Por isso, buscamos identificar as práticas mais significativas epistemologicamente nos diferentes episódios que estudamos, e o papel que cumpriram para os desenvolvimentos da disciplina. A dimensão econômica que esteve virtualmente ausente do capítulo 1 devido à pouca relação com o óleo de vitríolo como objeto dos químicos, tornou-se inescapável no capítulo 2, em razão da importância adquirida pelo material nos processos manufatureiros, dos aprimoramentos tecnológicos que permitiram a ampliação da sua produção e da participação dos químicos ao lado de industriais e do Estado para garantir as condições sociais para a possibilidade de ampliação da produção industrial, malgrado os problemas que a atividade acarretava. Quando discutimos a obra de Stahl a dimensão axiológica se sobressaiu, uma vez que para o médico prussiano os fins da atividade se tornaram critério fundamental e expresso para conferir cientificidade a suas práticas. Pudemos descrever como elementos importantes da filosofia da ciência de Bacon como o ideal de *controle da natureza* e a valorização do conhecimento experimental estavam presentes nas práticas químicas de Priestley e se encontravam também na epistemologia de d'Alembert, embora com uma feição mais particular e restrita, por vezes contraditória com o “instinto” humano para o pensamento matemático que conferia estatuto diferente às ciências experimentais daquelas que eram matematizadas e, portanto, capazes de produzir conhecimento seguro porque evidente. Notamos também que a proposta lavoisieriana respondia não apenas a temas restritos da

química, mas buscava conferir ao conhecimento produzido pela disciplina o mesmo grau de segurança que as disciplinas exatas já usufruíam.

Mais do que descrever os episódios históricos, nos interessamos por determinar seus elementos mais relevantes, apreciar seu sentido dos eventos quando ocorreram e avaliar seus efeitos na atividade científica atual. O M-CV foi decisivo neste sentido, pois a centralidade conferida às perspectivas de valor e a identificação das relações de reforço mútuo entre perspectivas e estratégias permitem compreender como a atividade científica é alterada pelo contexto, sem ser determinada por ele e relacionar a química do século XVIII a práticas científicas experimentais contemporâneas, notadamente pelo uso de *estratégias descontextualizadoras* e sua relação com perspectivas de valor do *controle da natureza* e do *progresso tecnológico*. A abordagem dos estilos de pensamento de Fleck acrescentou uma nova faceta à análise, pelas lentes de um referencial filosófico distinto, porém compatível – acreditamos nós – com o M-CV. Isso permitiu ressaltar ainda mais, a dimensão normativa das práticas químicas e os coletivos de pensamento.

Esperamos que a partir desta história possamos olhar cada vez mais para as práticas científicas passadas e contemporâneas como complexas, multifacetadas, contextualizadas – ainda que não determinadas – socialmente, e relacionadas aos demais ramos do saber. Como prática social, a atividade científica não pode ser de outra forma. Cabe a nós não negar sua constituição, mas, ao contrário, torná-la explícita para que possa ser submetida ao devido escrutínio, reconstrução, interpretação e avaliação, desde um ponto de vista filosófico.

Referências

ABRANTES, P. **Imagens de natureza, imagens de ciência**. Rio de Janeiro, RJ: EdUERJ, 2006.

ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; FERRAZ, M. H. M. Gur , Ghur , Guhr or Bur ? The quest for a metalliferous prime matter in early modern times. **The British Society for the History of Science**, v. 46, n. 1, p. 23–37, 2013.

BACON. Valerius Terminus of the Interpretation of Nature With the Annotations of Hermes Stella. In: SPEDDING, J.; ELLIS, R. L.; HEATHE, D. D. (Eds.). . **The Works of Francis Bacon, volume 3**. Cambridge, GBR: Cambridge University Press, 2011a. p. 215–252.

BACON, F. Novum organum ou verdadeiras indicacoes acerca da interpretacao da natureza; In: **Bacon**. 4a. ed. São Paulo: Nova Cultural, 1988. p. 272.

BACON, FRANCIS. **The Works of Francis Bacon. Volume 4 Translations of the Philosophical Works 1**. Cambridge, GBR: Cambridge University Press, 2011b.

BENSAUDE-VINCENT, B.; STENGERS, I. **A history of Chemistry**. Cambridge: Harvard University Press, 1996.

BEZERRA, V. A. Valores e Incomensurabilidade: Meditações kuhniana em chave estruturalista e laudanianiana. **Scientiae Studia**, v. 10, n. 3, p. 455–88, 2012.

BEZERRA, V. A. Estilos de raciocínio científico e o problema dos registros de teorização metacientífica. In: CHIBENI, S. et al. (Eds.). . **Filosofía e historia de la ciencia en el Cono Sur : selección de trabajos del X Encuentro de la Asociación de Filosofía e Historia de la Ciencia del Cono Sur**. Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba, 2018. p. 56–67.

BLUMENTHAL, G. Kuhn and the Chemical Revolution: A re-assessment. **Foundations of Chemistry**, v. 15, n. 1, p. 93–101, 2013.

BLUTEAU, R. **Vocabulario Portuguez e Latino (Volume 02: Letras B-C)**. Coimbra: Collegio das Artes da Companhia de Jesus; Biblioteca Brasileira Digital, 1712a.

BLUTEAU, R. **Vocabulario Portuguez e latino (Volume 01, Letra A)**. Coimbra: Collegio das Artes da Companhia de Jesus; Biblioteca Brasileira Digital, 1712b.

BLUTEAU, R. **Vocabulario Portuguez e Latino - v. 5**. [s.l.] Collegio das Artes da Companhia de Jesus; Biblioteca Brasileira Digital, 1721.

BOANTZA, V. D. Collecting airs and ideas: Priestley’s style of experimental reasoning. **Studies in History and Philosophy of Science Part A**, v. 38, n. 3, p. 506–522, 2007.

BOYLE, R. **The Sceptical Chymist: or Chymico-Physical Doubts & Paradoxes, touching the Spagyrist's Principles Commonly call'd Hypostatical; as the are wont to be Propos'd and Defended by the Generality of Alchemists.** London: F. Cadwell, 1661.

BOYLE, R. A Proemial Essay wherein, With some considerations touching EXPERIMENTAL ESSAYS in General, Is interwoven such an Introduction to all those writ|ten by the Author, as is necessary to be perus'd for the better understanding of them. In: **Certain physiological essays and other tracts written at distant times, and on several occasions by the honourable Robert Boyle.** Londres: Henry Herringman, 1669.

BOYLE, R. Propositions on sense, reason and authority. **Boyle Papers**, p. 25–25, 1670.

BOYLE, R. **The Sceptical Chymist: or chymico-pfysical doubts and paradoxes, touching the experiments whereby vulgar spagirists are wont to endeavour to evince their salt, sulphur and mercury, to be the true principles of things.** Oxford: Henry Hall, 1680a.

BOYLE, R. Experiments and Notes about the Producibleness of Chymicall Principles, being parts of an Appendix, designed to be added to the Sceptical Chymist. In: **The Sceptical Chymist: or chymico-physical doubts and paradoxes, touching the experiments whereby vulgar spagirists are wont to endeavour to evince their salt, sulphur and mercury, to be the true principles of things** To which in this Edition are subjoined divers Experiments and Notes about the Producibleness of Chymical Principles. Oxford: Henry Hall, 1680b.

BOYLE, R. Ensaio do Nitro. In: **A filosofia experimental na Inglaterra do século XVII: Francis Bacon e Robert Boyle.** São Paulo: Associação Editorial Humanitas, 2004.

BUENO, O. Estilos de raciocínio nas ciências e nas artes. In: CHIBENI, S. et al. (Eds.). **Filosofía e historia de la ciencia en el Cono Sur : selección de trabajos del X Encuentro de la Asociación de Filosofía e Historia de la Ciencia del Cono Sur.** Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba, 2018. p. 33–45.

BUTTERFIELD, H. The Origins of Modern Science, 1300-1800. **The British Journal of Sociology**, v. 2, n. 1, p. 82–82, 1959.

CAAMAÑO, M. A structural analysis of the phlogiston case. **Erkenntnis**, v. 70, n. 3, p. 331–364, 2009.

CARVALHO, R. S. Lavoisier e a sistematização da nomenclatura química. **Scientiae Studia**, v. 10, n. 4, p. 759–771, 2012.

CECON, K. **A Relação entre a Filosofia Mecânica e os experimentos Alquímicos de Robert Boyle.** Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas, 2010.

CECON, K. A tradução química de experimentos alquímicos envolvendo água régia em Robert Boyle. **Scientiae Studia**, v. 10, n. 4, p. 711–732, 2012.

CHALMERS, A. **Atomism from the 17th to the 20th Century** Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2019. (Nota técnica).

CHANG, C., Hasok. Epistemic Activities and Systems of Practice: Units of Analysis in Philosophy of Science After the Practice Turn. In: SOLER, L. et al. (Eds.). . **Science after the practice turn in the philosophy history and social studies of science**. Nova York e Londres: Routledge, 2014. p. 67–79.

CHANG, H. **Is Water H₂O?** Dordrecht: Springer, 2012.

CHANG, H. The Chemical Revolution revisited. **Studies in History and Philosophy of Science Part A**, v. 49, p. 91–98, 2015.

CHANG, K. Georg Ernst Stahl's Alchemical Publications: Anachronismo, Reading Market, and a Scientific Lineage Redefined. In: PRINCIPE, L. M. (Ed.). . **New Narratives in Eighteenth-Century Chemistry Contributions**. Archimedes: New Studies in The History And Philosophy of Science and Technology. Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2007. v. 18p. 23–44.

CLERICUZIO, A. Carneades and the chemists: a study of the Sceptical Chymist and its impact on seventeenth-century chemistry. In: HUNTER, M. (Ed.). **Robert Boyle Reconsidered**. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. p. 79–90.

CLOW, A.; CLOW, N. **The Chemical Revolution: a contribution to Social Technology**. 1945.

CONDILLAC, É. B. DE. A Lógica ou os primeiros desenvolvimentos da arte de pensar. In: **Lógica e outros escritos**. São Paulo: Editora da Unesp, 2016.

CONDORCET, J.-A.-N. DE C. **Esquisse d ' un tableau historique des progrès de l ' esprit humain [ano III da Instauração da República]**. Paris: Agasse, 1794.

CROMBIE, A. **Styles of Scientific Thinking in the European Tradition: The history of argument and explanation. Especially in the mathematical and biomedical science and arts**. Londres: Duckworth, 1994.

D'ALEMBERT. **Elementos das Ciências [1755]**. São Paulo: Editora da Unesp, 2015a.

D'ALEMBERT. **Experimental [1756]**. São Paulo: Editora da Unesp, 2015b.

D'ALEMBERT. **Discurso Preliminar [1751]**. São Paulo: Editora da Unesp, 2015c.

D'ALEMBERT. **Academia [1751]**. São Paulo: Editora da Unesp, 2015d.

DE TRUDAINE, A. L. et al. Extraits de Registres de l'Academie des Sciences [1773]. In: DUMAS, J.; FOUQUÉ, F. (Eds.). **Oeuvres de Lavoisier: [s.l.] Imprimerie Impériale**, 1862. v. Ip. 657–666.

DEMACHY, J. F. **L'art du distillateur d'eaux-fortes, &c.** Paris: Galica/ Bibliothèque nationale de France, 1773.

[DESCONHECIDO]. **Hypothèse (métaphysique)**. NEUFCHASTEL: SAMUEL FAULCHE & Compagnie, Libraires & Imprimeurs, 1765.

DIDEROT. **Enciclopédia [1756]**. São Paulo: Editora da Unesp, 2015a.

DIDEROT, D. **Método [1765]**. São Paulo: Editora da Unesp, 2015b.

DIDEROT, D. **Arte [1751]**. São Paulo: Editora da Unesp, 2015c.

DOPPELT, G. **Scientific Revolutions**. Macmillan Reference/ Gale Group, 2006.

FALGUERA, J. L.; DONATO-RODRÍGUEZ, X. Flogisto versus oxígeno: Una nueva reconstrucción y su fundamentación histórica. **Crítica-Revista Hispanoamericana de Filosofía**, v. 48, n. 142, p. 87–116, 2016.

FEYERABEND, P. Explanation, Reduction and Empiricism. In: FEIGL, H.; MAXWELL, G. (Eds.). **Scientific explanation, space, and time**. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1962. v. 3p. 28–97.

FLECK, L. **Genesis and Development of a Scientific Fact**. Chicago, EUA; Londres: University of Chicago Press, 1979.

FLECK, L. **Gênese e Desenvolvimento de um Fato Científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

FRESSOZ, J.-B. **L'apocalypse joyeuse: Une histoire du risque technologique**. Paris: Éditions du Seuil, 2012.

GEOFFROY, É. F. Tablles de Differentes Rapports de Substances obeservés entre differentes substances. In: **Tractatus de materia medica, sive de Medicamentorum simplicium historia, virtute, delectu & usu. De fossilibus**. [s.l.] Parisiis, 1741. p. 36.

GILLISPIE, C. Notice Biographique de Lavoisier. **Revue d'histoire des sciences**, v. 9, n. 1, p. 52–61, 1956.

GLAUBER, J. R. **The Works of The Highly Experienced and Famous Chymist, John Rudolph Glauber: containing, Great Variety of Choice Secrets in Medicine and Alchymy in the Working of METALLICK MINES, and the separations of METALS: Also, Various Cheap and Easie Ways of Makin**. Londres: Thomas Milbourn, 1689.

GOLINKSKI, I. Chemistry. In: PORTER, R. (Ed.). **The Cambridge History of Science**. [s.l.] Cambridge University Press, 2003. v. 4.

GOMES, L. L. **Mudanças científicas, transformações sociais e o papel dos valores: o caso da Revolução Química**. [s.l.] Dissertação de mestrado em Ensino, História e Filosofia das Ciências e Matemática da Universidade Federal do ABC, 2014.

HACKING, I. **Ontologia Histórica**. São Leopoldo: Unisinos, 2002.

HOYNINGEN-HUENE, P. Thomas Kuhn and the chemical revolution. **Foundations of Chemistry**, v. 10, n. 2, p. 101–115, 2008.

HOYNINGEN-HUENE, P.; SANKEY, H. **Incommensurability and related matters**. Dordrech: Kluwer Academic Publishers, 2001.

CHANG, K. Georg Ernst Stahl's Alchemical Publications: Anachronismo, Reading Market, and a Scientific Lineage Redefined. In: PRINCIPE, L. M. (Ed.). **New Narratives in Eighteenth-Century Chemistry Contributions**. Archimedes: New Studies in The History And Philosophy of Science and Technology. Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2007. v. 18p. 23–44.

KANT, I. Resposta à Pergunta: o que é Esclarecimento? [1784]. In: **O que é Esclarecimento?** Tradução: Paulo Cesar Gil Ferreira. Rio de Janeiro, RJ: Via Verita, 2011. p. 23–36.

KARPENKO, V.; NORRIS, J. A. Vitriol in the history of chemistry. **Chemicke Listy**, v. 96, n. 12, p. 997–1005, 2002.

KLEIN, U. A Revolution that never happened. **Studies in History and Philosophy of Science Part A**, v. 49, p. 80–90, 2015.

KLEIN, U.; LEFÈVRE, W. **Materials in Eighteenth-Century Science**. United States of America: Massachussetts Institute of Technology, 2007.

KUHN, T. S. **The Essential Tension**. Chicago, EUA: University of Chicago Press, 1977.

KUHN, T. S. Comensurabilidade, comparabilidade, comunicabilidade. In: **Caminhos desde a estrutura**. São Paulo: Editora da Unesp, 2006.

KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2017.

LACEY, H. **Valores e Atividade Científica 1**. São Paulo: Editora 34, 2008.

LACEY, H. **Valores e Atividade Científica 2**. São Paulo: Editora 34, 2010.

LACEY, H. Pluralismo metodológico, incomensurabilidade e o status científico do conhecimento tradicional. **Scientiae Studia**, v. 10, n. 3, p. 425–453, 2012.

LACEY, H.; MARICONDA, P. R. O modelo das interações entre as atividades científicas e os valores. **Scientiae Studia**, v. 12, n. 4, p. 643–668, 2014.

LAVOISIER, A. L. Note de M. Lavoisier sur la Introduction [de Essai sur le phlogistique et sur la constitution des acides de Kirwan]. In: **Essai sur le phlogistique et sur la constitution des acides, traduit de l'anglais de M. Kirwan avec de notes de MM. de Morveau, Lavoisier, de la Place, Monge, Berthollet et de Foucroy**. Paris: [s.n.].

LAVOISIER, A. L. **Traité élémentaire de chimie, présenté dans un ordre nouveau et d'après les découvertes modernes**. Paris: Galica/ Bibliothèque nationale de France; Cuchet Librerie, 1789.

LAVOISIER, A. L. Opuscles Physiques et Chimiques [1774]. In: DUMAS, J.; FOUQUÉ, F. (Eds.). . **Oeuvres de Lavoisier**: [s.l.] Imprimerie Impériale, 1862a. v. Ip. 439–656.

LAVOISIER, A. L. Memoire sur l'existence de l'air dans l'acide nitreux et sur les moyen de décomposer et de recomposer cet acide [1776]. In: DUMAS, J.; GRIMAU, E. (Eds.). **Oeuvres de Lavoisier / Tome II Mémoires de Chimie et de Physique**. Paris: Imprimerie Impériale, 1862b. p. 129–139.

LAVOISIER, A. L. Memoire sur la dissolution du mercure dans l'acide vitriolique et sur la résolution de cet acide en acide sulfureux aériforme e en air éminemment respirable. [1777]. In: DUMAS, J.; GRIMAU, E. (Eds.). . **Oeuvres de Lavoisier / Tome II Mémoires de Chimie et de Physique**. Paris: Imprimerie Impériale, 1862c. p. 194–198.

LAVOISIER, A. L. Considérations Générales sur la natures des acides et sur les principes dont ils sont composés.[1788]. In: DUMAS, J.; GRIMAU, E. (Eds.). . **Oeuvres de Lavoisier / Tome II Mémoires de Chimie et de Physique**. Paris: Imprimerie Impériale, 1862d. p. 248–260.

LAVOISIER, A. L. Traité élémentaire de chimie, présenté dans un ordre nouveau et d'après les découvertes modernes. In: DUMAS, J.; FOUQUÉ, F. (Eds.). **Oeuvres de Lavoisier**: [s.l.] Imprimerie Impériale, 1862e. v. Ip. 1–438.

LAVOISIER, A. L. **Traité élémentaire de chimie, présenté dans un ordre nouveau et d'après les découvertes modernes**. Bruxelles: Culture et Civilisation, 1965. v. Tomo 1

LAVOISIER, A. L. **Tratado Elementar de Química**. Rio de Janeiro, RJ: Madras, 2007.

LAVOISIER, A. L. Discurso Preliminar. In: COSTA, P. F. DA (Ed.). **Manifesto para a Nova Química**. Lisboa: Palavrão, 2011. p. 47–68.

LAVOISIER, A. L.; LAPLACE, P.-S. Memoire sur la chaleur, par MM Lavoisier et de Laplace [1780]. In: **Oeuvres de Lavoisier / Tome II Mémoires de Chimie et de Physique**. Paris: Imprimerie Impériale, 1862. p. 283–333.

LE FEBVRE, N. **Traité de la Chymie**. Paris: Thomaz Jolly, 1669.

LE FEBVRE, N. **Traité de la Chymie: tome second**. 2^a ed. Paris: Jean D'Houry, 1674a.

LE FEBVRE, N. **Traité de la Chymie: tome premier**. Paris: Jean D’Houry, 1674b.

LEMERY, N. **Cours de Chymie**. Paris: Lemery, 1675.

LUNA, F. Frei José Mariano da Conceição Veloso e a divulgação de técnicas industriais no Brasil colonial: Discussão de alguns conceitos das ciências químicas. **Historia, Ciências, Saude - Manguinhos**, v. 16, n. 1, p. 145–155, 2009.

MARICONDA, P. R. O controle da natureza e as origens da dicotomia entre fato e valor. **Scientiae Studia**, v. 4, n. 3, p. 453–472, 2006.

MCEVOY, J. The Enlightenment and The Chemical Revolution. In: WOOLHOUSE, R. S. (Ed.). **Metaphysics and Philosophy of Science in the Seventeenth and Eighteenth Centuries**. [s.l.] Kluwer Academic Publishers, 1988. p. 307–325.

MCEVOY, J. In Search of the Chemical Revolution: Interpretive Strategies in the History of Chemistry. **Foundations of Chemistry**, v. 2, n. 1, p. 47–73, 2000.

MCEVOY, J. Gases, God and the balance of nature: A commentary on Priestley (1772) “Observations on different kinds of air”. **Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, v. 373, n. 2039, p. 1–11, 2015.

MERTON, R. K. A ciência e a estrutura social democrática [1942]. In: MARCOVICH, A.; SHINN, T. (Eds.). **Ensaio de Sociologia da Ciência**. São Paulo: Editora 34, 2013a. p. 181–198.

MERTON, R. K. O Efeito Mateus na Ciência II. A Vantagem Cumulativa e o Simbolismo da Propriedade Intelectual. [1988]. In: MARCOVICH, A.; SHINN, T. (Eds.). **Ensaio de Sociologia da Ciência**. São Paulo: Editora 34, 2013b. p. 199–231.

METZGER, H. **Newton, Stahl, Boerhaave et la Doctrine Chimique**. Paris: Librairie Scientifique et Technique, 1974.

MORVEAU, G. DE et al. **Méthode de nomenclature chimique, proposée par MM. de Morveau, Lavoisier, Bertholet, & de Fourcroy**. Paris: Cuchet, 1787.

MUSGRAVE, A. Why did oxygen supplant phlogiston? Research programmes in the Chemical Revolution. In: HOWSON, C. (Ed.). **Method and appraisal in the physical sciences**. Cambridge: Cambridge University Press, 1976. p. 181–210.

NEWMAN, W. R. Robert Boyle, Transmutation, and the History of Chemistry before Lavoisier: A Response to Kuhn. **Osiris**, v. 29, n. 1, p. 63–77, 2014.

PATY, M. **D’Alembert, ou, A razão físico-matemática no século do Iluminismo**. São Paulo: Estação Liberdade, 2005.

PAULZE LAVOISIER, M.-A. P. Notícia Bibliográfica. In: COSTA, P. F. DA (Ed.). **Manifesto para uma Nova Química**. Lisboa: Palavrão, 2011.

PERRIN, C. E. Of theory shifts and industrial innovations: The relations of J. A. C. Chaptal and A. L. Lavoisier. **Annals of Science**, v. 43, n. 6, p. 511–542, 1986.

PRIESTLEY, J. **Experiments and Observations on Different Kinds of Air, and other branches of natural philosophy, connected with the subject**. Londres: Thomas Pearson, 1790. v. 1

PRINCIPE, L. A Revolution Nobody Noticed? Changes in Early Eighteenth-Century Chymistry. In: PRINCIPE, L. (Ed.). **New Narratives in Eighteenth Century Chemistry**. Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2007. v. 18.

PRINCIPE, L. M. . Alchemy and Chemistry: A crucial Note on Terminology and Categories. In: **The Aspiring Adept: Robert Boyle and His Alchemical Quest**. [s.l.] Princeton University Press, 1998. p. 20–23.

QUESNAY, F. **Quesnay**. São Paulo: Ática, 1984.

REISS, J.; SPRENGER, J. **Scientific Objectivity**, 2020.

ROUX, T. L. Du Bienfait des acides. Guyton de Morveau et le grand basculement de l'expertise sanitaire et environnementale (1773 – 1809). **Annales historiques de la Révolution française**, v. 1, n. 383, p. 153–176, 2016.

SCHAFFER, S.; SHAPIN, S. **El Leviathan y la bomba de vacío**. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes, 2005.

SHAPIN, STEVEN; SCHAFFER, S. **El Leviathan y la bomba de vacío**. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes, 2005.

SN. Advertência do Tradutor. In: STAHL, G. E. (Ed.). **Traité des Sels**. Paris: Chez Vincent, 1771.

SOUZA, M. DAS G. DE. **Ilustração e História: o pensamento sobre a história no Iluminismo Francês**. São Paulo: Discurso Editorial, 2001.

STAHL. **Principles of Chemistry**. London: John Osborn and Thomas Longman, 1730.

STAHL, G. E. **Traité du Soufre**. Paris: Pierre-François Didot, Le Jeune, 1766.

STAHL, G. E. **Traité des Sels**. Paris: Chez Vincent, 1771.

TURGOT, A. R. J. **Etimologia [1756]**. São Paulo: Editora da Unesp, , 2015. (Nota técnica).

VELOSO, José Mariano da Conceição. **Alographia dos alkalis fixos vegetal ou potassa, mineral ou soda e dos seus nitratos, segundo as melhores memorias estrangeiras, que se tem escripto a este assumpto.** Parte primeira. Lisboa: Offic. de Simão Thaddeo Ferreira; Biblioteca Brasiliana Digital. 1798.

VENEL. **Química [1753].** São Paulo: Editora da Unesp, 2015. (Verbete).

VON LIEBIG, J. **Familiar letters on Chemistry, and its relation to commerce, physiology and agriculture.** Nova York; Filadélfia: D. Appleton & Co., 1843.

ZATERKA, L. **A filosofia experimental na Inglaterra do século XVII: Francis Bacon e Robert Boyle.** São Paulo: Associação Editorial Humanitas, 2004.

Glossário e equivalência aproximada de substâncias

Ácido marinho – Espírito de sal (século XVII), tem equivalência aproximada com a substância que designamos como ácido clorídrico, HCl. Era substância relevante na química do início do século XVIII que se debruçou sobre as relações ácido-base e sobre o estudo dos sais. Junto do ácido vitriólico e do nitroso, os químicos se dedicaram a analisar as combinações do ácido marinho com diversas matérias, especialmente os álcalis. Para Stahl (1771) o ácido marinho era produto da associação do ácido vitriólico ao *princípio mercurial*.

Ácido nitroso – tem equivalência aproximada com ácido nitroso, HNO₂. Era um dos ácidos naturais, de acordo com Stahl (1771), e resultado da ação do *princípio flogisto* no ácido vitriólico.

Ácido vitriólico – tem equivalência aproximada com a substância que designamos como ácido sulfúrico H₂SO₄. No século XVIII era equivalente ao óleo de vitriolo. Na teoria stahliana (STAHL, 1771), era o ácido universal (ver p. 62 e seguintes do presente trabalho).

Água forte – tem equivalência aproximada com a substância que designamos ácido nítrico. Como o ácido vitriólico, era muito importante nas preparações químicas e na indústria química nascente no século XVIII por seu potencial de dissolver os metais, com exceção do ouro. Sua importância pode ser verificada pelo fato de a obra de Demachy que apresenta os mais modernos processos de produção do ácido vitriólico em 1773 ter como título *A arte do destilador de águas-fortes, etc.*

Álcali – De acordo com Rafael Bluteau no primeiro volume do Vocabulário Português e Latino publicado em 1712 era um termo químico e físico:

“A palavra é Arábica, composta de *Al*, que significa *Sal*, e *cali*, ou *Kali*, que (se não me engano) é a erva a que chamamos *Gramata*, & quando esta fundida em sal *Barrilha*, da qual se faz vidro. De maneira que o sal da erva *cali* é propriamente o que os Químicos chamam *Alcali*, e ainda que ao sal de todas as plantas deem o mesmo nome, o sal da erva *Cali*, por ser o mais poroso e todos, é por excelência o verdadeiro *Alcali*. Todo o sal Alcalico, assim desta, como das mais ervas, é oposto ao sal ácido, e na união de um, e outro sal consistem todas as especulações da Física moderna.” (1712, p. 218, verbete ALCALI).

Bluteau seguia concepção corrente no início do século XVIII. Do mesmo modo que Stahl, via álcalis e ácidos como tipos de sais. A indicação sobre a origem da expressão e o uso

mais importante da principal matéria designada como álcali são corretos, remetem particularmente à presença árabe em terras espanholas e à soda de Alicante que era reconhecida para obtenção de vidros e cristais finos, de lentes para instrumentos ópticos. (LUNA, 2009)

Álcali Fixo – No século XVIII, designava-se álcalis fixos aqueles que resistiam à ação do calor, como soda e potassa. O Frei José Mariano da Conceição Veloso, em obra de 1798 sobre os álcalis fixos explica que a potassa é um álcali fixo porque “só se volatiliza a um calor fortíssimo” (p. 25). A potassa é um álcali fixo vegetal e seu nome o Frei informa ter origem no inglês *potash* fazendo referência a “cinzas de panela, fogão, lenha” (p.4). A soda era álcali fixo mineral cujo nome viria do francês, *soude*, palavra derivada de sal, “pelo muito Sal que se tira do Kali (p.4). Sobre este tema ver também Luna (2009).

Álcali Volátil – Também conhecido como amoníaco. Era designado volátil porque, diferente dos álcalis fixos, evapora facilmente. (VELOSO, 1798, p.28)

Argiropeia – transmutação de metais em prata.

Azoto, gás azótico – Nome comumente atribuído ao nitrogênio ao longo do século XVIII.

Crisopeia – transmutação de metais em ouro, relaciona-se também à argiropeia, transmutação dos metais em prata.

Espírito (matéria) – Até o final do século XVII o termo espírito relacionava-se ao mesmo tempo às técnicas de obtenção de determinadas substâncias e ao *princípio* que nelas atuava. Segundo Glauber (1689, p.13) no processo de destilação os espíritos seriam as segundas substâncias a se desprender dos corpos, vindo depois das fleumas – mais voláteis – e antes dos óleos – menos voláteis. De acordo com Le Febvre (1674a, p.26) os espíritos possuíam por característica ser aéreos, sutis, penetrantes e ativos. A designação final da substância era realizada de acordo com a matéria destilada: espírito de vitríolo para os vitríolos; espírito marinho para o sal marinho; espírito de nitro para o salitre (ou nitro).

Espírito (princípio) – De acordo com a concepção espagírica, nas matérias denominadas espíritos atuava o *princípio espírito*, ou *mercúrio*. De caráter leve e penetrante, este *princípio* “excita o calor nas coisas e lhes fermenta” (LE FEBVRE, 1674a, p. 27). Para Lemery (1675, p. 5), é responsável pelo crescimento e putrefação da matéria e abunda entre os animais e

vegetais, razão pela qual estes possuiriam ciclo de vida curto em comparação com os minerais, que contêm pouco deste princípio e cujo crescimento e desenvolvimento seria muito mais lento.

Espírito de Nitro – Espírito (matéria) extraído da destilação do nitro ou salitre. Atualmente é considerado equivalente ao ácido Nítrico diluído em água em concentração próxima de 70% (“Merriam-Webster”, 2020).

Espírito de sal – Espírito (matéria) extraído da destilação do sal marinho. Ao longo do século XVIII foi designado **ácido marinho**.

Espírito de vitriolo – Segunda substância extraída da destilação dos vitríolos, após a fleuma. O espírito destilado daria origem ao óleo de vitriolo. Ver páginas 35 e seguintes do presente trabalho.

Fleuma do vitriolo – Também denominado orvalho ou água acre de vitriolo, primeira substância extraída da destilação do vitriolo. Indicado por Lemery e Glauber para uso nos olhos.

Nitro – ver abaixo **salitre** – Atualmente em equivalência aproximada ao Nitrato de Potássio, KNO_3 .

Óleo (matéria) – Substância sutil, untuosa e inflamável que deixa os corpos após o espírito.

Óleo (*princípio*) – De acordo com Le Febvre, os químicos também chamavam este *princípio* por *enxofre*, *fogo natural*, *luz*, *fogo vital* ou *bálsamo da vida* (1674a, p. 27). Teria natureza combustível e conferiria esta propriedade às substâncias sobre as quais age. Lemery aponta que seria o responsável pela diversidade de cores e odores dos corpos (1675, p. 6)

Óleo de vitriolo – Como os óleos de outros corpos, era a terceira e última substância extraída da destilação dos vitríolos. Diferente de outros óleos, não era untuoso nem inflamável, mas de caráter ácido e corrosivo. No século XVIII passou a ser denominado ácido vitriólico e a partir da *Nova nomenclatura* como ácido sulfúrico.

Potassa – Atualmente equivale aproximadamente a hidróxido de potássio (KOH). No século XVIII também era chamada **Álcali fixo** vegetal.

Soda – Atualmente equivale aproximadamente a hidróxido de sódio (NaOH). No século XVIII também era chamada **Álcali fixo** vegetal.

Retificação – Esta operação consistia na repetição da destilação a fim de separar qualquer substância heterogênea (LEMERY, 1675, p. 29)

Salitre – ou **nitro** – Atualmente equivale aproximadamente a Nitrato de Potássio, KNO_3 . No século XVIII era muito importante para a indústria química e para a produção de pólvora. Era extraído do solo. No início do século Stahl já recomendava atenção dos químicos para aprimorar as formas de extração e as qualidades do produto. Na França, que não contava com boas fontes da matéria, o salitre era monopólio do Estado e a partir de meados da década de 1770 Lavoisier tornou-se responsável pelo seu gerenciamento tendo transferido sua residência e laboratório para o Arsenal.