

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS

TESE DE DOUTORADO

**A RELAÇÃO ENTRE A FILOSOFIA MECÂNICA E OS
EXPERIMENTOS ALQUÍMICOS DE ROBERT BOYLE**

Kleber Cecon

Orientador: Prof^a Dr^a Fátima Regina Rodrigues Évora

Este exemplar corresponde à redação da tese defendida por Kleber Cecon e submetida à comissão julgadora em 15 de Julho de 2010.

Comissão julgadora:

Fátima Regina Rodrigues Évora
Márcio Augusto Damin Custódio
Tadeu Mazzola Verza
Aécio Pereira Chagas
Matthieu Tubino

2010

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO IFCH - UNICAMP
Bibliotecária: Sandra Aparecida Pereira CRB nº 7432**

C325r **Cecon, Kleber**
A relação entre a filosofia mecânica e os experimentos
alquímicos de Robert Boyle / Kleber Cecon. - - Campinas,
SP : [s. n.], 2010.

Orientador: Fátima Regina Rodrigues Évora.
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas,
Instituto de Filosofia e Ciências Humanas.

1. Boyle, Robert, 1627-1691 2. Química - história.
3. Ciência - História. 4. Alquimia. 5. Filosofia da natureza.
Mecanicismo (Filosofia). I. Évora, Fátima Regina Rodrigues.
II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Filosofia e
Ciências Humanas. III. Título.

Título em inglês: The relation between the mechanical philosophy and the
alchemical experiments of Robert Boyle

Palavras chaves em inglês (keywords): Chemistry - History
Science - History
Alchemy
Philosophy of nature
Mechanicism (Philosophy)

Área de Concentração: Filosofia

Titulação: Doutor em Filosofia

Banca examinadora: Fátima Regina Rodrigues Évora, Márcio Augusto Damin
Custódio, Tadeu Mazzola Verza, Aécio Pereira
Chagas, Matthieu Tubino

Data da defesa: 15-07-2010

Programa de Pós-Graduação: Filosofia



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS**

A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de Doutorado, em sessão pública realizada em 15 de julho de 2010, considerou o candidato KLEBER CECOM aprovado.

Profa. Dra. Fátima Regina Rodrigues Évora

Prof. Dr. Márcio Augusto Damin Custódio

Prof. Dr. Tadeu Mazzola Verza

Prof. Dr. Aécio Pereira Chagas

Prof. Dr. Matthieu Tubino

Five handwritten signatures are written on horizontal lines. The first signature is at the top, followed by four more. The signatures are in black ink and appear to be the names of the five professors listed to the left.

Dedico essa Tese a Deus, à minha esposa Ana que sempre me acompanhou e me incentivou e aos meus pais Aristides Cecon e Maria Rosa Cecon que sempre me apoiaram de todas as formas e em tudo que precisei. Dedico também essa tese a todos os outros importantes membros de minha família; meus irmãos Elton e Berenice, meu cunhado Marcelo, meus sobrinhos Murilo e Mateus e a família Antônio dos Santos.

AGRADECIMENTOS

- A Prof^a. Fátima Regina Rodrigues Évora pela sua orientação.
- Ao Prof. Michael Cyril William Hunter pela sua orientação em Londres.
- Aos membros da minha banca de qualificação, Prof. Marcio Augusto Damin Custódio e Prof. Aécio Pereira Chagas pelas suas valiosas contribuições.
- Ao Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH), Birkbeck College e Wellcome Library pela infra-estrutura.
- Ao CNPQ pelo suporte financeiro no Brasil e à CAPES pelo suporte financeiro no Reino Unido.
- Aos meus companheiros do grupo “Revoluções Científicas dos Séculos XVI e XVII: Origens, Influências e Bases Científicas e Filosóficas”.
- Ao Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência (CLE), seus funcionários e sua biblioteca pelo auxílio prestado para esse trabalho.
- Aos meus colegas do Instituto de Química (IQ) Rogério, Marcus, Larissa, Renato, Ricardo e Eduardo por todos os bons momentos compartilhados durante o período.
- A todos que de uma maneira ou de outra colaboraram para o desenvolvimento desse trabalho.

“And yet surrely to alchemy this rights is due, that it may be compared to the a husbandman where-of Aesop makes the fable; that when he died, told his sons that he had left unto them gold buried underground in his vineyard; and they digged over all the ground, and gold they found none; but by reason of their stirring and digging the mould about the roots of their vines, they had a great vintage the year following: so assuredly the search and stir to make gold hath brought to light a great number of good and fruitful inventions and experiments, as well for the disclosing of nature as for the use of man’s life.”

Bacon, F. Advancement of learning. In: HUTCHINS, R. M. (ed.). *Great books of the western world*. Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1952. v. 30, p. 14.

RESUMO

O objetivo dessa tese é analisar a filosofia mecânica de Robert Boyle, visando mostrar a compatibilidade entre o seu pensamento químico e mecanicista. Apesar de não poder ser provada por experimentos alquímicos, a filosofia mecânica de Boyle é corroborada por eles e os mesmos tiveram grande importância na refutação das formas substanciais e qualidades reais da escolástica.

Os experimentos alquímicos tornam-se importantes na medida em que é necessário elucidar como eles são usados na defesa do mecanicismo boyleano. Visando auxiliar a compreensão dos mesmos, foram analisados aqueles que Boyle julgava mais aptos para esse fim, assim como a tradução química para a correspondente linguagem da química contemporânea.

ABSTRACT

The goal of this thesis is to demonstrate that there is no opposition between Robert Boyle's alchemy and mechanicism. Despite the fact that Boyle's mechanical philosophy cannot be proved by alchemical experiments, it is supported theoretically by them and they had great importance in the refutation of the scholastic's substantial forms and real qualities.

The alchemical experiments are important since is necessary to elucidate how they were used to defend the boylean mechanicism. In order to better comprehend these experiments, some of them, which Boyle judged to be the most suitable for the task, were selected and chemically translated into modern chemical language.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	01
CAPÍTULO I: Química <i>versus</i> Alquimia	13
1.1 - A balança	13
1.2 - Química e alquimia; dois termos	16
1.3 - Hermeticismo	19
1.4 - Historiografia da alquimia	22
1.5 - Interpretações alquímicas	30
1.6 - O mecanicismo dentro da alquimia	34
1.7 - Alquimia corpuscular: O caso de Daniel Sennert	37
1.8 - Terminologias	39
CAPÍTULO II: Alquimia <i>versus</i> Mecanicismo	43
2.1 - A filosofia mecânica de Robert Boyle	43
2.2 - A filosofia corpuscular	44
2.3 - A separação entre qualidades sensíveis e as sensações	49
2.4 - A objetividade das qualidades sensíveis e o mecanicismo	52
2.5 - O problema da inexistência do ser sensível	57
2.6 - Textura não é afecção mecânica?	59
2.7 - Poderes seminais e o mercúrio como elemento	62
2.8 - A causa final não é compatível com o mecanicismo?	65
2.9 - A co-atuação de Deus no mundo	69
2.10 - É possível provar o mecanicismo por experimentos?	72
2.11 - Resposta dos opositores de Chalmers	75
2.12 - Mecanicismo comum e estrito	78

CAPÍTULO III: A análise dos experimentos alquímicos	81
3.1 - O caso da tradução química: ela é possível?	81
3.2 - A alquimia vista com dois olhos: o antigo e o novo	86
3.3 - Exemplos de traduções químicas na literatura	87
3.4 - A purificação da <i>aqua fortis</i> para a separação do ouro	93
3.5 - A poderosa água régia	95
3.6 - A produção da água régia na <i>That the goods of Mankind</i>	97
3.7 - Exemplos de produção de água régia nos <i>Workdiaries</i>	97
3.8 - A água régia e a obtenção de alguns sais transmutados	100
3.9 - O efeito da água régia e a natureza dos espíritos	103
3.10 - Obtenção de água régia no <i>Mechanical Origin of Qualities</i>	108
3.11 - Obtenção do espírito do sal e do Sal de Glauber	112
 CAPÍTULO IV: Os experimentos alquímicos e qualidades sensíveis	 115
4.1 - A relação	115
4.2 - A qualidade do odor	116
4.3 - A qualidade do som	120
4.4 - A qualidade do gosto	121
4.5 - A qualidade das cores	126
4.6 - As qualidades de calor e frio	140
 CONSIDERAÇÕES FINAIS	 145
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 149
 GLOSSÁRIO	 157

INTRODUÇÃO

Robert Boyle¹ é hoje conhecido como um dos grandes nomes da filosofia da natureza do século XVII. Ele é referenciado na história da filosofia da natureza, principalmente, devido às suas atividades laboratoriais que eram basicamente o que chamamos hoje de química experimental.

Alguns autores colocam Boyle, entre outros químicos, dentro da revolução científica do século XVII², uma das personalidades de maior impacto na história da química e, de acordo com Wojcik, seu *status* de filósofo da natureza só foi inferior ao de Isaac Newton na época³. É importante salientar que esse não era o único e exclusivo interesse de Boyle, que também teve diversos trabalhos publicados em teologia, hidráulica, ética, pneumática, literatura, religião, política, retórica entre outras atividades⁴. A importância de Robert Boyle para o estudo da história da ciência não é uma surpresa, considerando a grande quantidade e o impacto do material produzido por ele. Michael Hunter, em seu livro *Boyle by himself and his friends*, comenta que:

Robert Boyle foi o totem da nova e experimental ciência da Inglaterra na segunda metade do século dezessete, autor de mais de quarenta livros em ciência, religião e suas mútuas relações. Seus escritos foram lidos por toda a Europa [...] Não é surpreendente que Boyle tem sido objeto de grande atenção acadêmica.⁵

¹ Para informações detalhadas referentes à biografia de Robert Boyle, ver o livro: HUNTER, M. *Boyle: between God and science*. New Haven, CT: Yale University Press, 2009.

² DEBUS, A. Chemists, physicians, and changing perspectives on the scientific revolution. *Isis*, v. 89, n. 1, p. 66 – 81, Mar. 1998.

³ WOJCIK, J. W. *Robert Boyle and the limits of reason*. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

⁴ HUNTER, M. (Ed.). *Robert Boyle reconsidered*. Cambridge: Cambridge University Press. 1994b.

⁵ HUNTER, M. *Robert Boyle by himself and his friends*. London: Pickering and Chatto, 1994a, p. xi.

Inicialmente Boyle se dedicou ao estudo de ética e religião. Entre os trabalhos dessa fase podem ser citados *Seraphic Love*⁶ e *Martyrdom of Theodora*⁷. Até mesmo seus cadernos de anotações de laboratório (*Workdiaries*, WD 1 - 5) mostram uma total ausência de trabalhos de filosofia da natureza no período que foi entre 1649-1650. Coincidentemente ou não, foi nessa mesma época que teve contato com o chamado círculo de Hartlib⁸ e, talvez, por influência deles e por ter tido contato com Benjamim Worsley e George Starkey que começou seu interesse em trabalhos experimentais⁹. Boyle não se limitou depois disso aos trabalhos de filosofia da natureza, ele continuou sendo um pensador eclético até o fim de sua vida. A metade de seus trabalhos é considerada como sendo de cunho teológico¹⁰. Mesmo *Martyrdom of Theodora*¹¹, apesar de ter sido escrito na sua juventude, só foi publicado muito tempo depois em 1687.

Um de seus grandes interesses na fase de filosofia da natureza foi o desenvolvimento de receitas médicas. Uma grande quantidade delas está presente nos *Workdiaries* (WD 6 – 11 e outros em diante) e em alguns livros como *Specific Medicines*¹². Alguns autores defendem que o empenho de Boyle pela medicina se deu pela sua saúde fraca e no interesse particular em desenvolver bons remédios para seus problemas de saúde¹³.

⁶ BOYLE, R. *The works of Robert Boyle*. Edited by Michael Hunter and Edward B. Davis, London: Picketing and Chatto, 2000. v.1.

⁷ Idem, v.11.

⁸ O círculo de Hartlib era um grupo de intelectuais que mantinham contato, pessoalmente ou por correspondência, com o escritor e educador Samuel Hartlib. Dentro desse círculo se debatiam os mais variados temas, desde política, ética e religião até filosofia da natureza. Entre os seus integrantes estavam diversas personalidades que iriam formar a futura *Royal Society of London*.

⁹ HUNTER, M. How Boyle became a scientist. *History of Science*, v. 33, n. 1, p. 59-103, Mar. 1995.

¹⁰ WOJCIK, 1997.

¹¹ BOYLE, 2000, v.11.

¹² Idem, v.10.

¹³ SARGENT, R.-M. *The diffident naturalist*. Chicago: University of Chicago Press, 1995.

Apesar de Boyle ter escrito livros sobre as mais diversas áreas do conhecimento, a filosofia corpuscular perpassa boa parte de seus trabalhos depois de 1649-1650, formando um grupo de resultados que aponta para o corpuscularismo como a opção mais razoável para explicar o livro da natureza. A filosofia corpuscular tenta reduzir todos os fenômenos conhecidos a apenas matéria e movimento de pequenos corpúsculos que, apesar de serem potencialmente divisíveis pela mente humana ou pela vontade de Deus (que para Boyle era absoluta), não são divisíveis na natureza. O que Boyle defende é um mecanicismo, porém não como algo necessário que decorre de um sistema racionalista no estilo cartesiano, mas uma natureza contingente que só pode ser evidenciada experimentalmente por meio da manipulação da matéria no sentido baconiano¹⁴.

O fato de que Boyle vê o mundo de forma totalmente contingente é o que determina sua filosofia experimental e a sua desaprovação por sistemas como o aristotélico e o cartesiano. Essa contingência do universo advém de sua postura perante o total e irrestrito poder de Deus, que sendo onipotente, poderia ter criado o mundo de forma totalmente distinta e ainda poderia mudar as suas leis depois de sua criação¹⁵.

Para Boyle o livro da natureza não é escrito em caracteres matemáticos. De acordo com Shapin¹⁶, Boyle deliberadamente evita uma linguagem matematizada do mundo, pois, o mundo não procede de princípios necessários e universais, e o modo prolixo e randômico como Boyle escreve é porque ele acredita que é a maneira como a natureza deve ser descrita (além de se tornar potencialmente acessível a um maior número de pessoas), pois, reflete seu caráter contingente e não matematizada. Por isso mesmo não seria possível o conhecimento *a priori* do mundo e o experimento seria a única forma de conhecer suas leis. A idéia de

¹⁴ ZATERKA, L. *A Filosofia experimental na Inglaterra do século XVII: Francis Bacon e Robert Boyle*. São Paulo: Associação Editorial Humanitas : FAPESP, 2004.

¹⁵ WOJCIK, 1997.

¹⁶ SHAPIN, S. Robert Boyle and mathematics: reality, representation, and experimental practice. *Science in Context*, v. 2, n. 1, p. 23-58, Mar. 1998.

contingência do universo também suporta a possibilidade de milagres no mundo¹⁷, e isso é valioso para alguém interessado em conciliar a religião cristã com o corpuscularismo¹⁸. Para Boyle a filosofia corpuscular não era apenas importante para a filosofia da natureza, mas evitaria a necessidade de considerar formas substanciais, volições e consciência na matéria e na natureza, o que em sua visão seria atribuir a um ser imaterial, aspectos espirituais, e, portanto, uma perigosa heresia que deveria ser evitada a todo custo. O correto não seria uma sábia e consciente natureza, mas uma estúpida e inerte matéria que não deve ser apenas compreendida, mas dominada e controlada¹⁹.

A filosofia corpuscular não era exatamente novidade no século XVII e diversas correntes a apresentavam de forma variada²⁰. Nessa época a Inglaterra tinha uma forte vocação empirista e era natural que nela surgisse uma instituição ideologicamente voltada para essa corrente, que seria a *Royal Society*, da qual Boyle foi membro fundador²¹. Boyle estava convencido da superioridade da filosofia experimental e de como ela poderia auxiliar o homem a compreender o livro da natureza. Foi por meio de experimentos que ele tentou fundamentar toda a sua filosofia corpuscular e, de forma mais interessante, utilizou procedimentos laboratoriais de transformação da matéria para esse fim. O uso desses procedimentos, que seriam muito semelhantes ao que chamamos de experimentos químicos hoje em dia, para corroborar com o corpuscularismo elevaria ao *status* de filosofia uma área do conhecimento que era totalmente renegada ao mero conjunto de técnicas e que, apesar de ser muito útil, não

¹⁷ DEAR, P. Miracles, experiments, and the ordinary course of nature. *Isis*, v. 81, n. 4, p. 663-683, Dec. 1990.

¹⁸ JACOB, J. R. Boyle's atomism and the restoration assault on pagan naturalism. *Social Studies of Science*, v. 8, n. 2, p. 211-233, May 1978.

¹⁹ BOYLE, R. *A free enquiry into the vulgarly received notion of nature*. Edited by Edward B. Davis and Michael Hunter. New York: Cambridge University Press, 1996.

²⁰ MEINEL, C. Early seventeenth-century atomism: theory, epistemology, and the insufficiency of experiment. *Isis*, v. 79, n. 1, p. 68-103, Mar. 1988.

²¹ DEAR, P. Totius in uerba, rhetoric and authority in the early Royal Society. *Isis*, v. 76, n. 2, p. 145-161, June, 1985.

serviria como critério de fonte de informação sobre o universo. Isso não era comum como podemos ver declarado por Marie Boas Hall:

Na metade do século dezessete, quando Boyle estava aprendendo química, ela ainda era algo meio que duvidoso [...] Daí o lamento de seus amigos, porque alguém que poderia contribuir para a respeitável filosofia da natureza acabou escolhendo gastar suas energias em algo que na melhor das hipóteses era um conjunto de técnicas para outras ciências [...] ²²

Esse era o desafio; poderia ele convencer os filósofos da natureza não apenas que química era uma parte respeitável da filosofia da natureza, mas que ela poderia contribuir para o avanço da filosofia da natureza como um todo? Era uma tarefa particularmente difícil perante a convicção dos homens que persistiam em 'olhar para os espagiritas como meros operadores irracionais, cujos experimentos podem servir a apotecários, e talvez aos médicos, mas são inúteis para os filósofos, que pretendem curar a ignorância, e não uma doença'. ²³

Os motivos que levaram Boyle a ter tal apreço pela experiência química a ponto de elevá-la ao *status* de filosofia podem ser compreendidos quando considerados uma série de fatores, que vão desde o seu contato com o círculo de Hartlib²⁴ e com grandes nomes dessa arte, como George Starkey²⁵ (ou Eiranaeus Philalethes), até os motivos mais filosóficos, como a necessidade do estudo das qualidades que, para Boyle, deve ser experimental. Para realizar tais experimentos com as qualidades, os ensaios químicos parecem ser os mais indicados. Como um bom baconiano, Boyle acreditava que o estudo das formas

²² BOAS HALL, M. *Robert Boyle and the seventeenth century chemistry*. Millwood: Kraus Reprint Company, 1976. p. 48.

²³ BOAS HALL, 1976, p. 68.

²⁴ NEWMAN, W. R.; PRINCIPE, L.M. *Alchemy tried in the fire: Starkey, Boyle and the fate of Helmontian Chymistry*. Chicago: University of Chicago Press, 2002.

²⁵ NEWMAN, W. R. *Gehennical Fire: the lives of George Starkey, an American alchemist in the scientific revolution*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1994b.

era uma das mais altas preocupações que um filósofo da natureza poderia ter. Bacon, citado por Marie Boas Hall, assim afirma:

A origem [...] e a natureza das qualidades dos corpos é um assunto que eu tenho há muito olhado como uma das mais importantes e úteis que um naturalista pode escolher para sua contemplação.²⁶

Então a propriedade dos corpos deve ser estudada experimentalmente e explicada em bases inteligíveis. Bacon, citado por Zaterka, afirma que o estudo das formas deve ser empírico, dizendo: “assim é que da descoberta das formas resulta a verdade na investigação e a liberdade na operação”²⁷.

Essa preocupação baconiana em estudar as qualidades de forma experimental só pode ser satisfatória por meio de modificações controladas dessas qualidades. Essa tortura e maltrato para dominar, conhecer e controlar a matéria é um processo recorrente em Boyle. As alterações dessas qualidades por ambientes controlados dariam informações muito úteis sobre a estrutura da matéria, corroborando com a hipótese corpuscular, ou seja, de que todos os corpos são formados por corpúsculos e que toda alteração macroscópica perceptível não é nada mais do que a alteração mecânica de movimento, agrupamento e posição de tais corpúsculos. Isso se opõe fortemente à idéia escolástica de qualidades reais, onde as mesmas eram ontologicamente independentes do objeto. Para Boyle a qualidade seria apenas algo que decorre da mera distribuição das pequenas partes do corpo e totalmente dependente do mesmo. O corpúsculo em si é totalmente desprovido de qualquer qualidade não mecânica, sendo presente apenas no agregado delas, abrindo margem para uma perspectiva objetiva das qualidades sem abrir mão de uma visão mecanicista²⁸.

²⁶ BACON, R. Advancements of learnings apud BOAS HALL, M. The establishment of the mechanical philosophy. Osiris, v. 10, p. 493, 1952.

²⁷ BACON, R. Novum Organum, II, IV apud ZATERKA, L. Robert Boyle e a filosofia experimental: a química como chave para a interpretação da natureza. 2003. 238p. Tese (Doutorado em Filosofia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.p. 87.

²⁸ ANSTEY, P. *The philosophy of Robert Boyle*. London: Routledge, 2000.

A objetividade das qualidades tem certa importância, assumindo que para o estudo delas é necessário submetê-las a teste laboratorial na perspectiva da filosofia experimental. Não é possível realizar experimentos em laboratório com nada mais do que objetos, uma vez que conceitos abstratos e impressões no espírito não são passíveis de serem colocadas em uma câmara de vácuo ou precipitadas com cloreto de sódio. Por isso, Boyle é muito inclinado a adotar um panorama objetivo das qualidades. E a área do conhecimento adequada para a análise de tais qualidades nos corpos seria sem dúvida a química, eminentemente uma arte experimental. Para geração de questões de fato (*matters of fact*), o experimento com condições controladas não deve ser apenas realizado, mas também presenciado e, se possível, repetido pelo maior número possível de pessoas²⁹. Apesar do critério de questões de fato não ser uma unanimidade em Boyle e ter sido colocado sob um aspecto bem mais amplo em outros trabalhos³⁰, pode-se considerar que esse tipo de abordagem para *matters of fact* também é válida e que Boyle a aplicou para o estudo das qualidades dentro da química.

Robert Boyle trabalhou durante muito tempo com crisopéia³¹ e teve muito contato com trabalhos considerados atualmente como alquímicos e de cunho místico. A influência de tais correntes em grandes pensadores do século XVII não era incomum, como é possível constatar, por exemplo, em Isaac Newton³². Apesar do contato de Boyle com essa área ter provavelmente perpassado toda sua vida e, eventualmente, até mesmo aumentado com o passar do tempo³³, as biografias que foram escritas nos séculos seguintes a sua morte, ou seja, XVIII e XIX, foram feitas de forma a selecionar o que os biógrafos julgavam que era mais bem visto,

²⁹ SHAPIN, S.; SCHAFFER, S. *Leviathan and the air-pump: Hobbes, Boyle and the experimental life*. Princeton: Princeton University Press, 1985.

³⁰ SARGENT, 1995.

³¹ Transformação de metais mais baratos em ouro.

³² DOBBS, B. J. T. *The foundation of Newton's alchemy, or the Hunting of green Lyon*. New York: Cambridge University Press, 1983.

³³ PRINCIPE, L. M. *The aspiring adept: Robert Boyle and his alchemical quest*. Princeton: Princeton University Press, 1998.

assim como em ocultar o que seria mais embaraçoso. Os trabalhos sobre crisopéia foram, em sua maioria, negligenciados. A intenção era mostrar Boyle como o novo patriarca do corpuscularismo, um homem da ciência bem distante do que era tido como misticismo e superstição. Essa alteração nas biografias do autor o torna incompleto e atrapalham o conhecimento integral do mesmo³⁴.

O redescobrimento atual dos experimentos alquímicos de Robert Boyle pode ter um grande impacto para a compreensão de como os mesmos foram úteis para falsear a teoria das formas substanciais (pelo menos da forma como era vista por escolásticos ortodoxos da época) e abrir espaço para a teoria corpuscular, apesar de pesquisas recentes indicarem certa independência³⁵ dos experimentos de Boyle em relação a sua filosofia mecânica, sejam eles químicos³⁶ ou pneumáticos³⁷. Porém, não há dúvidas que o trabalho de Boyle sobre a destruição da teoria das formas substanciais como entidades reais e o trabalho experimental para derrubá-las foi sem precedentes. Mesmo em trabalhos contemporâneos em que se defende a estrutura escolástica como resistente aos ataques e críticas da revolução científica, não se pode ignorar o trabalho de Boyle³⁸. Robert Pasnau defende radicalmente, no texto abaixo, que a teoria das formas substanciais nunca foi refutada por completo, porém mesmo ele não pode deixar de admitir que Boyle foi uma exceção entre os filósofos modernos de mesma empreitada:

É seguro dizer que as formas substanciais nunca foram refutadas, porque os mais proeminentes críticos modernos - com notável exceção de Boyle - nunca tomaram a teoria de forma suficientemente séria para montar uma refutação vigorosa. Convencidos da verdade de suas abordagens

³⁴ HUNTER, 1994a.

³⁵ Ver item 2.10 dessa tese.

³⁶ CLERICUZIO, A. A redefinition of Boyle's chemistry and corpuscular. *Annals of Science*, v. 47, n. 6, p. 561-589, 1990.

³⁷ CHALMERS, A. The lack of excellency of Boyle's mechanical philosophy. *Studies in History and Philosophy of Science: part A*, v. 24, n. 4, p. 541-564, Oct. 1993.

³⁸ PASNAU, R. Form, substance and mechanism. *The Philosophical Review*, v. 113, n. 1, p. 31-88, Jan. 2004.

mecanicistas, filósofos como Descartes, Hobbes e Locke nunca aprenderam o suficiente sobre escolástica para estar em posição para refutá-la. Eles simplesmente acharam que ela não valia seu tempo.³⁹

Sem entrar na discussão a respeito de que os citados mecanicistas nunca aprenderam o suficiente sobre escolástica, é importante notar que, mesmo Pasnau, reconhece a importância de Boyle como o filósofo que tomou a investigação das formas substanciais de maneira mais séria que os outros mecanicistas da época e montou uma refutação vigorosa. Neste outro trecho Pasnau diz em que sentido essa refutação é válida:

Com respeito ao lado abstrato, metafísico das formas substanciais, Boyle rejeitou a doutrina, e o fez de uma maneira espetacular. Pois, ele não apenas negou que a identidade da substância e de suas partes é determinada pelas formas substanciais, mas ainda por cima rejeitou todo o conceito escolástico de identidade substancial e mudança [...] Boyle argumenta que quando um corpo é gerado, nenhuma nova substância é produzida, mas apenas aquela que era pré-existente obtém por meio de modificação espacial uma nova maneira de existir.⁴⁰

A utilização dos experimentos alquímicos foi o modo com o qual Boyle trabalhou para refutar as antigas doutrinas de formas substanciais. A química era para Boyle o modo de ler o livro da natureza. Por meio dela era possível derrubar antigas hipóteses e sustentar novas. Uma das grandes utilidades para a química dentro da filosofia da natureza seria dar suporte a hipótese corpuscular. Trabalhos contemporâneos têm enfatizado que o mecanicismo e a química boyleana são coisas distintas e, até mesmo, inconciliáveis. Considerando essa mesma divisão alguns historiadores da ciência não consideram Boyle como mecanicista, mas sim, como um químico ou alquimista. Dentre diversos motivos para contrapor o pensamento químico ao mecanicista está o fato de que Boyle reduz muitas vezes a explicação do mundo ao agrupamento das partes.

³⁹ PASNAU, p. 46.

⁴⁰ Idem, p. 32.

O objetivo dessa tese é demonstrar como não existe nenhuma dicotomia entre a alquimia e o mecanicismo dentro da filosofia de Robert Boyle, considerando aqui mecanicismo, o que Boyle e a maioria dos mecanicistas do século XVII entendiam como tal, a saber, uma filosofia onde a natureza pode ser reduzida, em última instância, aos “dois grandes e mais católicos princípios dos corpos, matéria e movimento” ⁴¹.

A análise empreendida nessa tese baseou-se nas obras completas publicadas de Boyle, com especial atenção às seguintes: *Origin of Forms and Qualities*, *Mechanical Origin of Qualities*, *Sceptical Chymist*, *Experiments Touching Colours* (History of Colours) e *Experiments Touching Cold* (History of Cold), *Excellency of Theology*. Além disso, também foram analisados os cadernos de anotações de Boyle. Esse material nunca foi publicado e era de uso pessoal para anotar diversas coisas, como opiniões, idéias, experimentos, procedimentos, resultados, quantidades e lembretes. Os diversos cadernos de anotações que Boyle teve durante a vida foram agrupados numa coleção chamada hoje de *Workdiaries*. Eles possuem estilos diferentes e o material em que cada um era trabalhado por Boyle dependia do período do ano, por exemplo, sua tendência era fazer experiências sobre putrefação de frutas no verão e sobre a natureza do frio no inverno⁴². Os experimentos químicos nos *Workdiaries* estão presentes depois de 1650, quando Boyle começou a ter interesse pela filosofia da natureza⁴³.

Nessa tese foram selecionados alguns experimentos que Boyle julgava importantes para corroborar com o seu mecanicismo. Visando aumentar o grau de compreensão dos experimentos alquímicos envolvidos na questão, também foi realizada a tradução dos mesmos para a correspondente linguagem da química contemporânea. A esse procedimento damos aqui o nome de tradução química. Os poucos trabalhos envolvendo esse tipo de tradução de textos alquímicos dizem

⁴¹ BOYLE, 2000, v. 5, p.307.

⁴² Para saber mais veja: HUNTER, M. *The Boyle papers: understanding the manuscripts of Robert Boyle*. Surrey: Ashgate Publishing Limited, 2007. cap. 3.

⁴³ HUNTER, 1995.

respeito à crisopéia ou busca do *alkahest*⁴⁴, pois, hoje apenas isso é considerado alquimia, porém o mesmo tipo de análise pode e deve ser estendido para outros tipos de experimentos. Como Newman e Principe demonstraram, alquimia e química eram um conceito único, sendo usados como termos intercambiáveis no século XVII⁴⁵. A partícula *al* foi adicionada posteriormente para indicar uma forma mais elevada de química, envolvendo especificamente crisopéia. O termo alquimia se tornou pejorativo depois que a crisopéia caiu em descrédito e a nova ciência química foi considerada, de forma anacrônica, distinta⁴⁶. Os trabalhos publicados de Boyle estão repletos de experimentos químicos que podem ser investigados à luz da química moderna, como também os *Workdiaries* são uma excelente fonte. Alguns dos experimentos dos *Workdiaries* podem ser datados e muitos deles estão presentes repetidamente também nos trabalhos publicados.

Essa tese se divide em quatro capítulos. O primeiro capítulo é dedicado à análise da relação entre os termos química e alquimia, tanto no século XVII como em outros períodos, demonstrando como eles eram vistos como sinônimos na época de Boyle e qualquer tentativa de separação de significado entre esses termos, no século XVII, não pode ser bem sucedida. Também nesse capítulo é explicitada a terminologia utilizada por todo o trabalho.

No segundo capítulo é analisada a filosofia de Robert Boyle, descrevendo sua teoria da matéria e explicando termos-chaves dentro do pensamento boyleano, como a textura e a diferença entre afecções mecânicas e não mecânicas. Também neste capítulo é argumentado que o fato de Boyle atribuir objetividade às qualidades, aceitar teleologia dentro da filosofia da natureza, defender a co-atuação de Deus no mundo, considerar o mercúrio como elemento, entre outras características, não o desqualifica como mecanicista.

⁴⁴ Solvente que pode separar qualquer material em seus elementos últimos, conhecido também como solvente universal.

⁴⁵ NEWMAN, W. R.; PRINCIPE L.M., *Alchemy vs. Chemistry: etymological origins of a historiographic mistake*. *Early Science and Medicine*, v. 3, n. 1, 1998.

⁴⁶ NEWMAN, W. R.; PRINCIPE, L. M. Some problems with the historiography of alchemy. In: NEWMAN, W. R.; GRAFTON, A. (Eds.). *Secrets of nature: astrology and alchemy in early modern Europe*. Cambridge, Mass.: MIT Press. 2001. Cap. 8, p. 385-431.

No terceiro capítulo é apresentado o mecanicismo boyleano em ação e como resultados de experimentos alquímicos como produção de sais, água régia e outros compostos alquímicos relacionados com crisopéia são usados para defender a filosofia mecânica de Boyle. Também nesse capítulo é realizada a tradução química desses experimentos para a química contemporânea, assim como uma discussão a respeito de questões referentes à filosofia da linguagem sobre a possibilidade de realizar essas traduções.

No quarto capítulo é realizada a análise e tradução química dos experimentos alquímicos relacionados com as qualidades sensíveis como cor, cheiro, gosto, calor e frio. Este capítulo mostra como tais experimentos visam não apenas dar embasamento à nova teoria corpuscular, mas também de refutar uma antiga, ou seja, a teoria escolástica das formas substanciais e das qualidades reais, demonstrando como as qualidades sensíveis são ontologicamente dependentes dos corpos.

CAPÍTULO I

Química *versus* Alquimia

Os termos química e alquimia sempre trouxeram problemas no âmbito da classificação de uma atividade experimental envolvendo a transformação da matéria. A noção generalizada que se possui é que a alquimia estaria ligada única e exclusivamente à transformação de metais menos nobres em ouro e elixires da vida eterna, enquanto a química seria um grupo de conhecimentos pós-paradigmáticos, depois de Lavoisier, possuindo caráter totalmente técnico, objetivo, claro, descritivo e com fundamentos teóricos que explicassem os fenômenos.

Utilizando a dicotomia presente no parágrafo anterior seria realmente impossível compreender a importância dos experimentos alquímicos de Robert Boyle para a história da filosofia da natureza e, ainda mais, de que qualquer experimento alquímico tenha algum impacto na história da ciência. A imagem do alquimista como um experimentador sem nenhuma metodologia rigorosa, com pouco ou nenhum cuidado com relação à pureza, quantidade e até mesmo identidade dos ingredientes influenciou vários historiadores e filósofos da ciência. O objetivo desse capítulo é mostrar como a diferença entre química e alquimia, longe de ser evidente, é muito problemática, especialmente no século XVII.

1.1 - A BALANÇA

Uma clássica diferença no imaginário popular entre alquimia e química é que o químico usa medidas precisas, enquanto o alquimista adiciona seus reagentes sem zelo algum, eventualmente até desconhecendo o que se adiciona ao “caldeirão”. Contudo, isso não parece ser verdadeiro. Segundo Newman:

Apesar de ser certamente verdade que o século dezesseis testemunhou o nascimento de uma literatura autônoma em mineração e metalurgia [...] não é o caso que os alquimistas estavam despreocupados com a purificação, teste, e exata medida de seus próprios materiais. Essas preocupações não foram exclusivamente de caráter qualitativo, mas freqüentemente tinham um foco gravimétrico também; de

fato, a precisão da balança era associada com laboratórios alquímicos muito tempo antes do desenvolvimento moderno do gênero da mineração e metalurgia.⁴⁷

Ainda de acordo com Newman é possível demonstrar, inclusive, como a pesagem em trabalhos alquímicos era usada para calcular material liberado durante o procedimento laboratorial:

Então ele [Starkey] supôs que poderia provar a identidade de todos os seus quatro produtos com sal amoníaco se pudesse ser demonstrado que eles liberam a mesma quantidade de espírito urinoso pela exposição ao material alcalino [...] Ele tinha o habito de pesar ingredientes iniciais e produtos finais, uma prática herdada por Alexander von Suchten [...] Foi a própria Offa que serviu a Starkey como ponto de partida para o seu *alkahest*.⁴⁸

As citações de Newman parecem proceder, visto que os textos dos alquimistas estão repletos de referências a pesagens que exigem cuidados, como por exemplo, no trecho abaixo de Sendivogius⁴⁹, citado por Szydló:

A substância, contudo, deve ser purificada no seu mais alto grau [...] Cuidado. Você não deve, de forma alguma, adicionar mais do que 6 libras de uma vez, misture 1,5 libra⁵⁰ de nitro com 3,5 libras de solo calcinado. Destile-os em um frasco com água régia. No frasco adiciona cerca de 2 libras de água de chuva destilada, de forma que o espírito⁵¹ vermelho que é produzido vai entrar e assentar lá. O vaso receptor precisa ser selado cuidadosamente de forma a prevenir que os espíritos escapem [...] Obtendo então a nova amostra de nitro e solo recém calcinados, a primeira coisa que deve ser feita é pesar os componentes, já que a quantidade destilada será determinada pela quantidade de nitro que está na retorta [...]

⁴⁷ NEWMAN; PRINCIPE, 2002, p. 39.

⁴⁸ NEWMAN, 1994b, p.185.

⁴⁹ Michael Sendivogius (1566 – 1636) foi um alquimista polonês, famoso e reconhecido em sua época como suposto detentor do segredo da pedra filosofal.

⁵⁰ A libra é uma unidade de medida que corresponde, atualmente, a 454 gramas. Ver glossário.

⁵¹ Espírito, no contexto alquímico, significa matéria sutil. Ver glossário.

Nota: O receptor deve ser cuidadosamente calibrado adicionando 2 libras de água nele [...] ⁵²

Logo, o uso da balança não é exatamente uma novidade em trabalhos alquímicos e não pode servir de critério para separação de química / alquimia. Isso também é ilustrado na figura abaixo⁵³ do século XV, que coloca a balança como centro do trabalho laboratorial. Existem alambiques, pelicanos, fornos e a balança, além de símbolos de alguns reagentes representados, como a lua simbolizando prata.

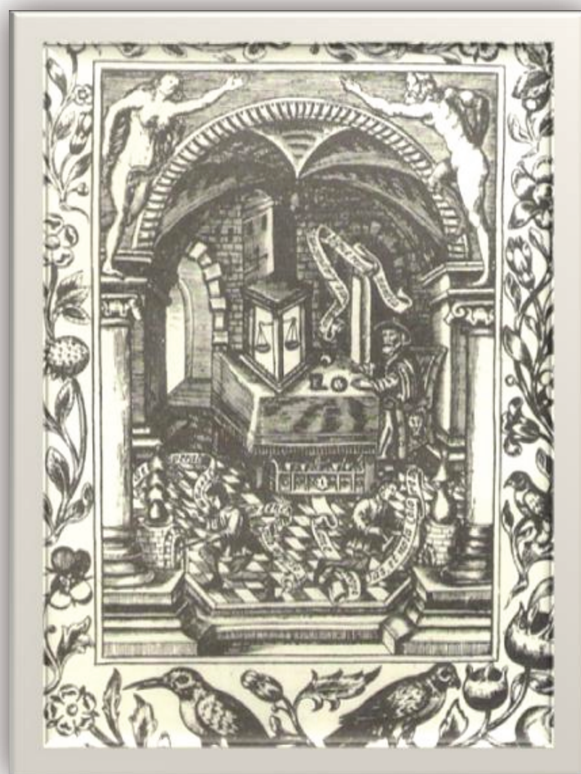


Figura 1: Ilustração de um laboratório alquímico no texto alquímico *Ordinall of Alchimy* de Thomas Norton (1433 - 1513), um tratado dedicado a produção da pedra filosofal. Essa ilustração foi impressa posteriormente no *Theatrum Chemicum Britannicum* de Elias Ashmole em 1652.

⁵² SENDIVOGIUS, M. apud SZYDLO, Z. The alchemy of Michael Sendivogius: his central nitre theory. *Ambix*, v. 40, n. 3, p. 131, Nov. 1993.

⁵³ Essa figura, assim como as explicações, foram retiradas do livro: NEWMAN, W. R.; PRINCIPE, L. M. *Alchemy tried in the fire: Starkey, Boyle and the fate of Helmontian Chymistry*. Chicago: University of Chicago Press, 2002. p. 48.

O trabalho com a balança vem de muito tempo e ela sempre esteve presente no dia a dia do trabalho do laboratório alquímico, mesmo antes de Lavoisier. Obviamente, a precisão desse instrumento não era a mesma da de hoje⁵⁴, mas mesmo nos tempos em que essa precisão era menor, os alquimistas pareciam se preocupar com ela⁵⁵.

1.2 - QUÍMICA E ALQUIMIA: DOIS TERMOS

Autores como Marie Boas Hall, claramente mostram Boyle como um herói que combateu os conceitos escolásticos de formas substanciais e do *horror vacui* e colocou a química nos trilhos seguros do experimento sistemático, embasando assim a sua teoria corpuscular. Marie Boas Hall defendeu, não apenas uma genuína divisão entre as duas áreas no século XVII, como diferenciou o que cada uma das áreas buscava e de que modo:

Já o fato da existência dos dois nomes, química e alquimia (na época), mostra que já existe uma distinção genuína [...] Os iatroquímicos do século XVII eram químicos racionais, não estavam a procura da pedra filosofal, nem na transmutação dos metais, ou na descoberta de um '*Alkahest*' universal. Eles queriam saber como preparar uma substância química do modo mais simples possível e reconhecer suas propriedades médicas. Existia uma tendência no século XVII de chamar químico quem trabalha com iatroquímica ou com uma prática de transformação da matéria e alquimista aquele que está mais envolvido com questões místicas que dão um suporte teórico para a química.⁵⁶

Essa divisão entre química e alquimia não é tão evidente. A visão do químico como filósofo da natureza mais metódico e organizado contra a de um alquimista, considerado místico e obscuro por essência e que só poderia produzir textos herméticos indecifráveis, levou a clássicos erros históricos, mesmo de

⁵⁴ Curiosamente, parece que nem mesmo a precisão da balança nos experimentos de Lavoisier foi suficiente para evidenciar experimentalmente o princípio da conservação da massa. Para saber mais veja: MARTINS, R. A.; MARTINS, L. A. P. Lavoisier e a conservação da massa. *Química Nova*, v. 16, n. 3, p. 245-256, 1993.

⁵⁵ NEWMAN; PRINCIPE, 2002, p. 47.

⁵⁶ BOAS HALL, 1976, p. 48. Tradução livre do inglês para o português.

profissionais notoriamente competentes. Dobbs em seu livro *The foundation of Newtons Alchemy* atribuiu a autoria de um grande trabalho alquímico *De Clavis*, a Isaac Newton, pela forma como foi escrito. Isso foi desmistificado posteriormente, como declarado por Newman e Principe:

[...] quando Dobbs argumenta que Newton foi o autor de um documento crucial conhecido como 'De Clavis' – uma receita para produzir o Mercúrio filosófico, material essencial para fabricação da pedra filosofal – porque é muito precisa e muito quantitativa para ser a composição de um verdadeiro 'alquimista'. O critério implícito aqui é que a alquimia é caracterizada pela ausência de precisão e clareza [...] Nós sabemos hoje que esse documento foi de autoria de Eirenaeus Philalethes, alter ego de George Starkey, aquele mesmo que Dobbs chama de 'o último grande alquimista filosófico do século dezessete'.⁵⁷

O alquimista Philalethes escreveu *De Clavis*, não Newton. Dobbs assumiu a figura do alquimista como alguém que não poderia criar um texto tão claro e conciso e o atribui a Newton. Foi exatamente um "grande alquimista", classificado assim pela própria Dobbs, quem escreveu *De Clavis*. O verdadeiro nome de Philalethes era George Starkey. Ele foi um americano que viajou para a Inglaterra para trabalhar com química. Assim que chegou ficou ligado ao círculo de Hartlib, assumiu um pseudônimo e começou a publicar obras com o nome de Philalethes. Ele foi também um dos tutores de Boyle na arte do trabalho laboratorial químico/alquímico⁵⁸. Como diferenciar que o que Starkey fazia era alquimia e o que Boyle fazia era química se um foi professor do outro?

A diferenciação dos termos parece um pouco mais complicada quando se analisam documentos da época. Marie Boas Hall estava certa ao afirmar que ambos os termos existiam (nota 52), porém livros declaradamente alquímicos possuíam receitas técnicas e sistemáticas sem nenhuma menção à pedra filosofal ou ao elixir da longa vida, enquanto outros, declaradamente químicos, se preocupavam apenas com esses temas, fazendo parecer que os nomes tinham o

⁵⁷ NEWMAN; PRINCIPE, 1998, p. 35.

⁵⁸ NEWMAN, 1994b.

inverso de seus significados ou eram meramente intercambiáveis. No texto abaixo isso é declarado por Newman e Principe:

Antes do final do século dezessete, as palavras ‘alquimia’ e ‘química’ (e seus cognatos nas línguas ocidentais) foram largamente utilizadas de forma intercambiável; a restrição da alquimia especificamente como arte de fazer ouro é um acontecimento posterior. Nós podemos encontrar muitos textos do século dezessete sobre a manufatura de ouro intitulados como ‘química’; por exemplo, a obra de 1604 de Michael Sendivogius intitulada ‘Nova luz da química’ (Novum Lumen Chymicum) ou a coleção de tratados em transmutação publicadas como *Theatra Chemica*, ou ‘Teatros de química’. Por outro lado, a obra de 1597 de Andreas Libavius, intitulada simplesmente de ‘Alquimia’, não contém virtualmente nada sobre ouro, mas detalhes precisos de operações laboratoriais como destilação, cristalização, e síntese de produtos químicos como sais, ácidos minerais e fármacos.⁵⁹

Pelo que afirma Newman, o texto *Alchemia* de Libavius estaria muito mais próximo ao que chamamos hoje de química, do que o texto químico de Sendivogius, que hoje seria considerado pura alquimia. O modo diferenciado de como ambas as supostas áreas trabalhavam não funciona de acordo com a classificação de Marie Boas Hall. Até mesmo aquele que pode ser considerado o pai da alquimia medieval: Geber, que foi o autor do trabalho de alquimia mais importante de toda a idade Média (*Summa Perfectionis*, escrita no século VIII) foi considerado, pelos mesmos critérios, por um autor chamado Goltz, como um químico e não alquimista, por considerá-lo insuficientemente filosófico e excessivamente científico⁶⁰.

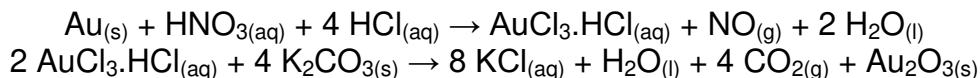
Como foi mostrado no item 1.1, muitos textos alquímicos trazem idéia de cuidado com pesagens, filtragens e quantidades, mesmo envolvendo reações com ouro. Esses textos descrevem processos metódicos. A citação alquímica seguinte do caderno de laboratório de Boyle é um bom exemplo:

⁵⁹ NEWMAN; PRINCIPE, 1998, p. 38.

⁶⁰ Idem, p. 37.

Duas dracmas de fino ouro (comumente chamado de água de ouro), sendo dissolvida em boa e comum água régia e precipitado com óleo de tártaro [per deliquium], sendo então a cal cuidadosamente separada e seca, o aurum fulminans obtido excede cerca de 40 gramas o peso do ouro inicialmente adicionado.⁶¹

A reação química em termos contemporâneos pode ser decodificada como:



Como é possível ver, todo o procedimento é descrito de forma clara, precisa e concisa. Descrições similares podem ser encontradas em textos alquímicos ainda mais antigos, como de Basil Valentine⁶², alquimista do século XV⁶³.

1.3 - HERMETICISMO

O fato de que os textos alquímicos são extremamente herméticos, algumas vezes também serve para configurar uma separação entre química e alquimia no século XVII. O segredo alquímico era como um *Donum Dei*. Um elemento especial apenas para alguns:

A suma de Geber, independente do fato de ser uma defesa escolástica e explicação da alquimia, continha uma variedade de passagens escritas em linguagem para iniciados [...] Então Geber diz que a alquimia é um *Donum Dei* (presente de Deus), com o qual o Pai das luzes

⁶¹ BOYLE, R. *Workdiaries*. Edited by Michael Hunter. London: University of London, Centre for Editing Lives et Letters, 2001. *Workdiary* 38, item 23.

⁶² PRINCIPE, L. "Chemical translation" and the role of impurities in alchemy: examples from Basil Valentine's Triumph-Wagen. *Ambix*, v. 34, n.1, p. 21-30, Mar. 1987.

⁶³ Por sinal esse é um bom exemplo de como é difícil fazer uma tradução química, já que o composto obtido por Basil Valentine não foi Au_2O_3 , porque se comportava de forma explosiva como pólvora. O problema foi provavelmente devido ao fato que Basil usou *salt ammoniacum* (cloreto de amônio) para a produção de água régia.

presenteia apenas àqueles que têm fé, os 'filhos da doutrina'.⁶⁴

Revelar o conhecimento apenas para os iniciados parece ser um traço da alquimia, mas ela não se restringe a todo conhecimento alquímico. Apenas os conhecimentos mais importantes é que são reservados aos iniciados e preparados. Deus só poderia confiar o segredo àqueles que pudessem guardá-los, pois, a informação certa em mãos erradas poderia ser catastrófica⁶⁵. Afinal, é como se Deus estivesse compartilhando uma parte de seu poder:

[...] expandindo a velha imagem da alquimia como um *Donum Dei* – um presente de Deus [...] Então a alquimia é uma dispensa especial, um modo permitido pelo próprio criador do homem para escapar dos limites impostos aos comuns [...]⁶⁶

O motivo do segredo seria porque a dádiva era para poucos. Não por mero elitismo, mas porque seria perigoso para a vida do *adepti*⁶⁷ e para a humanidade se os segredos da alquimia caíssem em mãos erradas. Seria como um segredo de estado pelo bem comum. Ao descrever sobre a descoberta do mercúrio sófico em seu famoso artigo para a *Philosophical Transactions* (revista publicada até hoje e que na época de Boyle se assemelhava muito às de divulgação científicas atuais), editada por Henry Oldenburg, Boyle afirma que conseguiu obter uma etapa importante da pedra filosofal, mas negou-se a dar detalhes em prol da prudência, como mostra Príncipe:

⁶⁴ NEWMAN, W. R. *Promethean ambition, alchemy and the quest to the perfect nature*. Chicago: University of Chicago Press, 2004. p. 84.

⁶⁵ Ver curioso trecho onde Starkey afirma obter metais de Regulus, o círculo de Hartlib (principalmente Worsley) tenta convencê-lo a se dedicar a essa operação devido ao lucro dela. Starkey nega (pg 128) afirmando segredo pela importância. Para saber mais sobre as negociações dos segredos alquímicos no círculo de Hartlib veja: NEWMAN; PRINCIPE, 2002, cap. 5.

⁶⁶ NEWMAN, 2004, p. 89.

⁶⁷ Aquele que guarda os grandes segredos alquímicos, portador do segredo da pedra filosofal.

Boyle usa a mais tradicional desculpa dos alquimistas para o seu segredo quando cita o seu medo de 'inconveniências políticas que podem surgir caso o Mercúrio se prove ser do melhor tipo e caia em mãos erradas'. Essas inconveniências são as conseqüências desastrosas para a estabilidade econômica e política caso o segredo da transmutação em ouro caísse em poder de pessoas inescrupulosas, e tais medos são uma característica típica de textos alquímicos.⁶⁸

Isaac Newton pediu diretamente a Oldenburg que não publicasse ou divulgasse o artigo de Boyle sobre a fórmula mercurial, visto que muitas pessoas poderiam exercer pressão e ameaças para que todo o processo fosse divulgado, e ele seria precioso e perigoso demais para o domínio público⁶⁹.

Alfonso-Goldfarb e Ferraz encontraram, recentemente, nos documentos da *Royal Society* a única receita completa do *alkahest* do século XVII⁷⁰. Elas deixam claro que a instituição mantinha o *alkahest* porque o considerava segredo de estado. Geralmente esse era o motivo que levava a alquimia a condição de segredo:

Mas qual seria a razão de tanto segredo? Ao contrário do que se imagina, o motivo não seria a 'vergonha' de pesquisar com afincos os 'mistérios' da alquimia. Tratados e receituários herméticos desse porte eram vistos, mesmo naqueles tempos mecanicistas, como segredos de estado, já que traziam conhecimento sobre como manipular metais e outros materiais com fins militares, medicinais ou mesmo para a produção de supérfluos caros [...] Assim a existência dos chamados 'livros de segredos', porque guardavam, literalmente, a sete chaves 'segredos do ofício'.⁷¹

Então, o segredo, como fonte de diferenciação de química e alquimia, enfraquece quando vemos que não é uma mera imposição religiosa, mas um cuidado para com segredos que não são seguros na mão de muitos. Seria como

⁶⁸ PRINCIPE, 1998, p.158.

⁶⁹ ALFONSO-GOLDFARB, A. M. Uma suposta contradição na ciência inglesa do século XVII: divulgação e sigilo. *Discurso*, n. 31, p. 349, 2000.

⁷⁰ HAAG, C. A agenda secreta da alquimia. *Pesquisa FAPESP*, n. 154, p. 17 -21, dez. 2008.

⁷¹ Idem, p.20.

dizer que a tecnologia para o lançamento de mísseis com ogivas nucleares é uma dádiva para poucos e por esse motivo suas informações não são distribuídas em revistas de publicação científica.

Boyle ajudou a criar a revista *Philosophical Transactions* e escreveu muitos artigos para ela. Apesar de ser uma revista precursora do padrão de divulgação científica atual ele não revelou os dados que julgava nocivo para o público em geral. E não foi apenas nesse artigo, onde ele deliberadamente afirmou que sabia das informações do mercúrio sófico, mas em vários outros trabalhos ele se utilizou de técnicas de segredo e códigos para defender a discrição de suas informações, talvez de seus assistentes, ou até mensagens secretas em seus trabalhos publicados⁷². Várias mensagens secretas estão nas obras de Boyle, geralmente alegando prudência ou para não prejudicar a terceiros.

1.4 - HISTORIOGRAFIA DA ALQUIMIA

A diferenciação dos termos química e alquimia não é algo simples. Esses conceitos variam com o tempo e a ocorrência de anacronismos ou preconceitos associados a eles são freqüentes. Newman e Principe são especialistas na historiografia da alquimia e rebatem claramente o argumento de Marie Boas Hall de que o fato de existirem os dois nomes: química e alquimia, indica uma diferença real de atividades no século XVII:

A existência de ambas as palavras no século dezessete e o uso de ambos na literatura secundária da época [...] implica que essas palavras foram comumente usadas no período para distinguir diferentes disciplinas, ou pelo menos dois tipos de práticas. Nós tentamos mostrar aqui que tal implicação é falsa, que os termos não foram usados com nenhuma diferença consistente de significado e que a ligação entre o que nós, respectivamente, chamamos de 'alquimia' e 'química' foi, na melhor das hipóteses, extremamente difusa. Nós concluímos que todo esforço para diferenciar alquimia de química é comprovadamente anacrônico, arbitrário ou presentista.⁷³

⁷² PRINCIPE, L. M. Robert Boyle's alchemical secrecy: codes, ciphers, and alchemical concealments. *Ambix*, v. 39, n. 2, p. 63-74, July, 1992.

⁷³ NEWMAN; PRINCIPE, 1998, p.33.

O problema principal que pode ser visto nesse tema é que o termo alquimia pode ter adquirido diferentes significados ao longo da história e, quando analisado posteriormente, isso gerou diferentes interpretações. Numa conjuntura feita no livro de Goldfarb⁷⁴ existe uma introdução sobre a origem da técnica:

Onde se coloca uma forte relação com as técnicas arcaicas mágico-ritualísticas dos curandeiros, mineiros e ferreiros, a partir de uma sabedoria que procura compreender a relação do homem com a matéria.⁷⁵

Parece difícil remontar a origem de uma mistura tão grande de coisas. “Como técnica arcaica ela seria universal, pois, emerge do despertar da consciência humana, entretanto como sabedoria, embora interpretando uma mesma necessidade humana, ela difere segundo mentalidade e circunstâncias”⁷⁶. Daí uma alquimia chinesa, hindu, caldaica e egípcia. Esse agregar de conhecimentos sempre envolvendo o trabalho com metais e o desenvolvimento de remédios parece como arquétipo das necessidades humanas de riqueza e saúde. O sincretismo dessas necessidades em diferentes circunstâncias formou a clássica alquimia:

Tal sabedoria aparece em Alexandria, entre o terceiro século antes e o terceiro século depois de Cristo, como resultado de um sincretismo do neo-platonismo grego, da cabala judaica, da mântica caldaica e da mítica egípcia.⁷⁷

A gênese da palavra alquimia parece perdida para sempre no passado, deixando a cargo de nossa imaginação e especulações. Uma possibilidade é descrita abaixo por Goldfarb:

⁷⁴ ALFONSO-GOLDFARB, A. M. *Da Alquimia à química: um estudo sobre a passagem do pensamento mágico-vitalista ao mecanicismo*. São Paulo: Nova Stella: Edusp, 1987. p. 11-31.

⁷⁵ Idem, p.15.

⁷⁶ Idem, p. 11-31.

⁷⁷ Idem, p. 22.

Da Grécia antiga, lugar onde provavelmente tomou corpo a teoria que foi conjugada à prática alquímica, vem a palavra CHEMEIA. Talvez esse vocábulo tenha dado origem ao termo árabe KIMIYA o qual, devidamente prefixado pelo artigo definido AL, adquiriu a forma final como foi passado à Europa.⁷⁸

No livro *Da alquimia à química*, Goldfarb dá duas raízes totalmente distintas para a palavra CHEMEIA. O termo CHEM (palavra de origem egípcia) designa coloração negra, talvez porque era considerado como uma espécie de arte negra por ter associação com o secreto ou com o trabalho com os mortos. Provavelmente seja devido à procedência egípcia, pois, o Egito era conhecido como Terra Negra, pela coloração do solo, rico em matéria orgânica em decorrência das cheias do Nilo. O termo, portanto, poderia significar simplesmente a arte do Egito.

“O segundo termo para CHEMEIA seria o verbo grego CHEW, que quer dizer derreter, dissolver, fundir. São derivados dos vocábulos CHUMA (lingote de metal fundido) e CHUMEIA (arte de preparar um lingote metálico)”⁷⁹. Novamente temos aqui uma associação da alquimia com o trabalho com metais, que parece ter sido uma de suas principais raízes, apesar de não serem descartadas as religiosas e/ou também as medicinais. Goldfarb admite que:

As primeiras idéias sobre a possibilidade de transformar a matéria parecem estar ligadas aos primórdios da prática metalúrgica, despertadas pela mudança de cor e forma que se obtinha com os minerais.⁸⁰

Isso, obviamente, sem negar a complexa formação desse tipo de conhecimento que é um híbrido total de astrologia, numerologia e medicina (especialmente na alquimia chinesa). Quando a alquimia foi incorporada pelos árabes, ela foi adquirida como uma espécie de técnica “já pronta”⁸¹. Foi

⁷⁸ ALFONSO GOLDFARB, 1987, p. 42.

⁷⁹ Idem, p. 42.

⁸⁰ Idem, p. 45.

⁸¹ Idem, p. 26.

transposta de suas origens alexandrina caldaicas para o contexto árabe, daí veio o termo *al* como artigo definido. A diferença dos dois termos, pelo que indicam os especialistas Newman e Principe, deu-se pela parcial aceitação da retirada do artigo no mundo não árabe:

Os termos gregos CHEMEIA ou CHYMEIA, provavelmente foram derivados da palavra usada para designar metais fundidos (CHEEIN) [...] Os árabes no início da idade média se apropriaram de uma variedade de técnicas, que eram designadas por esse mesmo termo que eles também empregaram. Autores que falavam árabe certamente adicionaram o artigo definido AL para a transliteração do nome Kimiya, chegando então a al-kimiya; isso foi o progenitor lingüístico do latino alchymia e suas variantes ortográficas tais como alchemia e alchimia. Humanistas, como por exemplo, Georgius Agricola, tentaram purificar o termo e tiveram apenas uma aceitação esporádica e parcial, e como resultado nós vemos variantes para ambos os termos, alquimia e química, usados tanto no latim como na língua vernácula, algumas vezes pelo mesmo autor no mesmo texto, mas apenas raramente com qualquer distinção de significado.⁸²

Isso quer dizer que o aparecimento de ambos os termos, química e alquimia deveu-se a uma mera tentativa de retirar o artigo definido árabe, parcialmente aceito (século XVI), e usar o termo grego original. A idéia de “purificar o termo” parece pejorativa e é como se tivesse uma conotação negativa da influência dos textos árabes nas obras da civilização grega. E em outros livros vemos a mesma conotação:

Etimologicamente as duas palavras significam a mesma coisa [...] O AL em alquimia é meramente o artigo definido, refletindo o fato de que a arte alcançou a Europa Ocidental da Grécia via o norte da África, onde os árabes foram seus principais praticantes na idade média. Na maioria das línguas européias, alquimia é a forma mais antiga: O AL começou a cair em desuso no século XVI devido a humanistas que reconheciam a influência árabe e a repeliram por ser uma bastardização lingüística [...] ⁸³

⁸² NEWMAN; PRINCIPE, 1998, p. 38.

⁸³ *Linguistic bastardy* no original.

Inicialmente a escolha dos termos parece não ter implicado nenhuma distinção semântica, mas no final do século XVII outras associações começaram a distinguir essas palavras, que originalmente eram sinônimas.⁸⁴

Na Europa, até o século XVI, o termo alquimia não era problema algum, pois, o mesmo sem o prefixo *al* raramente era utilizado. Foi precisamente no século XVII onde houve a separação dos termos. Eles inicialmente eram utilizados como sinônimos e já no século XVIII eles adquiriram significados diferenciados. Newman e Principe afirmam que:

Pela terceira década do século XVIII, contudo, nós encontramos o termo ‘alquimia’ sendo aplicado quase que exclusivamente a tópicos relacionados à transmutação metálica, enquanto ‘química’ estava crescentemente sendo definida como a arte da análise e síntese. Então, nessa época ‘alquimia’ e ‘química’ tinham adquirido algo próximo dos seus termos atuais.⁸⁵

A modificação de termos que eram praticamente sinônimos para artes totalmente distintas foi explicada por Newman e Principe. A confusão foi precipitada pelo fato de que Martin Ruland e John Beguin consideraram que o prefixo árabe *al* no termo alquimia designava um engrandecimento, um honorífico aumento de consideração e não apenas um artigo definido. Como quando “O filósofo” refere-se a Aristóteles, por exemplo:

É verdade, como Edward Lane mostrou no seu Arabic-English Lexicon (Edeinburgh, 1863), Livro I, Parte I, 74, que ‘al’ pode ser usado para denotar ‘predominância de aplicação’ como quando *al-madina*; ‘A cidade’ é usada para significar ‘a cidade do apóstolo’ ou *al-kitab*, ‘O livro’ é usado para significar ‘o livro de Seebahweyh’, mas este claramente não é o que os árabes tinham em mente no caso de *al-kimiya*. Nos primeiros casos o ‘al’ é usado para singularizar uma cidade ou um livro entre muitos: no último caso isso não

⁸⁴ YOUNGJ. T. *Faith, medical alchemy and natural philosophy: Johann Moriaen, Reformed Intelligencer and the Hartlib Circle*. Aldershot: Ashgate Publishing, 1998. p. 163.

⁸⁵ NEWMAN; PRINCIPE, 1998, p. 39.

é possível já que existe apenas uma *kimiya*, certamente aqui 'al' é inserido simplesmente como artigo definido normal.⁸⁶

Apesar de continuarem sendo sinônimos para os referidos autores, esse erro etimológico se propagou pelo século XVII e influenciou várias obras em que se afirmava que *al* indicava uma dignificação, apesar de os textos manterem o uso indiscriminado, tanto de um como de outro termo. Essa idéia de que a alquimia implica numa química superior se espalhou pela literatura, não de forma absoluta, mas de forma a ter influência.

Na obra de Newman, podemos constatar que os químicos que eram favoráveis a crisopéia começaram a adotar a idéia de uma química hierárquica, com o *adepti* no topo dela, porém não eram áreas distintas, a crisopéia seria apenas o conhecimento mais elevado da química. Na segunda metade do século XVII, Christophe Glaser, escritor francês do *Jardin Du Roi*, definitivamente, e pela primeira vez em 1663 na obra *Traité de La chymie*, associa o termo alquimia à arte de transmutação de metais em ouro, mas não como área distinta. Ele ainda a insere como parte da química, uma química superior, influenciado por seu mestre *Le Febvre*, e pelos erros epistemológicos de Rulan e Beguin. É importante destacar que os termos não estão separados qualitativamente, sendo apenas uma questão classificatória de grau, onde a crisopéia seria o topo do conhecimento químico. Isso não teve um impacto significativo e a opinião do próprio mestre de Glaser sobre os termos era outra, como podemos ver no seguinte trecho de uma obra publicada em 1660, retirada do artigo *Alchemy vs. chemistry*:

Esta ciência como muitas outras, tem recebido muitos nomes de acordo com seus diversos efeitos. O mais comum é o caso de 'chymie', cuja etimologia, dizem, vem da palavra grega suco, humor ou líquido, porque a redução da maior parte dos corpos sólidos em líquido é aprendida por meio de operações químicas. Outro nome para essa mesma coisa é 'alchymie', graças aos árabes, que adicionaram a particular 'al', que significa "Deus" e "Grande", quando eles querem expressar a excelência de alguma coisa [...] desses nomes,

⁸⁶ NEWMAN; PRINCIPE, 1998, p. 4, nota de rodapé.

nós usaremos sempre apenas 'chymie', porque é o mais comum.⁸⁷

Como podemos verificar, Le Febvre e Glaser, ambos do *Jardin du Roi*, um mestre do outro, ambos químicos, tendo visões diferentes da ambigüidade química/alquimia, e isso na mesma época de Boyle, mais ou menos quando ele estava escrevendo *The Sceptical Chymist* (1661)⁸⁸. Os ataques à transmutação começaram a se intensificar no final do século XVII, como em *Lemery* e *Harrys* onde encontramos os termos muito próximos da dissociação moderna que temos de química e alquimia. Os seus ataques à transmutação de metais em ouro ajudaram na separação final que ocorreu e se finalizou no século XVIII com a enciclopédia, de acordo com Newman e Principe:

É justo dizer que com Harris nós ficamos muito próximos da dissociação moderna entre alquimia e química, onde a primeira representa apenas uma mal direcionada tentativa de transmutar metais baratos em preciosos, e a última é um domínio distinto [...] Tudo isso começou com uma inócua interpretação do artigo definido árabe como uma honorificação a toda a disciplina de química, feita por Martin Ruland e Jean Beguin. Esse engano etimológico foi propagado através do século XVII, encontrando freqüentes repetições em textos populares, mesmo enquanto os termos 'alquimia' e 'química' continuavam a ser usados como sinônimos. Quando os que apoiavam a crisopéia construíram uma hierarquia dos químicos com o 'adepti' no topo, como o tipo de 'químico mais sublime', facilmente se imaginou uma 'química mais sublime', devidamente dignificada com o artigo arábico 'al'. Então Glaser, por exemplo, assumiu que este *status* honorífico pertencia apenas a uma parte da química preocupada exclusivamente com a transmutação de metais. Quando a ligação entre praticantes sublimes e química sublime foi combinada com um viés anti-transmutacional, como no caso de Lemery, tornou-se possível excluir alquimia do domínio da química com base na sublimidade dessa primeira. O resultado dessa progressão se manifesta nas diferentes definições dadas a 'alquimia' e 'química' por

⁸⁷ NEWMAN; PRINCIPE, 1998, p. 56.

⁸⁸ BOYLE, 2000, v.2.

escritores técnicos do século, como Harris e os enciclopedistas.⁸⁹

Depois que a crisopéia caiu em descrédito no século XVIII, a utilização dos termos para separar a alquimia da nova ciência química veio bem a calhar. Nessa época a separação dos dois nomes pode ser reconhecida na literatura como distinta. Podemos considerar a colocação dos termos na enciclopédia de Diderot como um divórcio eterno:

A alquimia é a arte de transmutar os metais [...] A química é uma ciência que se ocupa da separação e da união dos princípios que constituem os corpos [...] ⁹⁰

Para a maioria dos intelectuais e pensadores iluministas, alquimia era um sinônimo de fazer ouro e fraude e no início do século XVIII o domínio da alquimia era restrito exclusivamente a isso. Na época de Lavoisier a idéia de contrastar a nova química, separada de seus atributos antigos e místicos, pareceu irresistível (e durante muito tempo também pareceu irresistível para a história da ciência). A tendência de separar a velha crença mal guiada, a alquimia, da nova ciência, a química, fazia com que o iluminismo enxergasse, nesse caso, essa dicotomia de luz e trevas, descrevendo a química se libertando e saindo para a luz, para fora do obscuro nevoeiro da ilusão da alquimia⁹¹.

No início do século XIX a alquimia estava irrestritamente ligada a fatores mágicos e místicos. A aura de trevas em que o iluminismo colocou a alquimia foi terreno fértil para a imaginação. Isso acabou atraindo a atenção de muitos intelectuais que voltaram a enxergar a alquimia com novos olhos:

No início do século XIX referências a alquimia podiam ser encontradas predominantemente em associação com magia,

⁸⁹ NEWMAN; PRINCIPE, 1998, p. 63.

⁹⁰ DIDEROT, D.; D'ALEMBERT, J. *Encyclopédie ou Dictionnaire Raisonné des Sciences des arts et des Métiers*. Elmsford, NY: Pergamon Press, 1969. v.1, p. 587, 589.

⁹¹ NEWMAN; PRINCIPE, 2001.

bruxaria, e outras práticas comumente agrupadas como 'ocultas', tópicos que o 'triunfo da razão' do século XVIII ridicularizou. Então, quando começou a revitalização do ocultismo no início do século XIX a alquimia recebeu nova atenção, não tanto por ela mesma, mas como uma de diversas partes das 'ciências ocultas'.⁹²

O mais curioso é que essas interpretações não se apegam aos aspectos da filosofia da natureza da alquimia, e sim, apenas ao seu lado psíquico, místico, mágico ou que os agrade mais de algum ponto de vista. Elas não vieram dos séculos anteriores, foram visões criadas posteriormente, no século XIX, e insistem em elementos psicológicos ou irracionais como fundamental para a alquimia.

1.5 - INTERPRETAÇÕES ALQUÍMICAS

As principais interpretações alquímicas predominantes que formaram nosso conceito atual de alquimia são variadas, mas podem ser citadas principalmente:

Interpretação espiritual da alquimia: No início do século XIX, numa enorme onda de ocultismo, a alquimia começa a ser predominantemente associada com magia, bruxaria e outras práticas tidas como ocultas. Dentro dessa interpretação espiritual da alquimia, o papel da transformação da matéria e do equipamento de laboratório era mínimo, se não metafórico. O importante era a transformação do indivíduo:

[...] os alquimistas não visavam primeiramente mudanças do tipo químicas, mas usavam a linguagem e terminologia química apenas para lidar alegoricamente com processos espirituais, morais, ou místicos. Os objetivos dos alquimistas eram supramundanos.⁹³

Esse tipo de interpretação leva o processo alquímico a uma mera instrução alusiva para uma transformação transcendental do próprio alquimista, e quiçá, da própria humanidade. O interesse não era na matéria, era no espírito do praticante que a verdadeira transformação ocorria. Assim como o fogo separava o material

⁹² NEWMAN; PRINCIPE, 2001, p.387.

⁹³ Idem, p. 388.

impuro, o trabalho e o estudo deveriam separar o intelecto da ignorância. A matéria bruta tinha que ser trabalhada para que, partindo de metais não nobres, se obtivesse outros mais nobres e, talvez, atingisse a maturidade total, chegando a ser ouro. A transmutação de metais baratos em ouro era uma referência à transformação do próprio alquimista ou até mesmo de toda a humanidade por meio dele, de uma base terrena em um estado mais nobre, espiritual, moral e até divino.

Interpretação Jungiana de alquimia: Carl Jung provavelmente foi um dos homens que mais influenciou o conceito contemporâneo de alquimia. Sua visão psicológica influenciou uma série de pensadores e escritores como Joseph Campbell, Betty Jo Teeter Dobbs, Gaston Bachelard, Mircea Eliade entre outros⁹⁴. Jung sempre se interessou por ocultismo desde sua adolescência e a simbologia alquímica sempre lhe chamou a atenção. Sua grande obra foi traduzida para o inglês como *The Idea of redemption in alchemy*. Em sua versão da alquimia, a mensagem é clara: aqui também a importância não está na matéria se transformando em si. São estados psíquicos acontecendo no experimentador que são projetados nos experimentos alquímicos. Newman e Principe, referindo-se a essa interpretação, escrevem:

[...] os alquimistas são chamados para lidar, não com experimentos químicos, mas com algo referente aos processos psíquicos expressados em linguagem pseudo-científica [...] Os alquimistas estavam preocupados muito menos com reações químicas do que com os estados psíquicos que tomavam conta dos seus praticantes. A prática de alquimia envolvia o uso de uma 'imaginação ativa' por parte do aspirante a 'adepti', que o levava a um estado alucinógeno no qual ele projetava o conteúdo de sua psique no material dentro do seu alambique [...] experiência não tinha nada a ver com matéria.⁹⁵

O alquimista jungiano consegue “ver” o seu próprio inconsciente expresso em imagens arquetípicas que provém do inconsciente coletivo. A única função do

⁹⁴ NEWMAN; PRINCIPE, 2001, p. 401.

⁹⁵ Idem, p. 402.

experimento alquímico é fornecer algo no qual essa irrupção psíquica possa ser projetada. Como ocorre essa experiência de projeção no experimento, a transcrição do mesmo, que seriam os textos alquímicos, decorre dessa projeção. Jung não acredita que a linguagem alquímica seja obscura por querer esconder processos laboratoriais ou reagentes, mas simplesmente uma terminologia bizarra com dragões e reis. Como essa projeção se dá pela irrupção do inconsciente da pessoa, a tradução de tais textos para a química moderna seria uma perda de tempo:

A multiplicidade de nomes para a matéria prima, o ponto de partida do trabalho alquímico, era necessariamente uma consequência do fato de que a projeção deriva do indivíduo, e é diferente para cada indivíduo [...] Caso um historiador conseguisse decodificar uma dada receita alegórica em linguagem química [...] significa então que isso não é boa ou genuína alquimia. A alquimia genuína, por definição, não pode ser decodificada.⁹⁶

O problema com essa interpretação é que não só é possível decodificar textos alquímicos para a química moderna, mas também fazê-lo com textos de autores alquímicos consagrados. Newman em seu livro *Gehennical Fire* decodificou textos de Philalethes⁹⁷. Ele consegue, por meio de todas as simbologias, descrever os processos químicos envolvidos e cita nesse livro a notação química da reação. Segue-se um exemplo, dentre muitos, de todo o capítulo do livro:

Na passagem recém citada do comentário de Ripley sobre Philalethes, o alquimista diz que a filha de saturno precisa ser casada com o Deus da guerra. Para qualquer um, familiar com mitologia clássica, este poderia ser apenas Ares ou, na sua forma latina, Marte. Desde a Idade Média, entretanto, o mundo latino sabia que Marte era um código, um nome secreto para Ferro (assim como Saturno é para Chumbo e filha de saturno para antimônio). Então Philalethes está nos dizendo que o antimônio cru precisa ser

⁹⁶ NEWMAN; PRINCIPE, 2001, p. 403.

⁹⁷ NEWMAN, 1994b, cap.4: *Revelation and concealment: the writings of Philalethes*.

combinado com Ferro [...] A reação química pela qual a redução do antimônio acontece é dado por J. W. Mellor:
 $\text{Sb}_2\text{S}_3 + 3 \text{Fe} \rightarrow 2 \text{Sb} + 3 \text{FeS}.$ ⁹⁸

Nessa reação o Antimônio puro (Sb) é obtido. O antimônio cru é na verdade sulfeto de antimônio (Sb_2S_3). Isso o ajuda a obter o então chamado *star regulus* de antimônio, que é o antimônio metálico e que tem esse nome por cristalizar-se no formato de estrela. Todo símbolo estrelado na obra de Philalethes é uma referência ao *star regulus* de antimônio. Toda simbologia alquímica desse autor pode ser traduzida para química atual. Caso a concepção alquímica de Jung estivesse em jogo, poderíamos considerar as obras de Philalethes como alquimia não genuína, mas aí teríamos que incluir Geber, Philalethes, Sendivogius e começaríamos a nos perguntar a qual alquimia genuína Jung se refere. Como veremos posteriormente, alguns experimentos alquímicos foram refeitos com sucesso em laboratórios, confirmando as interpretações de Newman.

A interpretação Panpsychica da alquimia: Basicamente foi uma visão de Mircea Eliade que foi influenciado por Jung. Ambos achavam que os alquimistas experimentavam uma elevação de estado de consciência, inacessível aos não iniciados na arte. E assim como o mestre, Eliade enfatiza que a tradução química só é possível em textos alquímicos degenerados, decaídos ou de baixo nível, porém eles possuem suas diferenças quanto à importância do vitalismo na separação química/alquimia. Eliade chega a defender o vitalismo como a própria essência da alquimia. Jung não chegou a tanto, como explicado por Newman e Principe:

Como a parte sagrada da alquimia decaiu, as experiências estáticas dos 'adepti' também decaíram, tornando possível para a nova e profana ciência, a química, emergir [...] Eliade difere de Jung, entretanto, na sua ênfase extrema no vitalismo da alquimia, que ele clama ser a característica definitiva dessa disciplina.⁹⁹

⁹⁸ NEWMAN, 1994b, p. 128-129. Parêntesis nosso.

⁹⁹ NEWMAN; PRINCIPE, 2001, p. 409.

Eliade concebia os metais casando e tendo relações como se a terra fosse um grande e vivo embrião orgânico. O forno seria a *matrix teluriana* da terra na qual a pedra filosofal poderia ser encubada. A *alchemy* seria basicamente orgânica e em total contradição com o mecanicismo moderno com suas mortas leis mecânicas. Para Eliade, o desenvolvimento do mecanicismo matou a alquimia e inaugurou a ciência moderna. O pensamento de Eliade, nesse sentido, é muito similar a de Hélène Metzger que defendia a mesma dicotomia química/alquimia com mecanicismo/vitalismo.

1.6 - O MECANICISMO DENTRO DA ALQUIMIA

A crítica principal de Newman e Principe à interpretação de Metzger e Eliade é que a alquimia e o corpuscularismo andaram de mãos dadas, e por muito tempo:

Mas essa distinção não se sustenta. É um fato demonstrado que uma importante tradição corpuscular foi associada com a alquimia desde o século XIII. Aliás, essa teoria alquímica corpuscular influenciou ninguém mais ninguém menos do que o próprio Robert Boyle.¹⁰⁰

Em diversos trabalhos é possível encontrar fontes em que o efeito corpuscularista é ainda mais antigo e pode, até mesmo, remeter a Aristóteles, colocando as origens do corpuscularismo em seus comentadores medievais¹⁰¹. A citação abaixo corresponde a um desses trabalhos:

Contudo, isso não significa que Aristóteles não pensou em partículas minúsculas. Embora ele não tenha proposto uma teoria corpuscular, encontramos alguns comentários que poderiam ser o ponto inicial de tal teoria. Esta foi desenvolvida principalmente pelos comentadores medievais

¹⁰⁰ NEWMAN; PRINCIPE, 2001, p.414.

¹⁰¹ Para saber mais veja: VAN MELSEN, A. G. M. Atomism: antiquity to the seventeenth-century. In: WIENER, P. (Ed.). *Dictionary of the history of ideas: studies of selected pivotal ideas*. New York: Charles Scribner's Sons, 1973. v.1, p. 126-131

de Aristóteles e ficou conhecida como a teoria dos *mínima naturalia*.¹⁰²

A idéia de que a alquimia é totalmente vitalista e, portanto, anti mecânica não possui respaldo nas atuais pesquisas de história da ciência. Em textos claramente alquímicos podemos encontrar aspectos da filosofia corpuscular. Robert Boyle teve grande influência de fontes alquímicas para os seus experimentos de filosofia corpuscular¹⁰³ e o seu débito para com a tradição alquímica no corpuscularismo é algo bem documentado¹⁰⁴. Não são apenas casos isolados onde autores alquímicos possuem explicações corpusculares, alguns com referências e fontes medievais antigas¹⁰⁵.

O grande Eirenaeus Philalethes (vulgo George Starkey) possuía obras sobre transmutação muito conhecidas em seu tempo que lhe garantiram grande prestígio, entre elas, o trabalho *Introitus apertus ad occlusum Regis pallatium e Tractatus de metallorum metamorphosi*. William R. Newman mostrou como ambas as obras, cujo tema era crisopéia, possuem caráter corpuscular e também que Philalethes era um famoso alquimista na época de Boyle (enquanto seu alter ego o conhecia pessoalmente)¹⁰⁶.

Como se não fosse suficientemente grande a lista de alquimistas com trabalhos de cunho corpuscular, também se encontra nela, Geber, o autor da *Summa Perfectionis* que corresponderia à bíblia da alquimia na idade média. No

¹⁰² ZATERKA, L. *Robert Boyle e a filosofia experimental*. São Paulo: USP, 2003. Tese de doutorado, p. 59.

¹⁰³ NEWMAN, W. R. The alchemical sources of Robert Boyle's corpuscular philosophy. *Annals of Science* v. 53, n. 6, p. 567-585, Nov. 1996.

¹⁰⁴ NEWMAN, W. R. Boyle's debt to the corpuscular alchemy. In HUNTER M. (Ed.), *Robert Boyle Reconsidered*. London: Cambridge University Press. 1994. p. 107-118.

¹⁰⁵ NEWMAN, W. R. The corpuscular theory of J. B. Van Helmont and its medieval sources. *Vivarium*, v. 31, n. 1, p. 161-191, 1993.

¹⁰⁶ NEWMAN, W. R. The corpuscular transmutational theory of Eirenaeus Philalethes. In: RATTANSI, P.; CLERICUZIO, A. (Eds.). *Alchemy and chemistry in the 16th and 17th centuries*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994c. p. 161-182.

livro *Atoms and Alchemy*, Newman mostra a forte tendência corpuscular nas explicações de Geber com relação à estrutura da matéria:

Diferente da teoria da matéria hilomórfica dominante na idade média, que dá ênfase na atividade das formas imateriais na matéria bruta, a *Summa Perfectionis* contém uma teoria compreensiva da formação mineral, crisopéia, e operações artesanais de laboratório expressas em termos de partículas e poros. Contudo, essa orientação corpuscular não significava que a *Summa Perfectionis* era contrária à teoria da matéria de Aristóteles. Ao contrário, Geber desenvolveu um lado corpuscular da teoria aristotélica da matéria que está presente no livro 4 dos *Meteorológicos* do Estagirita [...]¹⁰⁷

A atual tendência do trabalho de história da alquimia é a investigação (por alquimistas influenciados por algumas obras de Aristóteles) de um corpuscularismo que vem desde a idade média e pode ser rastreado até mesmo em Lavoisier, como defende Newman:

Desde a idade média, alquimistas influenciados pelos *Meteorológicos*, *De Caelo* e *De generatione et corruptione* de Aristóteles argumentaram a favor da existência de corpúsculos robustos de matéria que resistem a análise por meios laboratoriais [...] esta tradição alquímica entrou nos trabalhos de Daniel Sennert e Robert Boyle e tornou-se propriedade comum dos químicos do século XVII. Por meio de Boyle, Stahl, e outros químicos, o atomismo operacional dos alquimistas foi até mesmo transmitido para Antoine Laurent Lavoisier, onde se tornou a base de sua afirmação de que elementos são o limite final que uma análise alcança.¹⁰⁸

Com isso fica difícil manter a dicotomia estabelecida por Eliade e Metzger que contrasta o corpuscularismo com a alquimia, pois os maiores expoentes da alquimia possuíam trabalhos de cunho corpuscular. A interpretação espiritualista Jungiana e de Eliade tem um fator comum, que seria a separação da alquimia do

¹⁰⁷ NEWMAN, W. R. *Atoms and alchemy*. Chicago: University of Chicago Press, 2006. p. 13.

¹⁰⁸ NEWMAN, W.R. The significance of “chymical atomism”. *Early Science and Medicine*, v. 14, n. 1/3, p.248, 2009.

que se chama hoje ciência ou filosofia da natureza. Todos insistindo em características psicológicas ou irracionais como elementos da alquimia.

Obviamente não se deve negar absolutamente um caráter vitalista (que também estava presente) e secreto da alquimia e suas relações com religião, magia ou bruxaria, especialmente na forma de se apresentar textualmente. Porém, diversas artes ao longo do tempo tiveram seu envolvimento com essas atividades e se expressaram por elas e, a alquimia não seria diferente. A questão aqui não é excluir esses fatores, mas mostrar como existe um lado da alquimia elevado ao *status* de filosofia da natureza, que é realizado de forma experimental e reproduzível e que pode ser estudado como história da ciência. Mais do que isso, talvez fosse importante rever o papel da alquimia dentro da revolução científica e talvez dentro da própria história da ciência¹⁰⁹.

1.7 - A ALQUIMIA CORPUSCULAR: O CASO DE DANIEL SENNERT

Um caso prático detalhado e que representa bem uma situação de corpuscularismo na alquimia é o de Daniel Sennert que, aliado à filosofia aristotélica, mantinha o hilemorfismo. Daniel Sennert era um alquimista fortemente ligado à filosofia aristotélica e influenciou, entre outras personalidades, Robert Boyle. Sennert fez um experimento alquímico para provar sua teoria corpuscular, onde seria possível a existência de pequenos corpos com suas formas substanciais intactas.

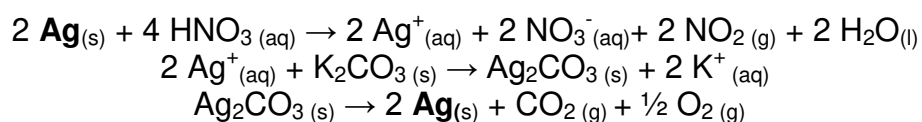
O ser humano não poderia criar formas substanciais e uma vez que elas fossem destruídas, não poderiam ser recuperadas. Esse é o lema de “*Non datur a privation reditus ad habitum in naturalium generationibus*”. Isso significa “*Não é possível um retorno da privação de algo gerado naturalmente*” (tradução livre). O vinagre não pode se tornar vinho novamente, um animal morto não pode ter sua vida restaurada e assim por diante. Sennert, mantendo esse *motto* e a idéia de

¹⁰⁹ Eventualmente esse impacto da alquimia pode se refletir na filosofia mecânica. Newman afirma que: “Minha esperança é que no presente livro, revelando a ruptura violenta que a alquimia ajudou a precipitar na teoria da matéria escolástica tradicional e expondo o papel dessa disciplina na formação da versão experimental da filosofia mecânica, darei motivos para reconsideração da tradicional *grand narrative* da revolução científica”. Veja: NEWMAN, 2006, p. 19.

forma substancial que não pode ser criada por seres humanos, realiza o seu famoso experimento no *De chymicorum* de 1619, descrito por Newman:

Caso ouro e prata sejam dissolvidos juntos, eles estão tão intimamente misturados *per mínima* que o ouro não pode de forma alguma ser detectado pela vista, mas se *aqua fortis* é então adicionada, a prata fica tão dissolvida que o metal não pode ser detectado visivelmente na água. Porém, ele está realmente presente, pode emergir de forma segregada e certamente de forma que ambos, ouro e prata, retenham sua própria natureza [...] e então desse modo é coletado o material como uma cal mais sutil, que não é devido a nada mais do que o arranjo de inumeráveis átomos, e que novamente é reduzido na mais pura forma de ouro e prata por fusão.¹¹⁰

O experimento, na verdade, visto pela química contemporânea, é simples. A liga de ouro e prata parece uma massa única. O ácido nítrico (HNO₃; referido no texto como *aqua fortis*) dissolve apenas a prata, não deixando nenhum traço dela na solução, ficando apenas o ouro. Teoricamente, a prata foi corrompida e deixou de existir. Porém, a prata pode ser recuperada pela adição de carbonato de potássio (K₂CO₃; referido no texto original como sal de tártaro), precipitando carbonato de prata que pode ser aquecido em um forno, obtendo-se assim, a prata inicial. A reação química abaixo ajuda a entender o processo:



A recuperação da prata indica que ela esteve presente o tempo todo dentro da solução, mesmo que não fosse visível devido ao pequeno tamanho de suas partículas. Como ela foi recuperada com a mesma massa inicial adicionada ao ouro, podemos apenas concluir, pelo *reditus*, que ela continuou e manteve a sua forma substancial em pequenos corpos que chegam a passar pelo papel de filtro que não os retém, ou seja, as partículas são menores do que os poros do papel.

¹¹⁰ NEWMAN, 2006, p. 99.

Por isso, Sennert chamou essas partículas de átomos pelo princípio do empírico negativo¹¹¹. Isso se choca com a visão de que a forma dos elementos é destruída durante o processo. Ele demonstrou assim a realidade de entidades semi permanentes que não tiveram modificação substancial¹¹².

Esse é um bom exemplo de como o estudo de um experimento alquímico, também do ponto de vista da química contemporânea, pode ajudar a compreender um debate filosófico da época. Essa experiência de Sennert foi reproduzida em laboratório, por Newman, e com sucesso.

Não é possível negar o aspecto experimental nesse procedimento de Sennert, pois ele traça um procedimento visando alcançar uma verdade na natureza da matéria. Fica muito difícil, considerando esse caso, afirmar que tal atividade consiste em mera técnica dissociada da filosofia da natureza e que seu estudo colabora muito pouco, ou nada, para a história da filosofia da natureza. Não é razoável contrapor alquimia e corpuscularismo, já que é patente o seu uso teórico no trabalho de alquimistas. E também fica problemático supor que Sennert estava apenas preocupado com suas questões espirituais ou psíquicas e que isso não é boa alquimia, pois pode ser traduzida em linguagem moderna. É necessário voltar os olhos para este aspecto da alquimia como parte da história da filosofia da natureza.

1.8 - TERMINOLOGIAS

Esse item descreve a terminologia usada nessa tese. Com relação às menores partículas da natureza, que Boyle chama de corpúsculos, *prima naturalia* e algumas vezes de *mínima naturalia*, neste trabalho eles são nomeados simplesmente de corpúsculos. Os agregados dessas partículas mínimas são

¹¹¹ O princípio empírico negativo é um procedimento onde algo é definido como limite pelo fato de que, empiricamente, não foi possível chegar a nada mais fundamental. Sennert chama essas pequenas partes invisíveis de átomos porque, operacionalmente, resistem a uma decomposição posterior por técnicas conhecidas de laboratório alquímico (NEWMAN, 2006, p. 99). Outra versão do princípio do empírico negativo pode ser encontrada em Lavoisier, onde algo é considerado elemento devido ao fato de que não foi possível, por nenhuma técnica ou equipamento existente, separar tal corpo em dois outros que o constituam, assumindo-o assim como simples, e conseqüentemente elemento.

¹¹² NEWMAN, 2006, cap. 4.

chamados apenas de agregados e é importante deixar isso claro, visto que, algumas vezes, Boyle também chama os agregados de corpúsculos.

Com relação aos termos alquímicos os especialistas recomendam separar os diversos termos em suas especialidades para evitar confusões, por exemplo, utilizar termos como crisopéia (transmutar metais em ouro), argiopéia (transformar metais em prata), iatroquímica ou quimiatria (fabricação de fármacos e remédios), espagíria (separar as substâncias, purificá-las e reagrupá-las) e tomar cuidado na utilização de termos como química e alquimia, especialmente no século XVII.

A recomendação dos etimólogos é que se utilize o termo alquimia até o século XVI, já que o outro termo, sem a partícula *al*, raramente era utilizado. Nos séculos seguintes ao XVIII e depois de Lavoisier, a separação segue mais ou menos como na interpretação contemporânea. Então, poderíamos manter a distinção das palavras química e alquimia, uma como ciência estabelecida e paradigmática e outra, como um misto de crisopéia, argiopéia, elixir da longa vida e religião mística (mas que foram estabelecidas posteriormente).

Para o século XVII em especial, onde toda a confusão da divisão aconteceu, os especialistas recomendam utilizar o nome arcaico da química para estabelecer esse período, onde ele simbolizaria a soma de todos os tópicos químicos/alquímicos¹¹³. Em inglês o termo seria *chymistry*, em francês seria *chymie* e em português o termo arcaico de química seria *chimica*. Nesse trabalho é usado o termo química e não o termo arcaico *chimica* e com isso espera-se não implicar em anacronismos, apenas usar o termo no estilo moderno, mas obviamente referindo-se à *chimica* do século XVII.

Nas obras de Boyle (publicadas), apesar de ele preferir muito mais o termo *chymistry* (como mencionado anteriormente, *Le Febvre* também o preferia por ser mais comum) do que *alchymistry*, não se encontra nenhuma diferença de sentido nos termos dos textos, e isso pode ser confirmado por Lawrence Principe:

¹¹³ PRINCIPE, 1998, p. 8.

Fazendo um censo das palavras 'alquimista' e 'alquimia' (em todas as suas variações ortográficas) nos escritos de Boyle, eu descobri que apesar dessas palavras serem usadas de forma muito menos freqüente do que seus referentes modernos não existe discriminação consistente e coerente no seu uso. Em lugar algum dos textos de Boyle eu encontrei as palavras 'alquimia' e 'química' como se elas se referissem a coisas diferentes [...] As duas palavras são sinônimas para Boyle.¹¹⁴

O termo *alquimia* é também utilizado e de forma totalmente indiferenciada do termo *química*, pois Boyle assim o fez. Entenda-se então que *química* nessa tese não é necessariamente a ciência paradigmática pós Lavoisier, mas apenas a *chimica* do século XVII e para a qual também se pode usar como sinônimo, o termo *alchimia*.

É importante também destacar que não se deve negar totalmente uma influência mística, religiosa ou vitalista dentro da *alquimia*. Isso seria uma tese completamente diferente. O que é necessário evidenciar é que existe dentro da *alquimia* uma área de conhecimento técnico científico que serve à filosofia da natureza e que pode ser explorada. Esse procedimento pode ser compreendido e traduzido, mostrando-nos suas relações com a filosofia. Portanto, a *alquimia* é terreno fértil para a história da filosofia da natureza e, talvez, como Newman defende, tenha tido uma influência real na revolução científica.

¹¹⁴ PRINCIPE, 1998, p. 31.

CAPÍTULO II

Alquimia *versus* Mecanicismo

O fato de Boyle ser um alquimista não implica que seu trabalho não seja de utilidade para a filosofia da natureza, muito menos que seja empecilho para sua filosofia corpuscular, pelo contrário, veremos como seus experimentos alquímicos colaboram para suas teorias corpusculares. Existe certa tensão entre o pensamento químico e o pensamento mecanicista no meio acadêmico. Como será visto ao longo desse capítulo, muitos pesquisadores colocam Boyle fora do *status* de mecanicista devido ao seu pensamento químico. Ora, o trabalho químico de Boyle foi exatamente a peça chave para defender o seu mecanicismo, por isso, é importante mostrar como o pensamento químico e mecanicista não são contrários em boyleano.

2.1 - A FILOSOFIA MECÂNICA DE ROBERT BOYLE

Robert Boyle organizou uma teoria da estrutura da matéria que tentou levar em consideração não apenas as propriedades físicas dos corpos, mas também as suas propriedades químicas. Ele considerou as diversas maneiras de como a matéria pode afetar o ser humano e abraçou a filosofia mecânica como a maior promessa de compreender os segredos do livro do mundo. O mecanicismo do século XVII colocava como princípios universais a matéria e o movimento. Todas as outras qualidades não mecânicas seriam explicadas pelos movimentos de pequenas partículas e não possuiriam nenhuma existência real. A filosofia boyleana se diferencia por não reduzir grande parte da explicação das qualidades não mecânicas, aos corpúsculos, mas sim aos agregados deles.

Diversos autores questionam se Boyle seria ou não um mecanicista e isso decorre de uma série de fatores: defender a objetividade das qualidades; não reduzir todos os fenômenos aos menores corpúsculos e seu movimento; a coação de Deus nas leis da natureza; a admissão de forças e poderes seminais; acreditar que o mercúrio é um elemento real; a crença de que a teleologia não deve ser excluída como fonte de informação da filosofia da natureza; a separação

afirmada por Chalmers entre a filosofia mecânica e a produtividade dos experimentos boyleanos. A intenção desse capítulo é mostrar como Boyle compreende esses fenômenos de tal forma que não é possível excluí-lo do hall dos mecanicistas. Para isso é importante detalhar alguns aspectos de sua filosofia da natureza.

2.2 - A FILOSOFIA CORPUSCULAR

Para fins ilustrativos da filosofia de Boyle, uma comparação com algumas similaridades e diferenças importantes entre a filosofia da matéria de Boyle e a de Descartes será realizada.

A filosofia corpuscular boyleana consiste na idéia de que todos os corpos são formados por pequenos corpúsculos que não são divisíveis na natureza, mas são potencialmente divisíveis pela onipotência divina ou pela mente humana. Para Boyle “existe uma matéria católica¹¹⁵ [...] comum a todos os corpos, pela qual eu entendo uma substância extensa, divisível e impenetrável”¹¹⁶.

Para Descartes não existe diferença entre extensão material e espacial¹¹⁷, como fica claro em diversos trechos da segunda parte da obra *Princípios da Filosofia*, como na citação abaixo:

Quanto ao vazio, no sentido em que os filósofos tomam essa palavra, isto é, como um espaço onde não há nenhuma substância, tal espaço não existe no universo, porque a extensão do espaço ou do lugar interior não é diferente da do corpo.¹¹⁸

¹¹⁵ O termo católico aqui presente é usado como sinônimo de universal. Em alguns trechos de suas obras Boyle chega a usar o termo católico e universal juntos, o que poderia sugerir uma ênfase na universalidade ou católico poderia, exclusivamente, nesses casos possuir outra conotação.

¹¹⁶ BOYLE, 2000, v.5, p. 305.

¹¹⁷ GARBER, D. *Descartes embodied: reading Cartesian philosophy through Cartesian science*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

¹¹⁸ DESCARTES, R. *Princípios da filosofia*. São Paulo: Editora Rideel, 2005. Parte II, item 16, p. 65.

Para Boyle a extensão espacial seria uma característica necessária, mas não suficiente da matéria. Entre os motivos para Boyle negar a identidade da extensão material com a extensão espacial, pode ser incluído a questão do poder divino. Para defender a onipotência divina, Boyle explica como Deus não poderia fazer um pedaço de matéria sumir:

E ainda que [...] Descartes faz com que a natureza do corpo consista em extensão [...] o que é muito mais fácil de achar erros do que substituir por algo melhor [...] mas assim Deus não pode, dentro do compasso desse mundo, fazer um corpo desaparecer no nada, pois o lugar ou espaço deixado para trás necessariamente terá três dimensões, e então será um verdadeiro corpo [...] ¹¹⁹

Como Boyle não aceita nenhuma limitação em Deus, a teoria da matéria cartesiana apresenta essa barreira. Boyle várias vezes atribui à matéria duas propriedades principais: a extensão e a impenetrabilidade, definindo a última como a propriedade que faz com que “uma parcela da matéria pode tocar outra apenas pela superfície (não ocorrendo assim penetração de dimensões), de acordo com a qual corpos extensos de diversas figuras são qualificados a operar uns sobre os outros” ¹²⁰. Mesmo Anstey mostra que algumas vezes Boyle parecia indeciso quanto a impenetrabilidade ser tão essencial quanto a extensão para definir matéria, admite que essa visão parece mudar: “O jovem Newton estava, no início da década de setenta no século XVII, praticamente lado a lado com More contra Descartes na questão da impenetrabilidade. Talvez Boyle estivesse seguindo na mesma direção” ¹²¹.

Boyle não parecia mais em dúvida quanto ao papel da impenetrabilidade no seu trabalho póstumo *Appendix of the Christian Virtuoso I* onde matéria é definida

¹¹⁹ BOYLE, 2000, v.8, p. 66.

¹²⁰ BOYLE, R. Boyle papers XXII, fl.115r. In: BOAS-HALL, M. Boyle's method of work: promoting his corpuscular philosophy. *Notes and Records of the Royal Society of London*, v. 41, n. 2, p.136, Jun, 1987.

¹²¹ ANSTEY, 2000, p. 42.

inequivocamente “como sendo apenas substância extensa e impenetrável” ¹²². Para Boyle, caberia à impenetrabilidade o papel de diferir essencialmente entre ambas as extensões? A maioria dos especialistas no citado autor concorda que cabe. Chalmers afirma que: “Impenetrabilidade é a qualidade mais fundamental do ponto de vista de Boyle já que é precisamente ela que caracteriza matéria como tal e a distingue de mera extensão ou espaço vazio” ¹²³.

Para Descartes, a impenetrabilidade é apenas uma qualidade que decorre da extensão, como podemos constatar com esse trecho da carta a More:

Além disso, é impossível conceber uma parte de algo extenso penetrando outra parte igual sem perceber que metade da extensão total é destruída ou aniquilada, porém o que é aniquilado não penetra em coisa alguma, logo, em minha opinião, fica estabelecido que a impenetrabilidade pertence a essência da extensão e não a de qualquer outra coisa.¹²⁴

A impenetrabilidade seria para Descartes uma decorrência necessária da extensão, ou seja, é impossível imaginar um corpo penetrando outro, já que ao se interpenetrarem, a extensão (e conseqüentemente matéria) estaria desaparecendo, e aquilo que desaparece não pode penetrar em coisa alguma. O interesse principal do autor aqui é mostrar a More que a impenetrabilidade não é a essência da matéria, mas uma propriedade da própria extensão. Isso fica ainda mais claro nessa outra carta a More:

Agora, tangibilidade ou impenetrabilidade em um corpo é como a habilidade de rir no homem, de acordo com as regras comuns da lógica é uma ‘propriedade de quarto tipo’, e não uma essência verdadeira como eu afirmo que a extensão é. Conseqüentemente assim como o homem não é definido como ‘animal capaz de rir’, mas sim como ‘animal

¹²² BOYLE, 2000, v.12, p. 391.

¹²³ CHALMERS, 1993, p. 454.

¹²⁴ DESCARTES, R. *The philosophical writings of Descartes*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. v.3, p.372, AT V, 342.

racional', da mesma forma corpo deve ser definido como extensão e não como impenetrabilidade.¹²⁵

Parece evidente que impenetrabilidade, nesse sentido e dentro da filosofia cartesiana, não faz parte da essência da matéria. Porém, restaria ainda a questão de porque essa extensão (e conseqüentemente matéria) não desaparece¹²⁶. Caso a impenetrabilidade seja tomada também como a propriedade que impede que a extensão de um corpo desapareça, Boyle poderia argumentar que, nesse novo sentido, impenetrabilidade não decorre diretamente da extensão, mas é outra propriedade distinta e essencial da matéria.

Tanto Descartes como Boyle acreditam que o movimento é extrínseco a matéria. Na cosmogonia de Descartes, Deus criou a matéria e o movimento ao mesmo tempo, com todas as partes da matéria inicialmente iguais tanto em grandeza como em movimento. A diferenciação entre as partes da matéria ocorreu posteriormente devido ao movimento e choques da mesma¹²⁷. Boyle parece ter uma concepção similar de acordo com o que ele diz no *Origin of Forms and Qualities*:

Movimento local [...] não está incluído na natureza da matéria, pois ela é tão matéria em descanso como em movimento [...] o excelente Descartes reviveu entre nós a opinião que a origem do movimento da matéria vem de Deus [...] Esses dois grandes e mais católicos princípios dos corpos, matéria e movimento, sendo então estabelecidos, segue-se que a matéria foi dividida em partes, o que foi efeito genuíno de determinados movimentos [...]¹²⁸

¹²⁵ DESCARTES, R. *The philosophical writings of Descartes*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. v.3, p. 361, AT V, 269.

¹²⁶ Existe um comentário sobre a relação impenetrabilidade e conservação da massa em: MARTINS, R. A. Descartes e a impossibilidade de ações à distância. In: FUKS, S. (Ed.). *Descartes 400 anos: um legado científico e filosófico*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1998. p. 117.

¹²⁷ ARAÚJO, C. R. R. Verdade e interesse na cosmogonia de Descartes. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, série 2, v. 2, n. especial, p. 1-103, jan./dez. 1990.

¹²⁸ BOYLE, 2000, v.5, p. 306 - 307.

Ambos concordavam que a matéria e o movimento eram independentes, que Deus é a origem do movimento na matéria e que as diversas formas e tamanhos das partículas atuais decorreram do movimento e choque das partes da matéria inicial. Porém, a similaridade com Descartes parece não proceder quanto à manutenção do universo por parte de Deus. René Descartes acredita que uma vez que Deus estabeleceu as leis de movimento na matéria, a matéria obedecendo tais leis gerou o mundo como conhecemos¹²⁹. O trecho abaixo é uma evidência de que Boyle não compartilha dessa opinião:

Eu penso que seria muito difícil de acreditar que a mera matéria colocada em movimento deixada por si mesma, poderia constituir este maravilhoso e ordenado mundo. Eu acho ainda que o sábio autor das coisas estabeleceu as leis do movimento dos corpos, e guiando os primeiros movimentos das pequenas partes da matéria, encaminhou-as a interagir de maneira necessária a compor o mundo [...]¹³⁰

Seria Deus que encaminharia os movimentos corretos do mundo de forma a constituir sua obra. A idéia de que Deus deixou sua obra por si mesma depois da criação não é aceita por Boyle, como veremos de forma mais detalhada no item 2.9.

Os corpúsculos se agrupam em agregados e a posição desses corpúsculos em relação a outros, ou seja, a sua disposição espacial relativa é chamada de textura. Apenas o agregado possui textura e não os corpúsculos:

Mas agora existe no universo grande variedade de corpúsculos relacionados com outros, fazendo surgir na matéria dois novos acidentes ou eventos [...] chamados Postura (ereto, inclinado ou horizontal) [...] e a maneira de estarem dispostos, caso um esteja na frente ou atrás do outro que pode ser chamado de Ordem [...] Quando muitos corpúsculos se agrupam juntos para compor qualquer corpo distinto [...] então dos seus outros acidentes ou modos

¹²⁹ GAUKROGER, S. *Descartes's system of natural philosophy*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

¹³⁰ BOYLE, 2000, v.5, p. 306.

(figura e tamanho), juntamente com esses dois últimos mencionados (postura e ordem) emerge certa disposição ou arranjo das partes no todo, que nós podemos chamar de textura.¹³¹

Essa textura do agregado é a responsável pela ação de um pedaço de matéria em outro, com isso a matéria adquire uma característica nova que não está presente nos corpúsculos iniciais. É sempre possível, a princípio, destruir um agregado e construir outros pelo rearranjo dos corpúsculos. Daí a idéia de Boyle de que qualquer coisa pode se transformar em qualquer outra coisa¹³² e que não existe um corpo simples (a não ser a matéria homogênea da qual todo corpúsculo é formado). Todos os corpos são compostos por agregados de corpúsculos. Esses agregados possuem interações com outros agregados, adquirindo assim, qualidades ou poderes que não estão presentes nos corpúsculos.

2.3 - A SEPARAÇÃO ENTRE QUALIDADES SENSÍVEIS E AS SENSações

Boyle divide as afecções em dois grupos principais: as afecções mecânicas e não mecânicas¹³³. As mecânicas incluem os princípios universais de matéria e movimento, assim como os acidentes de textura, tamanho e forma. Os efeitos que um agrupamento de matéria causa em outro são considerados como afecções não mecânicas. As qualidades mecânicas possuem uma prioridade ontológica e cronológica sobre todas as não mecânicas.

As qualidades sensíveis obviamente se enquadram como afecções não mecânicas, sendo então explicadas a partir das mecânicas numa relação com os órgãos sensoriais.

¹³¹ BOYLE, 2000, v.5, p. 316.

¹³² Thomas Kuhn em um artigo sobre a filosofia boyleana supôs que a expressão “qualquer coisa pode se tornar qualquer coisa” teria sido um dos motivos para tornar a filosofia de Boyle muito radical, e, portanto, parcialmente responsável por sua não aceitação por alguns químicos. Para saber mais veja: KUHN, T. Robert Boyle and structural chemistry in seventeenth century. *Isis*, v. 43, n. 1, p. 12-36, Apr. 1952.

¹³³ Boyle nunca usou os termos qualidades primárias e secundárias, mas suas influências na terminologia e no pensamento de John Locke podem ser vistas na obra: ALEXANDER, P. *Ideas, qualities and corpuscles: Locke and Boyle on the external world*. Cambridge: Cambridge University Press, 1985.

No *Christian Virtuoso II* ¹³⁴, Boyle faz uma discussão sobre o cérebro e diz que ele tem muito mais mecanismos do que todos os outros órgãos e muito mais do que pode ser visto pelos olhos. O cérebro tem a função de receber informações dos sentidos. Os nervos conectados a vários órgãos terminam no cérebro onde se perdem. Algumas vezes Boyle se refere ao cérebro e às suas faculdades como *alma corporal*. Anstey, parafraseando Boyle, afirma que na filosofia boyleana:

A operação dos objetos sobre os sentidos é percebida pela mente devido a sua união com o corpo. A alma é a 'faculdade perceptiva' que 'observa' o que acontece no cérebro.¹³⁵

E como se dá a percepção? Boyle em trechos do *Excellency of Theology* busca em Descartes a compreensão de como são formados os sentidos, dando seu aval:

[...] pela suas impressões nos sensores [...] movimentam-se as fibras ou fios dos nervos, com as quais aqueles estão conectados, e pelo qual o movimento é propagado até aquele pequeno centro no cérebro, chamado por muitos escritores de Conarion, onde esses diferentes movimentos são então percebidos pela Alma residente, tornando-se sensação, devido a íntima união [...] da alma com o corpo.¹³⁶

Na obra *Nature of Cold*, Boyle mostra uma visão semelhante de como as sensações são formadas, afirmando que:

É o movimento local que produz na mente aquelas percepções que nós chamamos de sensações do objeto, o objeto causa um movimento nos órgãos, esse movimento é transmitido ao cérebro pelos nervos existentes nos órgãos e a diversidade de sensações pode ser devida a diferentes modificações dos movimentos internos do cérebro [...] a sensação é propriamente e ultimamente formada na, ou pela

¹³⁴ BOYLE, 2000, v. 12.

¹³⁵ ANSTEY, 2000, p. 71.

¹³⁶ BOYLE, 2000, v.8, p. 68.

mente, ou faculdade discernente, a qual por diferentes movimentos das partes internas do cérebro é excitada e determina as diferentes percepções, para algumas das quais o homem deu os nomes de calor, frio ou outras qualidades.¹³⁷

Podemos afirmar como não ambíguo o fato de que Boyle coloca as sensações na mente e não no cérebro. As sensações são criadas e estão na incorporeidade. Nós podemos colocar isso em uma cadeia causal: primeiro existe o objeto externo, segundo existe um meio entre o objeto e o perceptor (ex. ar); depois existe o órgão (ex. olho); seguindo pelo caminho neural, conectando o órgão ao cérebro (ex. nervo ótico); então existe o tecido cerebral e finalmente a mente.

Dado que a sensação está na mente, qual é a relação entre ela e a própria qualidade? Basicamente a relação de causa e efeito, pois a qualidade e a sensação da mesma são distintas. A sensação é causada pela qualidade do objeto externo. Sensações são concebidas como o fim da cadeia, o efeito final de uma causa exterior. Isso permite com que Boyle trabalhe, experimentalmente, com a causa (qualidade), mas jamais com o efeito (sensação).

Boyle usa o exemplo do alfinete e a dor que ele causa. Não existe a qualidade da dor no alfinete, apenas o afiado, fino e comprido objeto que ao tocar a pele transmite movimento pelos nervos e gera o que chamamos de *dor*. Isso é muito semelhante ao exemplo da pena dado na obra *O Ensaaiador* de Galileu Galilei¹³⁸. Outro trecho interessante da obra *Origin of Forms and Qualities* é:

As percepções das impressões são chamadas de muitas formas, calor, cor, som, odor, e são comumente imaginadas como procedidas de certa, distinta e peculiar qualidade de um objeto externo que tem alguma semelhança com as idéias de sua ação sobre os sentidos excitados na mente [...]¹³⁹

¹³⁷ BOYLE, 2000, v. 7, p. 346-347.

¹³⁸ GALILEI, G. *O ensaiador*. São Paulo: Nova Cultural, 1987. p. 1-140.

¹³⁹ BOYLE, 2000, v. 5, p. 334.

Boyle propõe aqui que nossas idéias das qualidades sensíveis guardam semelhanças com as qualidades reais dos corpos. Anstey afirma que isso dá margem a uma interpretação de uma filosofia de representação, como se a alma percebesse não o objeto, mas impressões dele obtidas. Isso implicaria na não existência da percepção direta dos objetos externos na mente¹⁴⁰.

2.4 - A OBJETIVIDADE DAS QUALIDADES SENSÍVEIS E O MECANICISMO

Em diversas citações Boyle enfatiza a presença das qualidades sensíveis (brancura, calor, sabor, odor etc...) nos objetos, qualidades essas que seriam a causa das sensações nos seres que possuísem órgãos aptos a recebê-las e gerá-las. A textura dos agregados seria responsável pela estimulação dos sentidos. Porém, existem qualidades não sensíveis; químicas, médicas, físicas etc. A ação de um agregado em outro define a qualidade, independente do ser humano. Um trecho que evidencia a objetividade das qualidades está no livro *Origin of Forms and Qualities*:

Ainda que nós expliquemos cores, odores e semelhantes qualidades sensíveis por uma relação com os nossos sentidos, parece evidente que eles possuem algo não relativo a nós; pois a neve ainda seria branca e um carvão incandescente seria quente, mesmo que lá não existisse um homem ou qualquer outro animal no mundo, pois parece razoável que os corpos não atuam apenas sobre os nossos sentidos, mas uns nos outros, e esses corpos inanimados, tais como o carvão (incandescente), não apenas queimarão as mãos de um homem se ele o tocar, mas igualmente derreterá a cera e o gelo, ainda que todos os homens e seres sensíveis do mundo fossem aniquilados.¹⁴¹

Boyle afirma então que é possível considerar, sob certo aspecto, uma existência das qualidades mesmo que elas não afetem os sentidos. Isso é devido ao fato de que os corpos não interagem apenas com os sentidos de seres sensíveis, mas também uns com os outros. Boyle considera aqui, qualidade como

¹⁴⁰ ANSTEY, 2000.

¹⁴¹ BOYLE, 2000, v. 5, p. 23.

a textura responsável pelo efeito de um agregado sobre o outro ou pelo menos uma textura capaz de gerar esse efeito em outro agregado. Uma adequação mecânica entre as texturas é o que confere ao carvão a capacidade ou o poder de derreter o gelo mesmo se não existissem seres sensíveis (para evidenciar a independência da sensação), da mesma forma como a textura da neve dispersa os raios de luz, mesmo se não existissem olhos para ver a cor branca. Ainda que o efeito não se manifeste (como no caso em que os corpos estejam muito afastados), o fato de que um corpo possui uma textura tal, que uma vez aplicada à textura de outro corpo, resultando em algum efeito é que permite considerar esse corpo com a qualidade objetivamente presente.

Boyle não pode estudar a qualidade enquanto sensação, pois não é possível realizar um experimento controlado com ela. Não se pode colocar o vermelho numa câmara de vácuo ou precipitar o frio, no entanto é possível alterar e investigar os agregados dos corpos que causam tais sensações. Bacon já havia dito que o estudo das qualidades é uma das mais nobres atividades que um filósofo da natureza pode se ocupar. Boyle continua o projeto, lembrando que estudar é investigar em um laboratório e ser presenciado pelo maior número possível de pessoas para aumentar as questões de fato (sendo pessoalmente, reproduzindo ou lendo um artigo). Quando Boyle fala de qualidade sendo investigada, claramente se refere à textura e isso é evidentemente objetivo.

Como foi dito anteriormente, para investigar as qualidades de forma experimental, é desejável uma consideração ontológica objetiva. Esse outro trecho mostra como é possível considerar até mesmo qualidades sensíveis como objetivas, sob certo aspecto, na obra *Origin of Mechanical Qualities*:

Considero o gosto como pertencente ao objeto (sob a noção que coloco), como a qualidade ou qualquer outra coisa que permita ao corpo, por sua operação, produzir em nós aquela sensação que nós sentimos ou percebemos quando dizemos gosto.¹⁴²

¹⁴² BOYLE, 2000, v. 8, p. 365.

Ou seja, Boyle separa o que chamamos de sensação (do gosto), da qualidade. A qualidade está presente no objeto como causa da sensação na mente. Ela é descrita como a textura dos agregados capaz de gerar a sensação do gosto, assim como a neve tem a disposição de refletir a luz ou de derreter quando exposta ao fogo. Uma bola de bilhar vermelha ainda seria vermelha mesmo que estivesse escuro ou se o observador estivesse de olhos fechados, pois ainda existiriam os agregados na bola de bilhar que possuem uma textura tal que, mecanicamente, gerariam a sensação da cor na mente do observador caso a cadeia causal não fosse interrompida. Os agregados continuariam a refletir a luz da mesma forma.

Obviamente, as afecções mecânicas têm uma prioridade ontológica em relação às afecções não mecânicas. Boyle usa exemplos de como a qualidade é a textura do corpo e não são qualidades reais independentes do próprio corpo. No caso do vidro moído, o poder do veneno é meramente adquirido por alterações mecânicas:

Agora, apesar do poder dos venenos serem não apenas considerados uma qualidade real, mas reconhecidamente uma das mais abstrusas: ainda que essa deletéria faculdade, que é supostamente uma entidade particular e adicionada no vidro moído, não é realmente nada distinta do próprio vidro [...] pois esses fragmentos sendo muitos, e rígidos, e pequenos [...] e dotados de pontas afiadas e cantos cortantes, podem por essas afecções mecânicas ferir ou machucar as frágeis membranas do estômago e intestinos [...]¹⁴³

O vidro só adquiriu a propriedade de veneno na medida em que teve suas disposições espaciais alteradas quando foi moído. Dessa forma, a ação do veneno fica compreensível e explicável sem nenhuma necessidade de recorrer a alguma forma independente e abstrusa. O caso do vidro moído fica como exemplo, pois provavelmente, a aparição de outros poderes pode e deve ser

¹⁴³ BOYLE, 2000, v. 5, p. 312.

explicada da mesma forma: devido a uma alteração nas afecções mecânicas de um corpo.

No tocante as cores, Boyle cita no *Experiments and Considerations touching Colours*¹⁴⁴ que a modificação da luz pela textura dos agregados tem um papel causal primário no processo que leva até a percepção da cor. Ele mostra como existe certa disposição na superfície dos corpos para refletir ou refratar a luz, e nega que as qualidades sensíveis sejam reais. Boyle aceita a cor, por exemplo, em alguns trechos de suas obras, não como uma qualidade, mas como uma sensação, como textura que modifica a luz ou como a própria luz:

Pois, a cor pode ser considerada tanto como uma qualidade residente no corpo que é dito colorido ou como a própria luz modificada de tal e tal maneira [...] que então modificada atinge o órgão da visão e então causa a sensação que nós chamamos de cor [...] Existe no corpo que é dito colorido certa disposição das partículas superficiais de onde sai luz refletida ou refratada para nossos olhos [...] porque a luz, que rebate na superfície ou passa através dela, transforma-a nessa ou naquela cor particular.¹⁴⁵

A cor só está objetivamente presente enquanto qualidade da cor, ou seja, como superfície do corpo (textura de seus agregados superficiais) capaz de alterar os raios de luz que incidem sobre ela. A textura responsável pelo efeito de interação com a luz na superfície do corpo é o que Boyle considera qualidade da cor, sendo então algo pertinente ao estudo experimental. Essas relações ficam evidentes em sua teoria sobre as cores branca e preta:

Pois, nos corpos negros existem aquelas pequenas cavidades e outras depressões que são de tal forma estreitas e profundas que os raios incidentes de luz, cuja maior parte da extensão das superfícies físicas está disposta a refletir, podem ser detidos lá e não conseguem emergir; enquanto que em um corpo branco as partículas podem, por sua figura, serem aptas a refletir a luz, pois sua superfície contém cavidades não muito

¹⁴⁴ BOYLE, 2000, v. 2.

¹⁴⁵ Idem, v. 2, p. 28-29.

profundas e talvez não muito estreitas, e isso as torna aptas a refletir muita da luz que cai sobre ela [...] ¹⁴⁶

Brancura e Negritude são geralmente reportadas como qualidades contrárias, brancura dependendo da disposição das partes do corpo em refletir a luz que nela incide e, parece que negritude depende da disposição contrária da superfície de um corpo negro [...] a sombra como conhecemos não é nada mais que a privação de luz e a negritude parece proceder exatamente da ausência de raios refletidos [...] ¹⁴⁷

Sobre o aspecto objetivo colocado por Boyle, a cor e, conseqüentemente, as outras qualidades sensíveis, parecem possuir estatuto ontológico, porém ainda estão muito longe das qualidades reais propostas pelos escolásticos. Elas não são qualidades reais no sentido técnico escolástico, como afirma Anstey:

Agora o que precisamos enfatizar aqui é que Boyle está argumentando que as qualidades sensíveis (e outras) não são qualidades reais, onde o termo 'qualidades reais' tem um sentido muito específico. Ele não está afirmando que, como elas não são qualidades reais, elas são inexistentes, isto é, que não possuem nenhum estatuto ontológico. Ler Boyle dessa maneira, como alguns têm feito, é perder inteiramente o contexto dialético [...] As qualidades reais dos escolásticos são ontologicamente distintas e independentes das substâncias materiais [...] ¹⁴⁸

Anstey não está dizendo aqui que os escolásticos afirmam que é possível existir forma separada de matéria no mundo, mas apenas que essas entidades, para Boyle, são ontologicamente dependentes e não independentes do objeto, o que as tornaria reais de acordo com o vocabulário escolástico. O que Boyle não admite é que essas entidades sejam reais.

¹⁴⁶ BOYLE, 2000, v. 2, p. 44.

¹⁴⁷ Idem, v. 2, p. 72.

¹⁴⁸ ANSTEY, 2000, p. 95-96.

O exemplo mais conhecido do *Origin of Forms and Qualities* é referente à disposição espacial e de como isso afeta os sentidos de forma puramente mecânica. É o exemplo da chave/fechadura, que segue abaixo:

Era apenas um pedaço de ferro que possuía um dado formato, assim como a fechadura também é apenas ferro de certa figura [...], porém um pode ser aplicado em outro de certa maneira [...] que então a chave e a fechadura obtiveram uma nova capacidade [...] esses novos atributos não foram adicionados por nenhuma entidade real ou física [...]¹⁴⁹

Nesse caso a chave é apenas um pedaço de metal com certo tamanho e forma, assim como a fechadura. Porém, quando uma entra em contato com outra e com o movimento correto existe aí a força (poder ou qualidade) de abrir ou fechar e de ser aberto ou fechado e que não teve nenhuma adição a não ser o movimento e a correta disposição dos dois corpos. Isso é uma crítica à noção de qualidade real. É exatamente dessa forma que os corpúsculos afetam os nossos sentidos no caso das qualidades sensíveis. Tudo por meio de uma adequação espacial de figura, tamanho e movimento.

2.5 - O PROBLEMA DA INEXISTÊNCIA DO SER SENSÍVEL

O problema da aparente inconsistência de um mecanicismo com qualidades sensíveis objetivas parece resolvido. Porém, caso se considere a qualidade sensível como capacidade do corpo em gerar sensações em seres sensíveis, ela ainda mantém essa objetividade, ainda que o ser sensível nunca tenha existido? E na suposição, ainda mais radical, de que não exista ou que jamais tivesse existido nenhum ser sensível? Para Boyle a resposta parece ser que sim, mas apenas potencialmente, como é possível constatar no trecho abaixo:

Eu não nego que os corpos possam ser ditos, em um sentido muito favorável, dotados daquelas qualidades que nós chamamos de sensíveis, mesmo que não existisse nenhum

¹⁴⁹ BOYLE, 2000, v. 5, p. 310.

animal no mundo [...] neles existe a disposição dos seus corpúsculos constituintes que, caso sejam devidamente aplicados aos sensores de um animal, devem produzir tais qualidades sensíveis que um corpo de outra textura não produziria [...] Caso não existissem seres sensíveis, aqueles corpos seriam de forma **dispositiva**, se posso assim dizer, dotado com cores, gostos e similares, e dotado **atualmente** apenas daquelas afecções mais católicas dos corpos – figura, movimento, textura etc [...] ¹⁵⁰

Boyle atribui uma existência, em ato, às qualidades quando o sensor e o corpo são existentes e, potenciais, quando um deles é inexistente. A palavra “dispositiva” está colocada evidentemente com o sentido de potencial, ou seja, o corpo está com a qualidade potencialmente presente na inexistência do ser sensível e, em ato, presente com a existência do mesmo.

Existe um problema com isso em relação à metáfora da chave/fechadura. A chave só tem o poder de fechar ou abrir a fechadura quando ela (fechadura) existe. É como se o poder ou força só existisse com a presença de ambos, ou seja, que esse poder só existe quando os *relata* significantes são existentes. Boyle afirma que: “Se não existisse fechadura no mundo, a chave seria apenas um pedaço de ferro com determinado tamanho e forma” ¹⁵¹.

Afinal, como pode existir numa chave o poder de abrir uma fechadura que não existe? Caso não existisse fechadura, a chave seria apenas um pedaço de ferro dotado de meras qualidades mecânicas. Para Anstey¹⁵², ainda é possível conciliar esse trecho sem comprometer o que foi previamente considerado. Seria apenas o caso de imaginar certa dependência relacional no sentido de que a força, ou poder dos corpos de causar a sensação na mente do preceptor, só existe quando ambos os *relata* são existentes. A presença deles no mesmo plano de existência (independente da distância) gera na textura do primeiro corpo o poder de agir na textura do segundo. Assim que surgisse no mundo uma

¹⁵⁰ BOYLE, 2000, v. 5, p. 318-319. Negrito nosso.

¹⁵¹ Idem, v. 6, p. 522.

¹⁵² ANSTEY, p. 2000.

fechadura, a chave iria adquirir a capacidade objetiva de gerar um efeito mecânico na fechadura.

2.6 - TEXTURA NÃO É AFECÇÃO MECÂNICA?

Por não reduzir todas as qualidades não mecânicas a apenas tamanho, forma e movimento dos pequenos corpúsculos, mas também a textura do agregado dos mesmos, alguns autores tem retirado Boyle do grupo de mecanicistas. Um exemplo é o trabalho de Clericuzio que exclui Robert Boyle como mecanicista, separando e contrapondo assim a sua química da sua filosofia mecânica. Clericuzio argumenta que:

Uma minuciosa investigação dos trabalhos químicos publicados e os manuscritos de Boyle evidenciam que ele estava longe de subordinar a química à filosofia mecânica, pois ele não explicava os fenômenos químicos por recursos diretos e imediatos das afecções mecânicas das partículas. Na verdade, ele olhava a química como uma disciplina independente da mecânica. Ele explicava os fenômenos químicos em termos de corpúsculos dotados com propriedades químicas, mais do que mecânicas. Propriamente a sua química pode ser descrita como corpuscular e não como mecânica [...] já que nem todos os fenômenos naturais poderiam ser explicados por meio de partículas dotadas apenas com propriedades mecânicas.¹⁵³

Para Clericuzio, dar conta dos fenômenos por um agregado de partículas e não pelas próprias partículas não seria uma teoria mecânica. Boyle explica as qualidades pela textura dos agregados e, Clericuzio considera isso como algo independente do mecanicismo estrito, como seria o de Descartes, por exemplo.

Boyle não concebia nenhuma oposição entre química e mecanicismo. A textura é um mero arranjo espacial de um corpúsculo em relação a outro. Assim como a matéria extensa e impenetrável, possuindo um limite, implica na existência de tamanho e forma, para que exista a relação espacial entre dois corpúsculos,

¹⁵³ CLERICUZIO, 1990, p. 563-564.

basta que existam vários corpúsculos. Isso, como foi mostrado, é declarado pelo próprio Boyle (nota 131).

Considerar os agregados (que Clericuzio chama de corpúsculos, como Boyle algumas vezes fazia) possuidores de propriedades químicas merece cuidados. Os agregados possuem propriedades de interação com outros agregados, e estes se manifestam de forma mecânica, por encaixe, como chave e fechadura. Essa propriedade só existe no agregado no sentido que, devido a sua textura (ou seja, ao formato, tamanho, movimentos, ordem e postura dos corpúsculos nesse agregado) ele pode exercer uma dada ação em outro agregado de textura adequada. Essa propriedade química não é distinta da própria matéria.

Como a forma, tamanho e movimento do agregado é resultado, em última instância, da forma, tamanho e movimento dos corpúsculos que o compõe, não é razoável que Boyle não seja considerado um mecanicista no sentido estrito do termo. Todas as qualidades do mundo natural podem ser reduzidas à ação de agregados e, esses agregados podem ser reduzidos aos corpúsculos. Logo, Boyle reduz todas as qualidades do mundo natural, em última instância, à matéria e movimento. Por que motivo seria mecanicismo imaginar o mundo todo como corpos em choque e, no momento em que se imaginam esses corpos se organizando em um agregado, isso deixaria de ser mecanicismo? E o que seria a textura boyleana, se não matéria e movimento com certa ordem e postura?

Em momento algum se percebe, nos textos de Boyle, qualquer contraste entre explicações mecânicas e químicas e, em geral, experimentos alquímicos são usados para colaborar com o mecanicismo. O problema maior para Clericuzio parece ser o fato de que a textura não está presente nos corpúsculos. É uma afecção que as partículas últimas da matéria não possuem. Porém, isso não impediu Boyle de considerar a mesma como mecânica. Segue-se abaixo o trecho de uma obra de Boyle chamada *Origin of Forms and Qualities*, onde ele identifica inequivocamente a textura do agregado como uma afecção mecânica:

Meu principal objetivo é tornar provável para você, por meio de experimentos, (que eu acredito que ainda não foram feitos) que quase todas as qualidades, a maioria das quais

têm sido deixada sem explicação pelos escolásticos ou explicadas via incompreensíveis formas substanciais, podem ser produzidas mecanicamente por agentes corporais que não trabalham de outra forma senão em virtude do **movimento, tamanho, figura e agrupamento de suas próprias partes (atributos estes que eu chamo de afecções mecânicas** da matéria, porque a eles os homens comparam com a operação de engenhos mecânicos). Para produzir a nova qualidade exibida por aqueles corpos seu comportamento muda, por nenhum outro motivo além da **alteração de textura ou movimento ou alguma outra afecção mecânica** do corpo em questão.¹⁵⁴

Note como Boyle coloca a textura claramente como afecção mecânica. O termo mecanicismo parece ser usado aqui porque o mundo funciona segundo operações, como máquinas, só que muito pequenas. Isso não aparece isolado nesse trecho, mas aparece também em muitos outros, como no abaixo:

Eu não vejo porque nós não podemos conceber que aquelas qualidades que nós chamamos de sensíveis (por exemplo), em virtude de certa congruência ou incongruência com as **figuras ou textura (ou outros atributos mecânicos)** das pequenas partes com nossos sentidos, as porções de matéria modificadas estariam aptas a produzir diversos efeitos, devido aos quais nós dizemos que o corpo está dotado com qualidades; **ainda que elas não estejam nos corpos de nenhuma forma como entidades reais ou distintas, não diferindo da própria matéria**, possuindo apenas determinado tamanho, forma e outras afecções mecânicas.¹⁵⁵

Vemos aqui, Boyle negando as qualidades como ontologicamente independentes, ou seja, não podendo ser classificadas como reais em termos escolásticos. Ela é totalmente dependente da própria matéria, e claramente classifica a textura como atributo mecânico, colocando a qualidade como não diferente da própria matéria, seus efeitos e determinações. Outros trechos (apenas do *Origin of Forms and Qualities*) mostram a mesma visão da textura

¹⁵⁴ BOYLE, 2000, v. 5, p. 302. Negrito nosso.

¹⁵⁵ Idem, v. 5, p. 310. Negrito nosso.

como algo mecânico, como uma afecção mecânica e como uma das afecções mais católicas dos corpos:

[...] produzindo então uma mudança **na textura, ou em alguma outra de suas afecções mecânicas** [...] diferentes fenômenos sensíveis que nós olhamos como sendo qualidades distintas, são apenas efeitos das **já mencionadas afecções católicas da matéria, deduzíveis do tamanho, formato, movimento (ou descanso), postura, ordem e a resultante textura das partes insensíveis dos corpos.**¹⁵⁶

Se não houvesse seres sensíveis, esses corpos que são objetos de nossos sentidos estariam de forma dispositiva dotados de cores, gostos ou outra coisa assim, mas apenas **atualmente com as afecções mais católicas dos corpos – figura, movimento, textura** etc [...]¹⁵⁷

Em muitos outros trechos do livro parece claro que Boyle não exclui textura como afecção mecânica. O fato de que ela não está presente nas partículas últimas parece ser uma questão de escala. A partir do momento em que são considerados dois corpúsculos já é possível imaginar uma postura e ordem de um em relação ao outro, surgindo então uma textura. Clericuzio está certo na afirmação de que Boyle tem um pensamento químico, mas essa oposição entre química e mecanicismo não procede e não deve ser vista como parte do pensamento do autor.

2.7 - PODERES SEMINAIS E O MERCÚRIO COMO ELEMENTO

Clericuzio¹⁵⁸ também afirma que Boyle defende a existência de entidades com poderes (*seminal powers*) que possuem em si mesmos a atividade necessária para o seu desenvolvimento e que isso seria uma prova de que ele não é um mecanicista.

¹⁵⁶ BOYLE, 2000, v. 5, p. 321. Negrito nosso.

¹⁵⁷ Idem, v. 5, p. 319. Negrito nosso.

¹⁵⁸ CLERICUZIO, A. *Elements, principles and corpuscles: a study of atomism and chemistry in the seventeenth century*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.

É importante enfatizar que Boyle utiliza termos helmontianos¹⁵⁹, mas nem sempre com o mesmo sentido. Ele não acredita que são entidades espirituais de cunho vitalista que guiam o desenvolvimento dessas sementes, mas sim, um movimento especial que Deus colocou nesses princípios seminais e é co-ativo com eles. Nenhum pedaço de matéria possui volição alguma. A vontade é exclusiva de seres espirituais¹⁶⁰. O fato de que alguns agregados de matéria possuem um movimento direcionado por Deus para que os mesmos venham a gerar um metal, um animal ou qualquer outra coisa, não é contrário ao mecanicismo. De qualquer maneira esses agregados especiais dotados de poderes formativos são um efeito do movimento interno dos corpúsculos dado por Deus para esse fim. O fato de Boyle acreditar em princípios seminais, sob este sentido específico, não é um problema.

O último ponto importante no artigo e no livro de Clericuzio é que Boyle acredita que o mercúrio seja um princípio químico. Porém, mais uma vez a questão é o que Boyle está considerando e chamando de princípio químico. Obviamente ele não quer dizer com isso que o mercúrio seja algo simples, pois isso seria contra toda a sua teoria da matéria. Talvez seja algo homogêneo e que pode ser extraído de diversos compostos mistos. Clericuzio não toma cuidado de explicar isso muito bem em seu livro¹⁶¹, mas em seu artigo¹⁶² a situação fica bem clara:

Boyle distinguiu três requisitos necessários para um princípio químico. Primeiro, deve ser extraído dos corpos mistos; segundo, deve ser homogêneo; e, finalmente, deve ser simples, ou seja, não composto por partes. Os primeiros dois requisitos são teoricamente possíveis, o terceiro não [...] O

¹⁵⁹ Referente ao médico e alquimista belga Jean-Baptiste Van Helmont (1580-1564). Entre outras peculiaridades de seu pensamento, acreditava na existência de princípios ativo na natureza, entidades independentes da matéria que atuavam ativamente sobre ela. Tais princípios seriam responsáveis, por exemplo, pela geração de seres vivos.

¹⁶⁰ BOYLE, 1996. Veremos no item sobre aceitação de milagres no corpuscularismo boyleano, como Deus atua constantemente no mundo.

¹⁶¹ CLERICUZIO, 2000.

¹⁶² CLERICUZIO, 1990.

Mercúrio poderia ser considerado uma exceção. O terceiro requisito é teoricamente impossível já que todas as substâncias poderiam ser divididas em partículas dotadas apenas com as afecções mais católicas (como tamanho, formato e movimento) [...] Ainda assim, é possível na prática já que os concretos primários são muito raramente dissolvidos ou quebrados [...] Boyle via o Mercúrio como um possível princípio ou corpo simples.¹⁶³

O que Clericuzio tenta fazer é colocar Boyle como químico, separado do mecanicismo puro por aceitar elementos ou princípios fixos, como o Mercúrio. Na prática o Mercúrio poderia ser considerado como princípio, pois sua textura é dificilmente quebrada ou dissolvida, mas na teoria isso é impossível já que, pelos princípios da hipótese corpuscular de Boyle, todo corpo é um agregado de pequenos corpúsculos. Esse tipo de argumento seria como afirmar que Boyle defende átomos, pois os corpúsculos só são divisíveis pela imaginação humana ou pela onipotência de Deus. Isso os colocaria como átomos na prática, e corpúsculos na teoria, e então poderíamos considerar Boyle como não adepto da hipótese corpuscular e tomá-lo por atomista, o que é absurdo. No sentido estrito não existe princípio químico ou elemento, sendo que a única exceção é a matéria extensa, impenetrável e divisível da qual os pequenos corpúsculos são formados.

Os argumentos de Clericuzio sobre a não explicação a partir dos corpúsculos mais simples, a aceitação de princípios seminais e a consideração do Mercúrio como elemento não retira Boyle do hall dos mecanicistas, apenas mostra sua inclinação para a química como chave para compreensão da natureza. Boyle realmente possui um pensamento muito químico, ele prefere fazer classificações das substâncias por suas características químicas e não físicas (como ainda veremos), ele vê algumas entidades como estáveis na reação e tem uma visão muito relacionada com união e separação de agrupamentos fixos com qualidades químicas. Porém, o fato de que Boyle não reduz todos os fenômenos ao nível mais básico da matéria (corpúsculos sozinhos) não implica que a explicação química não seja mecânica, já que o agregado dos corpúsculos também está dotado de algo que ele considera afecção mecânica (como já vimos). Para Boyle,

¹⁶³ CLERICUZIO, 1990, p. 582.

os experimentos alquímicos seriam a chave para mostrar a superioridade da hipótese mecânica. Toda a química, assim como o mundo material, funcionaria como pequenas máquinas programadas pela sua disposição espacial. A textura dos ingredientes do composto químico é comparada ao encaixe e co-adaptação das partes de um relógio¹⁶⁴.

2.8 - A CAUSA FINAL NÃO É COMPATÍVEL COM O MECANICISMO?

Para alguns autores, como Andrew Pyle¹⁶⁵, a teleologia é contrastante com o mecanicismo e, portanto, qualquer autor defensor da causa final dentro da filosofia da natureza não pode ser considerado um verdadeiro mecanicista. A intenção desse item não é uma análise completa desse aspecto em Boyle, apenas mostrar como isso não interfere em seu caráter mecanicista. Em resposta a Pyle, William R. Newman respondeu:

A idéia de que a filosofia mecânica é necessariamente contrária à teleologia pode ser eliminada *ab initio*. Os estudos contemporâneos revelam que Boyle, certamente o maior expoente da filosofia mecânica, era, pelo menos, um simpatizante da explicação teleológica.¹⁶⁶

Boyle realmente acreditava que a causa final tinha lugar dentro da filosofia da natureza. Em sua obra *A Disquisition About Final Causes of Natural Things* ele claramente apóia o uso da causa final. Sobre ela ele afirma que:

Não existem muitos assuntos em todo o espectro da filosofia da natureza que melhor merecem ser estudados por filósofos cristãos [...] caso nós negligenciemos isso, corremos o perigo de sermos ingratos e não atentar para a utilidade das coisas, o que pode nos dar apenas admiração e agradecimento ao autor delas e perder os benefícios que

¹⁶⁴ Veja comparação em: BOYLE, 2000, v. 2, p. 341-342.

¹⁶⁵ PYLE, A. *Atomism and its critics*. Bristol: Thoemmes Press, 1995.

¹⁶⁶ NEWMAN, 2006, p.177.

esse conhecimento pode proporcionar, relacionados tanto a filosofia como a piedade.¹⁶⁷

Além de ser um ato de ingratidão, poderia ser um desperdício do entendimento humano não tentar compreender algumas causas finais no mundo. Porém, Boyle mantém reservas de como essa causa final deve ser usada na filosofia. Ele evidencia suas diferenças entre os cartesianos, epicuristas e aristotélicos sobre o tema:

Pois, Epicuro [...] bane as considerações dos fins das coisas porque o mundo [...] foi feito pela sorte [...] E por outro lado, Monsieur Descartes [...] supõe que todos os fins de Deus nas coisas corpóreas são sublimes e, que seria presunção do homem pensar que a sua razão pode se estender a descoberta delas.¹⁶⁸

Boyle claramente critica os epicuristas, pois eles advogam que não existe causa final e que o mundo provém do caos. Descartes aceita a causa final, mas ela deve manter-se fora da filosofia da natureza já que os fins de Deus são muito sublimes para o conhecimento humano. A posição boyleana também difere da aristotélica que investiga todos os fins como claramente conhecidos. O panorama em que Boyle se colocou entre esses outros pensadores foi: para Descartes as causas finais estão acima do conhecimento humano e não é possível conhecer nenhuma delas; para Aristóteles as causas finais estão totalmente dentro do conhecimento humano e é possível conhecer todas; para os Epicuristas elas nem mesmo existem.

A idéia de Boyle é mostrar que pelo menos algumas causas finais podem ser compreendidas e outras não. Excluí-las da filosofia da natureza seria um erro e o filósofo iria mais perder do que ganhar com essa atitude, como explicitado no texto abaixo:

¹⁶⁷ BOYLE, 2000, v. 11, p. 81.

¹⁶⁸ Idem, v. 11, p. 81-82.

Não acredito que seja correto rejeitar as causas finais, entretanto, eu julgo errado dizer em sentido estrito que tudo no mundo visível foi feito para o uso do homem; porém acredito que seja mais errado ainda negar que nada foi feito por fins investigáveis pelos homens.¹⁶⁹

Não se pode assumir conhecimento total delas ou que o homem seja o fim último. Por isso, o livro toma cuidado e, mostrando o quão longe se pode ir caso se assuma uma causa final, Boyle separa as causas em classes, algumas podendo ser conhecidas e outras não. O primeiro argumento que leva as pessoas a afastar a causa final é que alguns estudiosos as propuseram de forma imprudente. Por exemplo, só porque o sol ilumina a terra e isso beneficia os homens, não podemos afirmar que esse é o fim último desse astro. Porém, como negar que a disposição e o formato dos olhos tenham como função possibilitar a visão? Algumas partes dos animais e vegetais, claramente pela sua distribuição, possuem finalidades específicas.

Boyle divide os fins em quatro categorias: (i) fins universais, (ii) fins cósmicos [celestial e sublunar], (iii) fins animais [plantas incluídas] e (iv) fins humanos [mente e corpo]¹⁷⁰. Apenas os fins humanos estão direcionados ao bem estar da humanidade. Alguns fins como os universais estão totalmente fora do alcance humano assim como os cósmicos, mas os fins animais e humanos, alguns deles (uma pequena minoria) podem ser conhecidos e utilizados. Boyle cita dois exemplos clássicos onde a consideração da causa final colaborou com o desenvolvimento da filosofia da natureza.

O exemplo mais evidente de sucesso, usando a causa final dentro da filosofia da natureza foi a descoberta da circulação do sangue por William Harvey. Em comunicação com Harvey, Boyle perguntou a ele como surgiu a idéia a respeito da circulação sanguínea. Abaixo Boyle descreve o que Harvey lhe respondeu:

¹⁶⁹ BOYLE, 2000, v.11, p. 87.

¹⁷⁰ Idem, v. 11, p. 180.

Ele me respondeu que quando percebeu que as válvulas nas veias de diversas partes do corpo estavam dispostas de tal maneira que dessem passagem livre do sangue para o coração, mas opondo passagem do sangue venial no sentido contrário: Ele foi convidado a imaginar que não seria possível que a natureza não tivesse disposto tantas válvulas sem um propósito: e nenhum design parecia mais provável do que este, já que o sangue não podia, devido às válvulas interpostas, ser enviado pelas veias para as extremidades do corpo; tinha que ser via artérias e depois retornar pelas veias, cujas válvulas não se opunham nessa direção do fluxo sanguíneo.¹⁷¹

Temos aqui um dos heróis da *Royal Society*, admitindo o uso do *Design* na filosofia da natureza. Boyle ironiza que, caso um epicurista estivesse frente à mesma situação de Harvey, não veria nenhum motivo além do mero acaso para supor tal disposição de veias, válvulas e artérias e deixaria passar uma grande descoberta.

Um argumento similar ocorreu na descoberta da retina como o centro da visão (*seat of vision*). A maioria dos escolásticos defendia que o humor cristalino era o centro da visão, mas o uso da idéia de *Design* ajudou Scheiner a descobrir que era a retina, como Boyle afirma abaixo:

O engenhoso Scheiner, em seu tratado intitulado *Oculus*, faz o suficiente para rejeitar a disseminada opinião (de excluir causas finais da filosofia), mostrando que não faria sentido para a providência da natureza fazer daquela parte o centro da visão, para o qual eram necessários diversos requisitos e qualificações encontrados na retina.¹⁷²

Boyle novamente ironiza o fato de que caso Epicuro e seus seguidores estivessem em face de tais sistemas, eles iriam ignorar as belas e verdadeiras conclusões, dizendo que tais arranjos não têm nenhum propósito, deixando passar grandes descobertas em nome do caos. E na conclusão final do livro, Boyle é bem claro:

¹⁷¹ BOYLE, 2000, v. 11, p. 129.

¹⁷² Idem, v. 11, p. 129.

As considerações das causas finais não devem ser banidas da filosofia da natureza, mas ela deve ser permitida e, em alguns casos, recomendada para observar e argumentar sobre o uso manifesto das coisas, pois o autor da natureza pré-ordenou esses fins e usos [...] é razoável, e não presunção, dizer que tais e tais partes foram ordenadas para tais e tais usos, relacionado-as com o bem estar do próprio animal (ou planta) ou a espécie a qual ele pertence: Porém, tais argumentações podem facilmente se perder, caso quem as está organizando não tome cuidado para evitar enganos, entre os vários fins que a natureza pode ter considerado para as partes dos animais e os vários caminhos que a natureza pode ter com respeito ao corpo dos animais para atingir os mesmos fins. E quem quer merecer o nome de naturalista não pode deixar de procurar ou conhecer, com as devidas restrições, as causas finais.¹⁷³

Não existe nenhum contraste entre o mecanicismo e a idéia de causa final em Robert Boyle. O modo como ele enxerga a causa final dentro da filosofia da natureza não prejudica sua filosofia mecânica. Um artigo de Lennox¹⁷⁴ afirma que o *Disquisition* é um documento valioso porque antecipa uma defesa contemporânea de explicações teleológicas em biologia. Na visão de Lennox, Boyle quis mostrar que explicações mecânicas e teleológicas são perfeitamente compatíveis e que o livro deveria ser classificado como de filosofia da natureza e não teologia¹⁷⁵.

2.9 - A CO-ATUAÇÃO DE DEUS NO MUNDO

Boyle expressa de forma inequívoca que natureza não segue leis, assim como os homens as seguem. É necessário estabelecer a dicotomia entre leis físicas e leis morais e Boyle escreveu um livro para deixar isso bem claro,

¹⁷³ BOYLE, 2000, v. 11, p. 151.

¹⁷⁴ LENNOX, J. G. Robert Boyle's defence of teleological interference in experimental science. *Isis*, v. 74, n. 1, p. 38-52, Mar. 1983.

¹⁷⁵ Autores como Shanahan criticam Lennox, já que o livro parece ater-se mais a questão teológica do que científica e que deveria ser classificado como teológico. Marie Boas Hall e o próprio Boyle o consideravam mais teológico do que científico. Isso não muda o fato de que Boyle não vê contradição entre teleologia e mecanicismo. Para saber mais sobre o assunto, veja: SHANAHAN, T. Teleological reasoning in Boyle's disquisition about final causes. In: HUNTER, M. (Ed.). *Robert Boyle reconsidered*. London: Cambridge University Press, 1994. p.177-192.

excluindo qualquer volição da matéria. Não é estritamente correto afirmar que a matéria obedece às leis da natureza como nós obedecemos às leis, porque apenas agentes inteligentes podem responder por leis. O uso desse termo em Boyle é no sentido figurado¹⁷⁶.

A cosmologia boyleana é semelhante à de Descartes, como já mostrado no item 2.1. Inicialmente Deus criou a matéria e movimento, depois o choque dos corpos originou uma grande quantidade de pequenos corpos que foram adquirindo as mais diversas formas e tamanhos. Entretanto, existe uma diferença no pensamento dos autores a respeito do comportamento de Deus em relação ao mundo criado e às leis da natureza. No sistema cartesiano as leis da natureza estão por sua própria conta como leis da matéria. A partir do momento que Deus criou matéria e movimento, as leis da natureza deixadas pelo criador seguiram seu caminho sem intervenção de Deus como um relógio que funciona sozinho. Boyle deixa claro sua insatisfação com esse pensamento cartesiano e também com o epicurista nesse trecho do *Origin of Forms and Qualities*:

Eu não acredito que nem nas leis cartesianas de movimento nem o casualismo dos átomos de Epicuro poderiam ordenar a mera matéria de forma tão perfeita, formando esse mundo [...] Eu acredito que o sábio autor da natureza não apenas colocou a matéria em movimento, mas quando ele resolveu fazer o mundo ele regulou e guiou o movimento das pequenas partes da matéria universal de tal forma a reduzir tudo a um sistema ordenado, e o fez mais particularmente, organizando algumas porções dessa matéria em rudimentos ou princípios seminais.¹⁷⁷

Aqui também vemos como Boyle enxerga de forma mecânica os princípios seminais. Ele deixa evidente a atuação de Deus no mundo. Caso a intervenção de Deus fosse interrompida isso não implicaria que a natureza da matéria (pequenos corpos em choque) fosse alterada, apenas cairia no caos. Isto também pode ser constatado no trecho abaixo:

¹⁷⁶ BOYLE, 1996.

¹⁷⁷ BOYLE, 2000, v. 5, p. 353-354.

Esse poderoso autor [...] do mundo não abandonou sua obra prima tão preciosa para ele, mas continua mantendo e preservando-a, regulando as estupendas mudanças de movimento [...] de tal forma que elas, por nenhuma irregularidade perceptível, não desordena o grande sistema do universo e o reduz a um tipo de caos ou confuso estado de coisas mutantes e instáveis.¹⁷⁸

No sistema boyleano as leis da natureza não correspondem, necessariamente, à natureza da matéria e existe uma intervenção de Deus no mundo pós-criação. Para Boyle, Deus criou a matéria com a sua natureza, que são pequenos corpos em choque, transmitindo movimento e se agrupando em agregados sem sua interferência. Nesse ponto a matéria é eficiente porque transmite movimento nas colisões, porém a natureza das transmissões e os movimentos resultantes são determinados pela atividade de Deus.

Considerando duas distintas opiniões a respeito da atuação de Deus no mundo, a deísta que enfatiza a eficácia causal da matéria e das leis da natureza, colocando pequena ênfase na atividade de Deus e, a ocasionalista que nega a eficiência causal da matéria e requer uma constante intervenção causal direta de Deus em cada fenômeno físico, Anstey¹⁷⁹ acredita que a melhor descrição para Boyle seria a de um ocasionalista nômico:

Eu sugiro então que 'ocasionalismo nômico' é uma descrição mais apta da visão de Boyle [...] Pois isso captura ambas, a eficácia causal da matéria e a intervenção nômica de Deus. A eficácia causal da matéria nas colisões é a 'ocasião' da intervenção nômica de Deus.¹⁸⁰

Independente do crédito dado às afirmações de Anstey sobre a melhor forma de descrever a visão boyleana, a questão aqui é a ênfase de Boyle na matéria como causa eficiente. As leis da natureza são uma expressão da vontade de Deus e ele pode alterá-las (no caso dos milagres) sem alterar a natureza da matéria, porém ela continua sendo causa eficiente, pois os choques e

¹⁷⁸ BOYLE, 2000, v. 11, p. 300.

¹⁷⁹ ANSTEY, 2000, capítulo 7: Laws and concurrence.

¹⁸⁰ Idem, p. 181-182.

transferências continuariam mesmo sem direcionamento divino, mantendo ainda o seu papel indispensável no mecanicismo. Essa idéia de natureza também se acopla bem na filosofia experimental de Boyle, pois as leis da natureza não são apenas contingentes como também não são necessariamente constantes.

2.10 - É POSSÍVEL PROVAR O MECANICISMO POR EXPERIMENTOS?

O fato de mecanicismo e alquimia não serem antagônicos nem inconciliáveis não implica, obviamente, que um se deduz necessariamente do outro. Seria possível que Boyle provasse a sua filosofia corpuscular a partir de experimentos alquímicos? Um bom exemplo dessa discussão pode ser encontrado em um artigo de Chalmers, de 1993, que afirma:

Eu argumento que, longe de ter uma íntima e produtiva ligação entre a filosofia mecânica de Boyle e sua ciência, o seu sucesso científico foi devido 'apesar de', no lugar de 'devido a', sua aliança com aquela filosofia.¹⁸¹

Chalmers tenta mostrar que a filosofia mecânica não foi responsável pelo sucesso da filosofia experimental de Boyle e que isso se aplica a todos os seus experimentos, inclusive os químicos¹⁸². Chalmers critica a idéia de que a filosofia mecânica de Boyle é inteligível e simples, considerando o fato de que a impenetrabilidade, que seria um conceito necessário à filosofia de Boyle, não é simples:

[...] impenetrabilidade é a qualidade mais fundamental do ponto de vista de Boyle, uma vez que é precisamente essa propriedade que caracteriza a matéria como tal e a distingue de mera extensão ou espaço vazio.¹⁸³

¹⁸¹ CHALMERS, 1993, p. 541.

¹⁸² CHALMERS, A. Boyle and the origins of modern chemistry: Newman tried in the fire. *Studies in History and Philosophy of Science*, v. 41, n. 1, p. 1-10, Mar. 2010.

¹⁸³ CHALMERS, 1993, p. 545.

Essa impenetrabilidade não é um conceito simples e alguns autores como Gabbey¹⁸⁴ afirmam que assumir a impenetrabilidade sem problemas nas partículas menores de matéria seria como atribuir uma qualidade real ou até mesmo, dependendo do autor, uma qualidade oculta e ativa¹⁸⁵ que Boyle tanto critica nos escolásticos.

Chalmers também chama a atenção para o fato de que Boyle atribui fenômenos no micro mundo baseados em características que ele observa no macro mundo. Não existe nada no universo corpuscular que não esteja também no mundo macroscópico e Boyle extrapola para o mundo microscópico itens que ele considera mecânicos, porém se é possível atribuir impenetrabilidade, porque não outras características visíveis como peso ou elasticidade? Chalmers pergunta: se os corpúsculos não possuem elasticidade, como é possível a transmissão de movimento e choque sem que ocorra deformação? No mundo macroscópico, bolas de bilhar transmitem movimento porque possuem elasticidade em algum grau. Boyle não resolveu o problema de como distinguir entre propriedades observáveis que podem e que não podem ser extrapoladas para o mundo corpuscular. O suporte empírico, então, parece inútil para fornecer as qualidades dos corpúsculos:

Já que Boyle requereu que sua hipótese mecânica fosse suportada empiricamente, nós poderíamos razoavelmente esperar que ele indicasse como é possível ganhar acesso empírico às leis mecânicas.¹⁸⁶

Chalmers também se apega a outro fator. Boyle possui uma escala de causas e graus de explicação. As mais altas na escala são as verdadeiramente mecânicas, ou seja, as mais fundamentais. As causas mais abaixo na escala são

¹⁸⁴ GABBEY, A. The mechanical philosophy and its problems: mechanical explanations, impenetrability and perpetual motion. In: PITT, J. C. (Ed.). *Change and progress in modern science*. Dordrecht: Reidel, 1985. p. 9-84.

¹⁸⁵ HENRY J., Occult qualities and the experimental philosophy: active principles in pre-Newtonian matter theory. *History of Science*, v. 24, n. 4, p. 335-381, 1986.

¹⁸⁶ CHALMERS, 1993, p. 550.

as explicações que temos acesso imediato. Boyle não poderia trabalhar com a parte mais alta da escala, então ele parte de baixo. O problema é que ele não chega ao topo. Por isso, Boyle geralmente trabalha com causas secundárias, como afirma Chalmers:

Nós podemos explicar o nível do mercúrio em um barômetro apelando para a pressão do ar. Então nós movemos a escala das causas para cima para explicar a pressão, invocando a elasticidade e o peso do ar. Talvez a elasticidade do ar possa ser explicada, apelando para a elasticidade das partículas que o compõem, até que nós finalmente alcançamos a causa natural mais alta, explicando a elasticidade das partículas, invocando o movimento dos corpúsculos que presumidamente as compõem. Boyle reconhece que o nível mais alto das causas e as explicações mais fundamentais são difíceis, se não impossíveis, de chegar na maioria das circunstâncias [...] Conseqüentemente, explicações em ciência envolvem tipicamente apelos a causas e princípios subordinados e intermediários.¹⁸⁷

Como Boyle trabalha experimentalmente com causas subordinadas como gravidade, fermentação, magnetismo, elasticidade, entre outras, ele não pode chegar nunca ao topo da escala, apenas supô-las para explicar os fenômenos que ele observa, trabalhando com causas subordinadas. Os resultados de seus experimentos e seus sucessos não dependeram da filosofia mecânica, mas de noções, regras e teorias intermediárias não derivadas, necessariamente, dos primeiros princípios. A ciência experimental foi produtiva independentemente dos ditados da filosofia mecânica. A posição de Boyle, de acordo com Chalmers, seria de que, enquanto explicações mecânicas dos fenômenos são desejáveis, elas são empiricamente inacessíveis.

Chalmers chega a afirmar que, caso Boyle se fixasse apenas nas explicações mecânicas primárias, não chegaria a ter o sucesso experimental que teve, pois ficaria preso no topo da escala sem poder descer. Caso tivesse se fixado estritamente nas bases mais mecânicas e não trabalhasse com causas

¹⁸⁷ CHALMERS, 1993, p. 556-557.

secundárias, teria tido pouco êxito. Um trecho que evidencia essa opinião de Chalmers pode ser encontrado em seu artigo de 1993:

[...] era precisamente porque Boyle buscou os ditames e invocou noções mais empiricamente embasadas, tais como elasticidade e peso, que ele foi capaz de avançar com o seu programa experimental. Talvez seja justo dizer que Descartes não desenvolveu um programa experimental produtivo correspondente, precisamente, porque ele insistiu em uma hipótese mecânica estrita e então, ficou restrito [...] Boyle teve um sucesso experimental como cientista porque ele não se manteve totalmente na filosofia mecânica e Descartes não teve o mesmo sucesso porque ele se manteve.¹⁸⁸

No caso específico dos experimentos químicos, parece razoável então supor que Boyle sempre pode utilizar os seus resultados experimentais para embasar ou dar suporte às suas hipóteses corpusculares, porém Chalmers parece ter demonstrado que uma prova, no sentido estrito do termo, é impossível. Para Boyle o topo da cadeia de conhecimentos são corpúsculos que não afetam os sentidos e nenhuma experiência parte deles, mas de entidades intermediárias. O interessante é notar que talvez por não ter se apegado estritamente aos corpúsculos foi a razão pela qual o programa experimental de Boyle floresceu.

2.11 - RESPOSTA DOS OPOSITORES DE CHALMERS

Com relação às questões da impenetrabilidade e da elasticidade, os opositores de Chalmers meramente insistem que são críticas ao mecanicismo em si mesmo e não algo restrito a filosofia de Robert Boyle, não dando nenhuma resposta satisfatória.

Quanto ao desenvolvimento do programa experimental e a filosofia mecânica, as críticas a Chalmers repousam basicamente em mudar o sentido do termo mecanicismo. Quando Pyle¹⁸⁹ ou Anstey¹⁹⁰ mudam o sentido do que é

¹⁸⁸ CHALMERS, 1993, p. 559.

¹⁸⁹ PYLE, A. Boyle on science and the mechanical philosophy: a reply to chalmers. *Studies in History and Philosophy of Science: part A*, v. 33, n. 1, p. 175-190, 2002.

mecanicismo fica mais fácil refutar Chalmers. As respostas passaram então a uma discussão a respeito da definição de mecanicismo por parte de diversos autores. Newman afirma que Clericuzio defendia um mecanicismo definido como:

Qualquer referência à estrita filosofia mecânica significa uma teoria da matéria de acordo com a qual a matéria é inerte e todas as interações na natureza são produzidas pelo impacto de partículas, **ou ainda**, uma explicação do mundo baseada, exclusivamente, pela forma, tamanho e movimento de partículas de matéria inerte.¹⁹¹

O curioso é que mesmo por essa definição de mecanicismo dada aqui por Clericuzio, não se segue a exclusão de Boyle do mecanicismo, visto os argumentos dados no item 2.6. Já Newman caracteriza basicamente mecanicismo de duas formas distintas, como ele mesmo define abaixo:

Um corpo pode ser explicado puramente em termos de suas partes materiais, os quais por sua vez são caracterizados apenas por uma curta lista de qualidades capazes de descrição geométrica, tais como tamanho, forma, posição, arranjo, e movimento. A segunda é que mecanicismo concerne a transmissão de movimento de um corpo para outro ou de parte para parte.¹⁹²

Newman faz questão de adicionar arranjo na sua definição de mecanicismo, provavelmente, tendo Boyle em mente. Ele defende que o mecanicismo de Boyle é diferente, não ortodoxo devido ao conceito de textura.

De acordo com Pyle, Chalmers erra porque descreve Boyle como totalmente comprometido com o programa reducionista, o que não seria verdade. Para ele o mecanicismo de Boyle não é como o cartesiano. Logo, Boyle quer dizer algo diferente com filosofia mecânica. Pyle encaixa Boyle em um mecanicismo

¹⁹⁰ ANSTEY, P. Robert Boyle and the heuristic value of mechanism. *Studies in History and Philosophy of Science: part A*, v. 33, n. 1, p. 161-174, 2002.

¹⁹¹ NEWMAN, 2006, p. 178. Negrito nosso.

¹⁹² Idem, p. 176.

definido pela negação – via negativa¹⁹³. Para ele mecanicismo seria definido como uma filosofia que excluísse: (1) ação a distância; (2) espontaneidade da matéria; (3) imanente ou irreduzível teleologia; (4) causas incorpóreas. Curiosamente, ao comentar sobre teleologia, ele cita como Boyle é contra teleologia imanente porque combateu o *horror vacui*, mas não cita uma única palavra sobre a obra *Disquisition About Final Causes*¹⁹⁴. Para Pyle, a analogia de que o mundo funciona como as máquinas e os experimentos com causas intermediárias, seriam perfeitamente considerados como mecânicas. A mera comparação do mundo como máquina já serviria para definir um sistema como mecanicista. Boyle nos livra do *horror vacui*, imaginando uma situação mecânica onde a atmosfera funciona como um vasto colchão de ar em que camadas superiores pressionam camadas inferiores. Pyle afirma:

Um peso pressiona para baixo o prato de uma balança, ou a puxa para baixo caso a estique por baixo. De certa forma, isso é tão familiar que nós todos sentimos que entendemos que, caso todos os fenômenos da natureza pudessem ser explicados em termos mecânicos, nesse sentido (modelado por máquinas dirigidas pelas forças de peso e elasticidade), ainda teríamos grandes ganhos explanatórios.¹⁹⁵

Isso seria, então, um caso onde a filosofia mecânica auxiliou o programa experimental de Boyle. Anstey também argumenta contra Chalmers nesse sentido. Ele afirma que as noções de explicação e causas intermediárias dentro da filosofia boyleana¹⁹⁶, envolvendo entidades não mecânicas como peso e elasticidade e, admitindo-as dentro da ciência experimental de Boyle, faz perfeitamente sentido do ponto de vista da filosofia mecânica. Experimentalistas não podem se desenvolver diretamente com explicações mecânicas, envolvendo corpúsculos que não afetam nossos sentidos. Isso seria impossível. Eles precisam começar

¹⁹³ PYLE, 2002, p. 182.

¹⁹⁴ BOYLE, 2000, v. 11.

¹⁹⁵ PYLE, 2002, p. 184.

¹⁹⁶ ANSTEY, 2002, p. 161-174.

com o que é observável e acessível pela investigação experimental e trabalhar para subir na escala de causas. As causas intermediárias são aceitáveis como estritamente mecânicas por serem potencialmente reduzíveis às entidades mecânicas primárias. Anstey defende que Boyle acreditava que com o tempo a ciência iria, progressivamente, se estender até convergir nas afecções primárias. Porém, é imprescindível começar com as causas intermediárias. Para provar que a filosofia mecânica foi útil ao desenvolvimento da filosofia de Boyle, Anstey cita casos de experimentos pneumáticos detalhados em que explicações mecânicas constituíram um guia para a ciência de Boyle.

2.12 - MECANICISMO COMUM E ESTRITO

Respondendo aos seus pares e colocando uma conclusão na discussão, Chalmers¹⁹⁷ deixa claro que os seus oponentes mudaram o conceito de mecanicismo para que assim ele pudesse ser colocado como útil para os experimentos de Boyle. Chalmers não pode deixar de concordar que, considerando o aspecto dado por seus colegas¹⁹⁸, a filosofia mecânica realmente foi útil e não independente dos experimentos de Boyle. Porém, isso não é válido para o aspecto defendido por Chalmers inicialmente, ou seja, de um mecanicismo no sentido estrito:

Os comentários dos meus críticos me levaram a ser mais cuidadoso em distinguir a filosofia mecânica no sentido estrito de um sentido mais comum de mecanicismo, implícito na noção de um universo relógio, mas eles não me deram nenhuma razão para retratar meu ponto de vista de que as descobertas dos experimentos de Boyle não devem nada a sua aliança com a filosofia mecânica no sentido estrito e não ofereceu nenhum suporte para essa filosofia.¹⁹⁹

¹⁹⁷ CHALMERS, A. Experiment versus mechanical philosophy in the work of Robert Boyle: a reply to Anstey and Pyle. *Studies in History and Philosophy of Science: part A*, v. 33, n.1, p. 191-197, Mar. 2002.

¹⁹⁸ Mecanicismo no sentido comum, não no sentido estrito dado por Chalmers.

¹⁹⁹ CHALMERS, 2002, p. 197.

Sobre o senso comum de mecanicismo, Chalmers se refere àquele implícito nos seus adversários onde a utilização de causas secundárias para os experimentos seria válida por serem necessárias e potencialmente redutíveis às afecções primárias. Imaginar o mundo como um relógio e usar analogias mecânicas para desenvolver experimentos seria o que ele chama de mecanicismo de senso comum. Chalmers separa no trecho abaixo um mecanicismo comum em oposição a um mecanicismo estrito:

Peter Anstey, particularmente imagina que a busca por explicações mecânicas (no sentido comum) constitui um heurístico que é útil para guiar Boyle nos trabalhos de pneumática [...] ilustrando o seu caso com exemplos detalhados [...] Eu aceito que uma boa parte do trabalho experimental de Boyle foi utilmente informada pela sua busca por explicações mecânicas no sentido comum [...] claro que a filosofia mecânica foi empiricamente frutífera caso, 'mecânica', aqui, seja interpretada no sentido comum [...]²⁰⁰

O argumento de Chalmers se mantém, considerando filosofia mecânica como uma explicação que decorre necessariamente de figura, tamanho, movimento dentre outras afecções mecânicas.

Uma conclusão que pode ser tirada até o momento é que Boyle, apesar de ser um mecanicista no sentido estrito, não pode provar sua filosofia mecânica com seus experimentos (inclusive os alquímicos), nem deve a ela o seu sucesso experimental, já que ele trabalha no meio da escala de causas. Chegar ao topo dessa escala, ou seja, aos corpúsculos, por meio de experimentos, parece algo impossível. Boyle tinha consciência dessa limitação e por isso utilizou freqüentemente o termo hipótese corpuscular. Mas então qual teria sido a maior contribuição de seus experimentos químicos para a filosofia da natureza? Boyle pode não ter provado sua filosofia mecânica com experimentos, mas sem dúvida eles corroboraram com ela. Os experimentos de Boyle tiveram um valor maior na destruição de alguns aspectos da filosofia escolástica de sua época do que provar aspectos da nova filosofia mecânica, como será visto no capítulo IV.

²⁰⁰ CHALMERS, 2002, p. 195.

CAPÍTULO III

A análise dos experimentos alquímicos

Uma vez compreendida a relação entre química e alquimia no século XVII e a filosofia da matéria em Boyle, pode-se passar para a etapa de análise, compreensão e tradução dos experimentos químicos de Boyle, tentando entender qual é a relação deles com o seu mecanicismo. A chamada tradução consiste, na verdade, em uma análise dos experimentos alquímicos realizados por Boyle pelo viés da química contemporânea. A primeira questão que pode surgir é se é possível realizar algo como uma tradução química.

3.1 - O CASO DA TRADUÇÃO QUÍMICA: ELA É POSSÍVEL?

Um problema que poderia ser objetado é que o termo tradução não seria adequado, visto que como os conceitos são distintos já que eles foram desenvolvidos no interior de diferentes paradigmas e que o correto seria usar o termo interpretação. Esse problema foi debatido por Kuhn e Feyerabend no contexto da discussão da utilização do termo daquilo que eles chamaram de incomensurabilidade²⁰¹. Os termos massa e força, por exemplo, possuem sentidos totalmente diferentes dentro da física de Newton e de Einstein e, simplesmente, realizar uma tradução sem nenhuma explicação adicional não é possível. Esse é um exemplo de incomensurabilidade. Esses termos, dentro da sua respectiva ciência, possuem significados relacionados com outros em uma grande rede que seria como se:

[...] eles constituem um conjunto inter-relacionado ou inter definido que deve ser adquirido conjugadamente, num todo, antes que qualquer um deles possa ser usado e aplicado a fenômenos naturais [...] Ao se aprender a mecânica newtoniana, os termos “massa” e “força” precisam ser

²⁰¹ KUHN, T. Commensurability, comparability, communicability. In: PSA: Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association, 1982. *Proceedings of the...* Chicago: Chicago University Press, 1982a. v. 2, p.669-688. A idéia de incomensurabilidade é a idéia de ausência de uma medida comum. A hipotenusa de um triângulo retângulo isósceles é incomensurável relativamente a qualquer um dos catetos do triângulo.

adquiridos em conjunto [...] partes de toda uma nova maneira (mas não maneira totalmente nova) de fazer mecânica [...] É por isso que os termos “massa” e “força” não são traduzíveis na linguagem de uma teoria física aristotélica ou einsteiniana, por exemplo [...] ²⁰²

Termos químicos como elemento, substância, princípio, entre outros estão na mesma situação. O termo flogístico é um exemplo clássico, pois não é possível traduzi-lo, apenas explicá-lo. Daí a necessidade de diferenciar tradução de interpretação. Ao adicionar o termo em outra língua ocorre a importação de uma palavra com a necessidade de aprender seu significado e isso configura uma alteração na língua. É uma interpretação e não uma tradução. Não existe nada correspondente ao termo flogístico dentro da química contemporânea, logo ele é, para Kuhn, interpretável e não traduzível. Kuhn inicialmente defende isso de forma radical e para ele até mesmo “o tradutor radical de Quine é, de fato, um intérprete”²⁰³.

Depois de algumas críticas com relação a radicalidade do seu conceito de incomensurabilidade, Kuhn parece ter arrefecido e até mesmo afirmado que, dentro de um texto, a maioria dos termos é totalmente traduzível, pois existe a possibilidade de que uma palavra em uma língua implique no mesmo significado de outra palavra em outra língua. Porém, existem algumas palavras, por exemplo, flogístico, que não são traduzíveis, pois, caso todas fossem não existiria a necessidade de explicação alguma para nenhum texto histórico, seria apenas traduzí-lo e deixá-lo disponível para mera leitura. Apesar da maior parte de um texto possuir palavras traduzíveis, os termos mais significativos de história da ciência não o são, como afirma Hesse:

Ele (Kuhn) afirma que a maioria das palavras nessas sentenças aparece tanto nos textos químicos dos séculos XVIII e XX, e funcionam da mesma maneira nos dois. Vamos contar. A sua afirmação é sem dúvida verdadeira, mas de que palavras a lista de imutáveis consiste? “Todo”, “o”,

²⁰² KUHN, T. Comensurabilidade, comparabilidade, comunicabilidade. In: _____. *O caminho desde a estrutura: ensaios filosóficos, 1970-1993*. São Paulo: Ed. UNESP, 2006. Cap. 2, p. 60.

²⁰³ Idem, p.53.

“último”, “seguinte”, “com”, “entre”, “é” [...] não existe necessidade de continuar. Por outro lado, quando olhamos a maior parte das palavras mais importantes [...] não apenas os termos da lista de Kuhn (“flogístico”, “princípio”, “elemento”), mas também “físico”, “corpos”, “composto”, “químico”, “propriedades”, “terras”, “ares”, “carbono”, “enxofre”, “ácido” [...] funcionam de forma muito diferente na teoria do flogístico e na química moderna.²⁰⁴

Isso não quer dizer que a compreensão moderna de um texto antigo por parte de um historiador da ciência não seja possível. Apenas implicaria, em última instância, que o trabalho de um antropólogo ou historiador é, sob este aspecto, de interpretação. O próprio Kuhn, após críticas, defende desse tipo de empreendimento:

Não tenho dúvida de que historiadores lidando com velhos textos científicos **possam e devam** usar a linguagem moderna para **identificar** os referentes de termos obsoletos [...] Além disso, a introdução de uma terminologia moderna torna possível explicar por que e em que áreas as teorias velhas foram bem sucedidas.²⁰⁵

Kuhn usa a questão de identificar os referentes porque ele faz menção, no trecho acima, ao trabalho do maior crítico ao seu conceito de incomensurabilidade, que seria Kitcher^{206 207}. O exemplo do flogístico talvez seja o melhor de todos para mostrar que, apesar da maior parte do trabalho de suposta tradução ser de interpretação (de acordo com Kuhn), ainda assim, uma parte dele, sob esse específico aspecto indicado por Kitcher, é de real tradução.

Inicialmente chamada assim pelo médico e químico alemão Georg Ernest Stahl, o flogístico era uma entidade que foi utilizada para explicar a alteração de peso em materiais combustíveis. Um pedaço de papel quando queima perde

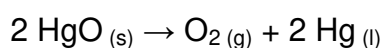
²⁰⁴ HESSE, M. Comment on Kuhn's 'Commensurability, Comparability, Communicability'. *PSA*, 1982, v. 2, p. 706.

²⁰⁵ KUHN, 2006, p. 56. Negrito nosso.

²⁰⁶ KITCHER, P. Theories, theorists and theoretical change. *Philosophical Review*, v. 87, n. 4, p. 519-547, 1978.

²⁰⁷ KITCHER, P. Implications of incommensurability. *PSA*, 1982, v. 2, p. 689-703.

massa devido ao flogístico que escapa de seu corpo, aliás, a própria combustão poderia ser definida como o fluxo de flogístico para fora de um corpo. Quando o ar estava saturado de flogístico, a combustão não ocorria mais e em ambientes desflogisticados a combustão era incentivada. Em casos onde o corpo ganhava peso, como na combustão de metais, supunha-se que o flogístico tinha peso negativo. Ao aquecer um material mineral, Priestley obteve um ar desflogisticado e mercúrio. De acordo com a notação da química moderna, o procedimento pode ser descrito como o aquecimento do material óxido de mercúrio, obtendo oxigênio:



A questão principal aqui é saber se a identidade do suposto ar desflogisticado com oxigênio pode ser considerado, de algum modo, tradução ou apenas interpretação. Obviamente, os conceitos envolvidos são distintos e quando Priestley diz ar desflogisticado, o sentido aqui é de um ar que é produzido artificialmente e que tem menos flogístico que o ar comum. Como é possível em uma química posterior como a contemporânea, por exemplo, existir uma palavra que expresse isso, sendo que hoje o conceito de flogístico é inexistente? A resposta para isso parece residir na referência. Kitcher aponta para o fato de que uma palavra pode ser multi-referencial, quando Priestley diz ar desflogisticado ele faz referência à causa do ar em questão, aos conceitos envolvidos nele e finalmente ao próprio ar. Kitcher chama isso de referência potencial onde essa multi-referenciação associa o termo ar desflogisticado, não apenas ao conceito de um ar com menos flogístico, mas é o nome dado àquele ar em si mesmo. Kitcher afirma que:

Ele (Priestley) identifica o gás obtido pelo aquecimento da cal vermelha de mercúrio como ar desflogisticado, e o termo 'ar desflogisticado' produzido aqui é uma referência fixada pela definição de Stahl (ou seja, falha para referir) [...] a referência do termo fixada da antiga maneira abre portas para a subsequente produção do termo 'ar desflogisticado' que se refere diferentemente. Priestley associou o velho nome para o novo gás e quando ele, posteriormente,

estudou as propriedades do ar desflogisticado ele estava falando sobre o oxigênio.²⁰⁸

A tradução se torna possível porque, caso o experimento em laboratório seja repetido, o ar obtido será (teoricamente) o mesmo ar de Priestley. O termo oxigênio e o termo ar desflogisticado possuem nesse caso a mesma referência.

Foram críticas como essa que fizeram Kuhn arrefecer e tomar a incomensurabilidade de forma não tão radical, mas ainda a mantém. Ele aceita por um lado que a tradução é possível, porém isso não muda o fato de que ela só o é nessa situação e para esse sentido. O termo flogístico continua intraduzível, enquanto, ar desflogisticado pode ser traduzido, nesse caso específico, como oxigênio. E ainda assim é necessário considerar a referência objetiva, descartando as considerações teóricas e crenças do experimentador. Nesse caso o que ocorre é a interpretação. É devido a esse fato que, apesar de ser uma tradução, esse tipo de atividade ainda implica em diversas explicações para dar conta de todas as outras associações não traduzíveis. A incomensurabilidade sobrevive, porém Kuhn concorda que a empreitada de Kitcher, a esse respeito, foi bem sucedida, como mostra o trecho abaixo:

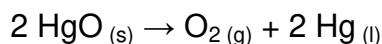
A teoria do flogístico tem fornecido um de meus exemplos-padrão, e Philip Kitcher utilizou-o como base para a crítica contundente da noção ampla de incomensurabilidade [...] Kitcher argumenta, **penso que com sucesso**, que a linguagem da química do século XX pode ser usada para identificar os referentes dos termos e expressões da química do século XVIII, pelo menos na medida em que esses termos e expressões realmente se refiram a alguma coisa.²⁰⁹

Logo, a resposta para a questão de que se é possível e quando é possível uma tradução química já foi dada pelo próprio Kuhn em sua resposta a Kitcher. Ela é possível sob o aspecto apresentado e é nisso que o restante desse trabalho

²⁰⁸ KITCHER, 1978, p.537.

²⁰⁹ KUHN, 2006, p. 55. Negrito nosso.

se baseia. Não só o termo ar desflogisticado pode ser identificado com oxigênio num dado caso específico, como a expressão contemporânea:



pode ser útil como chave de interpretação para os materiais e procedimento utilizados pelo alquimista.

3.2 - A ALQUIMIA VISTA COM DOIS OLHOS: O ANTIGO E O NOVO

Compreender como as reações químicas ocorrem dentro de um laboratório moderno já não é exatamente uma tarefa fácil. Ainda mais difícil seria analisar reações químicas, processos e produtos descritos em textos históricos. O uso de conhecimento técnico em história da ciência é basicamente um pré-requisito para realizá-la (apesar de não ser o suficiente). Isso não é novidade nem em história da biologia, nem da matemática e nem da física. Recentemente tem havido um interesse crescente em um novo tipo de pesquisa em história da química, onde profissionais com conhecimento técnico de química usam suas habilidades para decodificar passagens, envolvendo reações químicas em documentos históricos²¹⁰. Óbvias e evidentes dificuldades podem surgir desse tipo de trabalho. Tentar recriar uma atividade experimental de um velho laboratório alquímico é difícil devido aos misteriosos adeptos e autores anônimos, que são um claro obstáculo para um historiador obter uma melhor compreensão dessa química primordial, o seu contexto histórico e cultural²¹¹. Em alguns textos antigos os processos químicos são descritos na forma de código²¹² e a presença de impureza

²¹⁰ Para saber mais veja: PRINCIPE, L. M. Apparatus and reproducibility in alchemy. In: HOLMES, F. L.; LEVERE, T. H. (Eds.). *Instruments and experimentation in the history of chemistry*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2000. p. 55-74.

²¹¹ NEWMAN, W. R.; PRINCIPE, L.(Eds.). *George Starkey: alchemical laboratory notebooks and correspondence*. Chicago: University of Chicago Press, 2004. p. xii.

²¹² Para saber mais veja: PRINCIPE, 1992, p. 63-74.

nos materiais usados no passado pode fazer com que a chamada tradução química se torne ainda mais difícil²¹³.

Vários estudiosos, entre eles Newman, Principe e Clericuzio têm se utilizado desse tipo de abordagem para investigar documentos históricos. O autor do documento histórico não estava pensando, obviamente, nos mesmos símbolos nem com os mesmos conceitos que os seus tradutores. O pesquisador moderno tenta entender as reações químicas com seus próprios termos, chegando então a uma compreensão completa do experimento dentro do texto, porém, tendo sempre em mente os conceitos e o contexto presentes na mente de quem escreveu o texto antigo.

Evidentemente, é necessário evitar enxergar o experimento apenas com os olhos modernos, de forma anacrônica e sem levar em consideração o tempo em que o experimento foi realizado. A intenção da tradução química é exatamente enxergar com os dois olhos ao mesmo tempo: com o antigo olho, dentro dos conceitos do autor do texto e compreendendo o experimento em seu próprio tempo; e, com o novo olho, ajudando o pesquisador a entender o procedimento em seu novo tempo e com novos conceitos. E ambas são importantes para garantir as conexões que demanda um bom trabalho em história da ciência.

3.3 - EXEMPLOS DE TRADUÇÕES QUÍMICAS NA LITERATURA

Alguns exemplos de tradução química já foram citados nessa tese, como por exemplo, a redução ao estado *pristine*, de Daniel Sennert citada por Newman²¹⁴, foi traduzida no item 1.7 dessa tese. Também no item 1.2 foi apresentada uma tradução de um trecho dos *Workdiaries* de Robert Boyle.

Outros exemplos são igualmente interessantes como o dado por Lawrence Principe no seu livro *The Aspiring Adept*²¹⁵. Ele reproduziu em laboratório um experimento químico e com isso conseguiu estabelecer uma ponte entre George

²¹³ Para saber mais veja: PRINCIPE, 1987, p. 21-33.

²¹⁴ NEWMAN, 2006.

²¹⁵ PRINCIPE, 1998.

Starkey e Robert Boyle que seria impossível sem conhecimento de química contemporânea. Boyle admitiu na revista *Philosophical Transactions* que sabia obter mercúrio sófico, porém omitiu o modo de preparação e não mencionou fonte alguma²¹⁶. Na revista, Boyle fez referência aos efeitos do material sem citar o modo de preparação, enquanto Starkey tinha em seu caderno a preparação de um material que se supunha ser o mercúrio incalescente, mas não mencionava nada sobre as suas propriedades.

Graças a um experimento realizado em um laboratório, seguindo o procedimento dos cadernos de Starkey²¹⁷, Príncipe obteve o mercúrio incalescente, um material que dissolve ouro como gelo jogado em água morna. O material absorve sua cor, cresce e esquenta muito, formando uma figura parecida com uma árvore. Newman tenta seguir todos os passos para obter o famoso mercúrio sófico²¹⁸, uma mistura de prata, antimônio e mercúrio, que cresce e esquenta com a adição de ouro e é uma etapa extremamente importante para conseguir a pedra filosofal. Os resultados obtidos do experimento em laboratório confirmaram George Starkey como fonte do mercúrio incalescente, citado por Boyle na *Philosophical Transactions*, como declara abaixo Newman:

Esses sinais textuais da identidade do mercúrio antimonial filosófico de Starkey com o mercúrio incalescente de Boyle pode ser confirmado pela química experimental. O procedimento de Starkey é suficientemente claro de forma que eu podia realizá-lo em laboratório. Com pequenos ajustes, eu obtive (seguindo um preciso processo laborioso descrito) um mercúrio que, quando misturado com cal de ouro, realmente esquenta, exatamente como Boyle descreveu. Eu lembrei em outras ocasiões como o conhecimento químico e a replicação de experimentos históricos, corretamente e sensivelmente aplicados, podem auxiliar pesquisas históricas. O fato experimental de que o mercúrio de Starkey esquenta como o outro (propriedade

²¹⁶ BOYLE, 2000, v.8, p. 553-567.

²¹⁷ Para saber mais ver especificamente sobre o caderno de laboratório de George Starkey, veja: NEWMAN; PRINCIPE, 2004.

²¹⁸ Para saber mais sobre o mercúrio sófico e o seu procedimento, assim como alterações realizadas desde Van Suchten até Boyle, veja o livro: NEWMAN; PRINCIPE, 2002.

não descrita por ele) confirma Starkey como fonte do mercúrio incandescente de Boyle.²¹⁹

Nessa pesquisa, a identificação de George Starkey como fonte do mercúrio incandescente de Boyle seria impossível sem a ajuda de experimentos químicos, exemplificando o tipo de auxílio que essa abordagem pode trazer para a história da ciência.

Algumas vezes Newman dá outras reações para explicar em termos modernos o que o alquimista está fazendo. A *Offa Alba* é outro exemplo digno de nota: Starkey descreve um material obtido da coagulação do espírito da urina humana em espírito do vinho. Em termos contemporâneos isso corresponderia a uma mistura de etanol com amônia aquosa impura. O provável produto identificado seria carbonato de amônio $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. O carbonato é insolúvel em álcool etílico, então, quando a amônia e o álcool são misturados, o carbonato precipita na forma de uma massa branca, como descreve Newman:

Starkey diz: 'o espírito do vinho é anexado com o espírito da urina humana, em virtude e causa pelo qual, ele coagula o espírito do vinho'. O coágulo de Starkey é idêntico a *Offa Alba* produzida por Van Helmont da mesma forma que Starkey produziu – misturando etanol e amônia aquosa impura. O produto desta combinação foi identificado pela química moderna: é basicamente carbonato de amônio, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ [...] O carbonato é insolúvel em álcool, então quando a amônia dissolvida em água e o álcool são misturados, o carbonato precipita na forma de uma massa branca – daí o nome dado por Van Helmont de *Offa Alba*.²²⁰

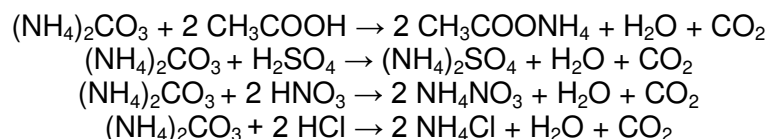
Starkey acreditava que a *Offa Alba* não se tornava um material diferente nas reações com espíritos, mas, apenas alterava certas propriedades devido a presença de algumas impurezas. Para provar isso, ele reagiu a *Offa Alba* com diferentes espíritos, obtendo diferentes materiais e depois fixou os mesmos com óleo de tártaro, obtendo novamente o material inicial. Para Starkey, esse material continuou o mesmo, porém com algumas propriedades modificadas. Sua

²¹⁹ NEWMAN; PRINCIPE, 2002, p. 161.

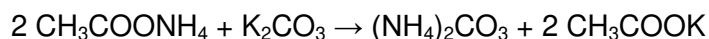
²²⁰ NEWMAN, 1994b, p. 182.

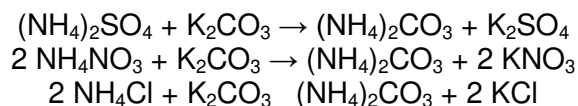
insistência na identidade desse material é baseada na sua aderência nos textos alquímicos de Van Helmont. A *Offa Alba* seria o produto de um casamento helmontiano perfeito e o ponto de partida para o *alkahest*, o solvente universal. Do ponto de vista da química contemporânea, o carbonato de amônio foi colocado para reagir com diversos ácidos, formando diferentes sais. Posteriormente, a reação dos mesmos sais com carbonato de potássio formou novamente o carbonato de amônio. As reações detalhadas seguem no trecho abaixo:

Em outras palavras, Starkey misturou o carbonato de amônio com ácido acético, ácido sulfúrico, ácido nítrico e ácido clorídrico nos respectivos testes. Em cada caso ele descobriu que o produto era o mesmo ou pelo menos similar. As reações envolvidas podem ser sumarizadas na ordem dada por Starkey, como segue:



O que Starkey produziu nessas reações foi acetato de amônio, sulfato de amônio, nitrato de amônio e cloreto de amônio. Apesar de estar ciente do fato de que esses produtos não eram completamente idênticos ele assumiu que suas diferenças eram devidas a impurezas [...] Porque ele estava tão disposto a atribuir as diferenças dessas substâncias a meros acidentes? Porque Starkey já tinha se comprometido com a crença de que a sua *Offa* era o produto de um casamento helmontiano perfeito. Dessa forma sua homogeneidade e sutileza deveriam impedir sua decomposição por meio de sublimação [...] Para confirmar sua teoria, Starkey então misturou, separadamente, os respectivos produtos ácidos com uma solução de alcalina. Ele sabia por meio de seus técnicos contemporâneos que uma mistura de sal amoníaco e álcali deveria libertar amônia. Então ele supôs que poderia provar a identidade de todos os seus quatro produtos com sal amoníaco se pudesse ser demonstrado que eles liberam a mesma quantidade de espírito urinoso pela exposição ao material alcalino [...] Ele tinha o hábito de pesar ingredientes iniciais e produtos finais, uma prática herdada por Alexander von Suchten. As reações envolvidas podem ser facilmente sumarizadas:





Foi a própria *Offa* que serviu a Starkey como ponto de partida para o seu *alkahest*.²²¹

Starkey teve a preocupação de pesar corretamente os materiais, tentando provar sua teoria por experimentos e utilizando aparatos apropriados em seu laboratório que, como visto no item 1.1, não era incomum entre os alquimistas. Todas estas preocupações técnicas podem ser encontradas em trabalhos alquímicos relacionados com crisopéia ou o *alkahest*. Príncipe argumentou em outros trabalhos que a alquimia não se distingue do trabalho prático de um laboratório e que alguns alquimistas foram extremamente cuidadosos no seu trabalho químico:

Conseqüentemente nós podemos ver hoje que a alquimia como um todo não está distante do trabalho prático de laboratório. Alguns alquimistas, incluindo os que trabalhavam com crisopéia, foram altamente solícitos em seus trabalhos manuais, cuidadosamente empregando ou desenvolvendo aparatos especiais para propósitos específicos [...] Além disso, algumas das imagens centrais da tradição alquímica têm se mostrado explicáveis ou mesmo racionais [...] apresentados em termos de reais fenômenos físicos a luz de operações laboratoriais empíricas e experimentais.²²²

Príncipe, discutindo problemas sobre tradução química com relação a impurezas, dá outro exemplo de equação química moderna: a reação de combustão do trissulfeto de antimônio (chamado pelos alquimistas apenas de antimônio), formando óxido de antimônio. Segue-se o trecho abaixo:

A simples tradução química dessa preparação deve envolver apenas nosso conhecimento de que os termos químicos corretos para o antimônio de Valentine ou Spiessglass não é antimônio metálico, mas o seu trissulfeto. O produto da receita

²²¹ NEWMAN, 1994b, p.183-185.

²²² PRÍNCIPE, 2000, p. 71.

parece claro [...] Quando o trissulfeto de antimônio é lentamente aquecido e exposto ao ar são formados óxidos de antimônio e é liberado o dióxido de enxofre. O material o qual Valentine se refere é o dióxido de enxofre misturado com os fumos brancos do volátil trióxido de antimônio. Os óxidos de antimônio juntos com algum trissulfeto residual compõem a cinza. $2 \text{Sb}_2\text{S}_3 + 10 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{SO}_2 + \text{Sb}_2\text{O}_3 \cdot \text{Sb}_2\text{O}_5$.²²³

A reintegração do nitro (presente no *ensaio do nitro*) é outro bom exemplo de como essa nova abordagem da história da química tem aparecido no meio acadêmico. Salitre (KNO_3) é queimado com carvão (C), produzindo dois nitros, um fixo (K_2CO_3) e outro volátil (HNO_3). A reação do nitro fixo com o volátil restaura o salitre inicial. A reintegração do nitro é discutida por muitos estudiosos, alguns chegando até mesmo a arriscar os mecanismos de reação²²⁴.

A mesma reação de reintegração do nitro é apresentada por Newman e Principe no livro *Alchemy tried in the fire: Starkey, Boyle and the fate of helmontian Chemistry*. Os autores explicam a reação em termos modernos e também porque Glauber pensou que o salitre poderia ser o solvente universal, pela sua natureza dupla:

Em termos da química moderna, nitrato de potássio queima vividamente com carvão para produzir carbonato de potássio (K_2CO_3), um “sal cáustico e detergente” [...] Tem se sabido por séculos que uma substância espirituosa poderia ser obtida por meio da destilação do nitro [...] fazendo o espírito do nitro, nosso ácido nítrico. Então Glauber concluiu que o salitre era uma substância dual, um sal hermafrodita que continha ambas: uma substância ácida e volátil que ele chamou de nitro volátil (ácido nítrico) e uma substância sólida e cáustica que ele chamou de nitro fixo (carbonato de potássio). Devido ao fato de que esses dois componentes do nitro podiam dissolver uma grande gama de substâncias (ácido nítrico sendo um poderoso corrosivo e carbonato de potássio uma base saponificante), Glauber pensou que tinha descoberto o *alkahest* de Van Helmont, o solvente universal. Porém, Glauber também recombinau seu nitro fixo e volátil e

²²³ PRINCIPLE, 1987, p. 23.

²²⁴ ZATERKA, 2003, p. 132-133. O Mecanismo de reação é a seqüência específica de etapas pela qual os reagentes passam para se tornarem produtos em uma reação química.

reconheceu que o produto era mais uma vez um sal dual – nitro simples – reconstituído.²²⁵

Provavelmente, seria extremamente útil essa nova abordagem, possibilitando a tradução química de textos alquímicos históricos. Mesmo sem a inicial possibilidade de fazer experimentos, a interpretação de velhos textos alquímicos descritos em termos químicos modernos permitiria aumentar as informações disponíveis a respeito dessas reações.

3.4 - A PURIFICAÇÃO DA *AQUA FORTIS* PARA SEPARAÇÃO DO OURO

Hoje sabemos que o conceito de química, para Boyle, incluía a busca da pedra filosofal, do elixir da longa vida e do *alkahest*. Depois de sua morte, o material sobre Boyle foi selecionado de forma a evitar conexões alquímicas²²⁶. Muitos trabalhos de Boyle são relacionados com dissolução de ouro e purificação, provavelmente, devido ao seu interesse em crisopéia.

A dissolução em *aqua fortis* de uma liga de prata com ouro é freqüentemente mencionada em Boyle, pois é uma maneira de purificar ouro. Segue abaixo um experimento que mostra o grau de cuidado com o procedimento químico de purificação da *aqua fortis*. Ele pode ser encontrado nos *Workdiaries* e é um dos mais elucidativos trechos sobre o nível de compreensão que Boyle tinha de seus experimentos químicos:

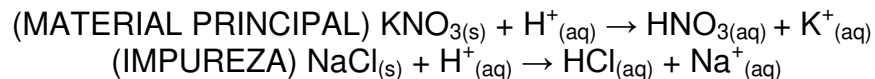
Para purificar a aqua fortis e fazê-la apta a separar a prata do ouro: antes de usá-la para esse propósito jogue um pouco de prata refinada, que por meio do espírito salino procedente do sal comum, que reside oculto no salitre e do qual a Aqua fortis foi feita, irá precipitar em uma cal branca da qual você deve cuidadosamente decantar [...] o *menstruum* então será útil para a separação de ouro da prata, caso contrário o salitre tendo comumente alguma mistura de sal marinho, a *aqua fortis* iria também, pela ação do espírito salino, precipitar alguma prata [...] ²²⁷

²²⁵ NEWMAN; PRINCIPE, 2002, p. 242.

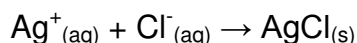
²²⁶ Para saber mais veja: HUNTER, 1994a.

²²⁷ BOYLE, 2001, *Workdiary* 15, item 25.

Este trecho pode expressar muito bem o cuidado com o qual Boyle realiza um experimento. É clássico se utilizar de ácido nítrico (referida no texto como *aqua fortis*) para separar uma liga de ouro e prata. Ela dissolve apenas a prata, separando o ouro que se deposita no fundo da vidraria. O problema é que algumas impurezas, mais comumente íons cloreto (Cl^-), podiam ser encontrados no ácido nítrico da época. Isso ocorria porque o salitre utilizado para a obtenção de ácido nítrico possuía nele certa quantidade de sal marinho (cloreto de sódio; NaCl). Quando o ácido é obtido por destilação, uma pequena quantidade de sal marinho pode produzir ácido clorídrico (HCl) junto com o ácido nítrico ou até mesmo deixar íons cloreto livres.



Essa impureza não é desejável já que os íons cloreto no ácido nítrico podem, ou precipitar alguma prata na forma de cloreto de prata (AgCl) juntamente com o ouro, ou ainda, formar uma pequena quantidade de água régia que dissolveria um pouco do ouro (o que seria o menos provável). De qualquer maneira a presença da parte do sal deve ser eliminada. A idéia então é purificar o ácido nítrico, adicionando um pouco de prata para retirar os íons cloreto, precipitando-os na forma de cloreto de prata (AgCl). Apenas um pouco de prata refinada é adicionada à solução para reagir:



Dessa forma a solução de ácido nítrico ficará completamente livre de íons cloreto e agora poderá ser usada para dissolver ouro ou separar uma amálgama de ouro e prata sem ser mascarado pela precipitação de cloreto de prata. Boyle descreve, à sua maneira, exatamente o que está acontecendo quimicamente: “O

espírito salino (HCl) procedente do sal comum (NaCl) que reside oculto no salitre (KNO_3) de onde a *aqua fortis* (HNO_3) foi feita vai precipitar prata” ²²⁸.

Este exemplo mostra, além do cuidado tomado com os materiais utilizados no laboratório e o conhecimento de métodos de purificação, o grau de compreensão que Boyle tinha do que estava acontecendo no seu sistema. Obviamente, a teoria do que acontecia, microscopicamente, é diferente da contemporânea, mas, macroscopicamente, a dedução de Boyle se encaixa com precisão na explicação atual, ou seja, a prata retira de fato do solvente o componente salino oriundo do sal comum, que é uma impureza do salitre. Isso se torna necessário para evitar que o componente salino acabe por precipitar um sal com a prata, mascarando o teste já que toda prata deve dissolver no solvente e o ouro deve permanecer para ser pesado. Para evitar que o sal de prata se passe por ouro, o componente de origem salina deve ser retirado previamente com a adição de prata no solvente. Todo esse conhecimento não é uma técnica vazia, pois existe a identificação do que reage com o que e de que forma, de onde vêm esses materiais que reagem entre si e o desenvolvimento de uma metodologia, visando a resolução de um problema. É evidente que isso é um conhecimento químico de fato e é notável perceber a profundidade com a qual um alquimista sabia, pelo menos, nesse caso, exatamente o que estava acontecendo do ponto de vista químico macroscópico.

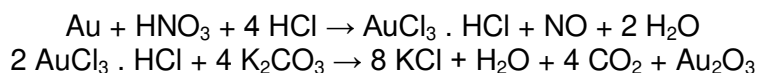
3.5 - A PODEROSA ÁGUA RÉGIA

Um experimento que foi repetido diversas vezes foi o da obtenção de água régia, ou seja, um material capaz de dissolver ouro. Boyle estava explorando nos *Workdiaries* diversas maneiras de produzir materiais que pudessem adquirir a propriedade de corroer o ouro, se tornando “como água régia”. Explicando esse procedimento por meio da química contemporânea, a água régia é uma mistura de ácido nítrico (HNO_3) e de ácido clorídrico (HCl), geralmente em uma proporção de 1:4, podendo dissolver o ouro que é um metal incrivelmente resistente à corrosão.

²²⁸ BOYLE, 2001, *Workdiary* 15, item 25. Parênteses e seu conteúdo nosso.

A reação de corrosão do ouro pela água régia (e subsequente precipitação por carbonato de potássio [K₂CO₃]) é dada nesse artigo abaixo feito por Principe:

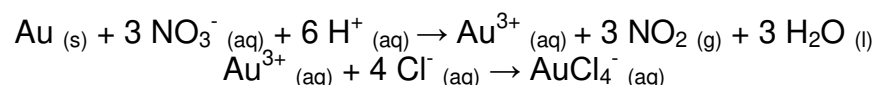
Usando a equação padrão, porém super-simplificada **água régia = uma mistura de ácido clorídrico e nítrico, e tártaro calcinado = carbonato de potássio**, nós descobrimos que nossa cal é meramente óxido de ouro, por meio das seguintes equações:



Contudo, já que a constituição química do ouro fulminante, assim como seus métodos de preparação são conhecidos, o “erro de tradução” pode ser facilmente descoberto [...] ²²⁹

Está claro aqui que a corrosão do ouro é devido à formação de AuCl₃ · HCl, que é dissolvido na sua forma iônica AuCl₄⁻ e H⁺. A forte oxidação por ácido nítrico deve ser associada a algum tipo de fonte de íons cloreto Cl⁻. É possível dissolver o ouro mesmo que nenhum dos constituintes, sozinho, consiga fazê-lo, pois na combinação deles cada ácido realiza uma tarefa diferente.

O ácido nítrico é um poderoso oxidante que vai dissolver quantidades indetectáveis de ouro, formando íons de ouro (Au³⁺). O ácido clorídrico providencia um suprimento de íons cloreto (Cl⁻), que por sinal, pode ser substituído por outras fontes como veremos futuramente. Esses íons cloreto vão reagir com o ouro para produzir ânions cloroauratos (AuCl₄⁻), também em solução. A reação com o ácido clorídrico (HCl) favorece a formação de ânions cloroauratos. A contínua remoção de íons de ouro da solução e a liberação em sistema aberto de NO₂ deslocam a reação para a direita até que todo o ouro seja dissolvido. A reação pode ser descrita quimicamente da seguinte maneira:



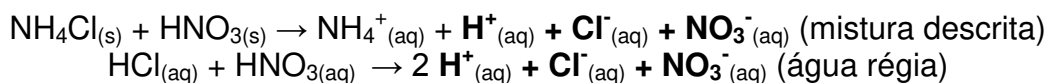
²²⁹ PRINCIPE, 1987, p. 22. Negrito nosso.

Boyle, diversas vezes, mistura outros materiais que são fonte de íons cloreto com o ácido nítrico, formando água régia.

3.6 - A PRODUÇÃO DE ÁGUA RÉGIA NA *THAT THE GOODS OF MANKIND*

Na obra *That the goods of mankind*, Boyle cita novamente uma reação de formação de água régia. Algumas vezes a solução de cobre em ácido nítrico pode ser usada para colorir ossos ou marfim. A adição posterior de sal amoníaco (NH_4Cl) transforma o material (*aqua fortis*) em água régia: “[...] torna-se água régia, e nisso faz uma solução de ouro, com a qual é possível tingir facas, adagas ou caixas de marfim com uma fina cor púrpura [...]”²³⁰.

A razão é evidente, o sal amoníaco NH_4Cl adicionado ao ácido nítrico HNO_3 se tornará fonte de íons cloreto na solução. E essa mistura química de ácido clorídrico e ácido nítrico possui poderes já discutidos anteriormente.



O interessante aqui é que Boyle admite que este procedimento torna o material água régia. Ele está expressamente admitindo a transformação, não apenas apontando algo com características similares, ou seja, na sua compreensão o que ocorre é uma transmutação pela modificação da textura.

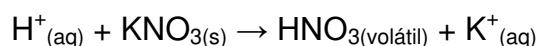
3.7 - EXEMPLOS DE PRODUÇÃO DE ÁGUA RÉGIA NOS *WORKDIARIES*

Muitos exemplos de obtenção de água régia podem ser encontrados nos *Workdiaries* (WD) e uma série deles foram reproduzidos nos trabalhos publicados. No *Workdiary* número 19, item número 8 (WD 19, item 8), Boyle descreve um processo no qual o ácido clorídrico (no texto descrito como espírito do sal), sendo destilado de salitre cru, estava tão alterado e vigorado que poderia dissolver inclusive ouro, “como água régia”:

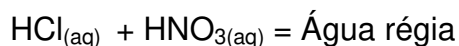
²³⁰ BOYLE, 2000, v. 6, p. 474.

Eu descobri, por experimentos, que o bom espírito do sal sendo destilado de salitre cru foi tão alterado e vigorado que, mesmo que não muito rapidamente, dissolveu ouro cru [...] e como água régia precipitou cristais de prata [...] ²³¹

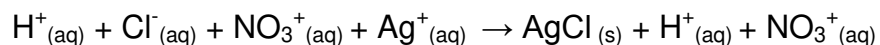
Boyle acreditava que uma alteração na textura do espírito do sal estava fazendo com que o mesmo adquirisse um poder que antes ele não tinha, “tornando-o como” água régia. A destilação do salitre em um meio ácido gera o espírito do nitro. Em notação de química contemporânea a reação pode ser descrita como:



A mistura de ácido nítrico e ácido clorídrico é propriamente água régia.



Experimentos similares podem ser encontrados nos WD 19 itens 9 e 10. Essa nova mistura podia agora dissolver ouro e, como esperado, não a prata, pois esta irá reagir com os íons cloreto (Cl^-), formando cloreto de prata que irá precipitar. Boyle se refere a eles como cristais de prata (*crystals of silver*) que são insolúveis em *aqua fortis*. A notação contemporânea é:



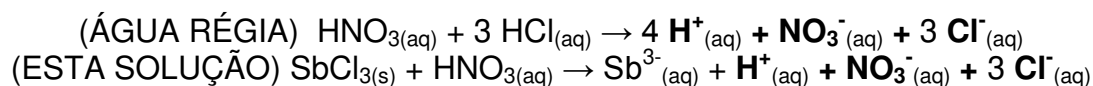
Boyle acreditava que esse experimento provava que o espírito do sal poderia ser modificado pela destilação com salitre, de tal maneira que se tornasse como água régia. Ele acreditava que essa mudança ocorria devido às alterações na textura do espírito do sal pela destilação com salitre. Essa modificação ocorreu de tal forma que o resultante atuasse “como água régia”, inclusive produzindo cristais de prata.

²³¹ BOYLE, 2001, *Workdiary* 19, item 8.

No WD 15, item 13, existe outra reação, porém desta vez com tricloreto de antimônio (SbCl_3) que é mencionado no texto e conhecido na época como manteiga de antimônio:

Pegue uma boa e retificada manteiga de antimônio e nela adicione pouco a pouco um bom espírito do nitro [...] com um calor moderado realize 2 ou 3 destilações em um destilador [...] nesse *Menstruum* é possível dissolver ouro puro [...] ²³²

O tricloreto de antimônio (SbCl_3) pode ser dissolvido em uma solução de ácido nítrico (HNO_3). Esta solução contém, além de antimônio, íons cloreto, nitrato e hidrogênio. Essa é a mesma composição química da água régia.



O tricloreto de antimônio é fonte de íons cloreto e por isso essa mistura pode dissolver ouro, o que a torna quimicamente similar a água régia. Em WD 15, item 24, Boyle, usando seus termos, afirma que a mera mistura de espírito do sal e espírito do nitro pode ser usada no lugar de água régia e que isso funciona da mesma maneira: “Pegue três partes de bom espírito de sal comum para uma parte de bom espírito do nitro e use essa mistura no lugar de água régia” ²³³. Pela notação contemporânea:



Esse é um procedimento que faz a mistura possuir as mesmas propriedades da água régia. Funciona pela mesma razão já mencionada, ou seja, que o ácido nítrico é um forte oxidante e o ácido clorídrico é fonte de íons cloreto para formar AuCl_4^- quando o ouro é adicionado.

²³² BOYLE, 2001, *Workdiary* 15, item 13.

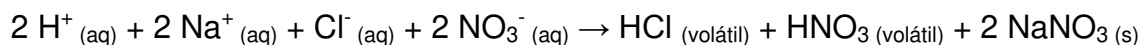
²³³ Idem, *Workdiary* 15, item 24.

3.8 - A ÁGUA RÉGIA E A OBTENÇÃO DE ALGUNS SAIS TRANSMUTADOS

No livro *Origin of Forms and Qualities*, a obtenção do nitrato de sódio (Salitre do Chile) é comentada. No texto a formação da água régia é notada como uma indicação na alteração da textura do corpo. Aqui a produção de água régia não é o objetivo final, mas apenas um fator acidental que é usado para provar que uma transmutação realmente ocorreu no processo. Segue-se o trecho:

[...] para nos mostrar o quão próximas de uma real transmutação essas mudanças podem ser [...] pelo recesso de algumas partículas [...] e da nova textura do resíduo [...] Pegue uma parte de bom sal marinho bem seco e em pó e adicione o dobro de seu peso de boa *aqua fortis*, ou espírito do nitro, tendo-os em digestão por algum tempo, destile-os em fogo baixo em um destilador [...] até que a matéria remanescente esteja bem seca [...] pois essa substância que reside no fundo do vidro é o que queremos [...] Pois, em primeiro lugar nós podemos notar que o líquido que está por cima não é mais uma *aqua fortis*, ou espírito do nitro, mas uma água régia que é capaz de dissolver ouro e que a *aqua fortis* não irá dissolver [...] Então, o gosto da substância proveniente dessa operação foi muito alterado. Pois, ela não possuía aquela forte salinidade que tinha antes, mas um gosto muito mais moderado [...] afeta o paladar muito mais como salitre do que como sal comum [...] Em seguida, apesar desse último corpo ser de difícil fusão, nosso sal artificial imita o salitre sendo de fácil fusão [...] ²³⁴

O sal marinho é usado aqui como fonte de íons cloreto. A adição de sal marinho (cloreto de sódio; NaCl) no sistema fornece íons cloreto para o ácido nítrico. Quando o material é destilado, a mistura de água régia é obviamente obtida já que o ácido nítrico e o ácido clorídrico são evaporados por aquecimento e depois resfriados e coletados. Quando o material é seco na retorta, um novo sal está presente e seria provavelmente o nitrato de sódio.



²³⁴ BOYLE, 2000, v. 5, p. 410.

Boyle decide analisar o sal que restou na retorta e nota que não é o mesmo sal que foi adicionado, ou seja, que não é mais sal marinho. Percebe-se isso por duas principais razões: o sal não impressiona tanto o paladar (muito menos salgado) e existe uma enorme diferença no ponto de fusão do novo sal.

Todos os pontos indicados por Boyle levam um químico atual a supor que o novo material é realmente nitrato de sódio, o qual é um sal branco que afeta menos o palato e funde a 307 °C. A diferença entre cloreto de sódio é grande, ou seja, ele também é um sal branco, mas muito mais salgado e com um ponto de fusão de 801 °C. Essa diferença na fusibilidade e na afecção do palato indica claramente um novo sal. A associação com salitre era inevitável já que são materiais muito parecidos:

Tabela 1: Diferenças entre salitre (KNO_3) e salitre do Chile (NaNO_3)

Sal	Fórmula Molecular	Afetação do Palato	Ponto de Fusão (°C)
Cloreto de Sódio	NaCl	Muito	801
Nitrato de Potássio	KNO_3	Moderado	334
Nitrato de Sódio	NaNO_3	Moderado	307

Podemos afirmar então que a diminuição do ponto de fusão é provavelmente devido à formação de nitrato de sódio. Note como Boyle, por prudência, evita uma afirmação categórica de que o novo sal é salitre, limitando-se a dizer que ele imita o salitre. É possível que o sal contivesse alguma impureza, afinal Boyle não trabalhava com reagentes puros como se trabalha hoje, porém, mesmo que esse sal contenha alguma impureza é muito difícil não supor que o material principal é realmente salitre do Chile (NaNO_3) e que, de fato, Boyle faz alguma referência ao salitre propriamente dito, o qual é um material amplamente conhecido.

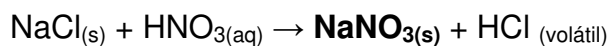
Tentando ainda provar que esse novo material se comportava muito mais como o salitre, Boyle o submete ao mesmo procedimento do salitre no *Essay of Nitre*. Ele queimou o sal com carvão, mostrando que esse novo material poderia adquirir um comportamento alcalino, classe de elementos que ele chamava de álcali:

E, para futuros testes, tendo derretido uma boa quantidade desse sal marinho transmutado em um cadinho, adicionando a ele pequenos fragmentos de carvão em brasa, iria como o nitro [...] gerar uma chama [...] Porém, isto não é a maior descoberta pela qual eu planejei esse experimento. Pois, eu pretendo aqui propor um processo para transformar um sal ácido em um álcali.²³⁵

Boyle, em outro trabalho, usa o carvão para transformar esse mesmo sal. É exatamente o que ele fez no *Producibleness of Chymical Principles* com o propósito de mostrar como é fácil destruir um sal. O experimento está proposto como segue:

Nós adicionamos a um sal marinho seco e em pó em um destilador, algumas vezes igual, outras vezes (o que eu prefiro) o dobro do peso de bom espírito do nitro, ou *aqua fortis* [...] e sem pressa destilamos tudo. Nós retiramos o sal seco remanescente no fundo, o qual nós encontramos muito modificado, tanto a cor [...] como o gosto, que era muito diferente antes [...] Sendo esse sal pulverizado [...] e posto em um cadinho, colocado em um fogo conveniente, foram adicionados fragmentos de carvão em brasa o que gerou flashes diversas vezes [...] o material remanescente, sendo retirado parecia ter em grande parte uma natureza alcalina, pois tinha um gosto adstringente na língua: se o espírito do nitro ou *aqua fortis* forem adicionados a ele, uma grande ebulição irá ocorrer, o xarope de violetas ficará verde em sua presença, e em outras maneiras diversas exibirá fenômenos de sal alcalino.²³⁶

O primeiro passo da reação foi misturar o sal marinho com o ácido nítrico, formando nitrato de sódio como visto previamente. Uma maneira contemporânea de descrever o fato ocorrido quimicamente seria:

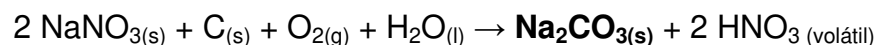


O sal restante é diferente, ou seja, o nosso já citado nitrato de sódio ou salitre do Chile. A diferença se nota por alterações em propriedades como gosto,

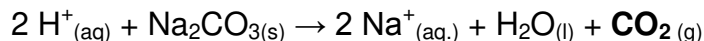
²³⁵ BOYLE, 2000, v. 5, p. 411.

²³⁶ Idem, v. 9, p. 44.

fusibilidade e até mesmo a cor é citada. O segundo passo é reagir o sal com carvão e com o ar (Boyle não acreditava que o carvão reagia, achava que era apenas uma fonte de calor):



O sal resultante é o carbonato de sódio, um sal alcalino. Esse sal vai reagir com um ácido forte, gerando bolhas, efervescência e barulho devido à liberação de gás carbônico (como Boyle indicou). A reação está descrita abaixo em termos atuais.



Esse novo sal alcalino tornará verde o xarope de violetas (típico teste para identificar materiais alcalinos) e terá o mesmo gosto de qualquer outro carbonato na língua, ou seja, adstringente. Boyle se utiliza freqüentemente de testes organolépticos, aparência visível e testes químicos para identificar seu material.

Um ponto a ser considerado é que Boyle cria uma técnica no *Producibleness of Chymical Principles*, cujo objetivo principal é o desenvolvimento de um método para “transformar um sal ácido em um álcali”²³⁷. Isso revela o seu sistema metodológico de trabalho. Ele utiliza as informações adquiridas nos experimentos para desenvolver tecnologias de transformação química. É importante notar como Boyle usa esses exemplos para defender que é a alteração na textura dos corpos a responsável pela alteração em suas qualidades.

3.9 - O EFEITO DA ÁGUA RÉGIA E A NATUREZA DOS ESPÍRITOS

Outro exemplo relacionado com a água régia pode ser encontrado no *History of Fluidity and Firmness*. Nesse tratado, Boyle tenta associar experimentos

²³⁷ BOYLE, 2000, v.9.

químicos às noções de filosofia da natureza para dar conta da fluidez e firmeza dos corpos. Ele considera alguns pontos:

Um corpo parece ser fluído, basicamente, por causa disso: Ele consiste de corpúsculos que tocam uns nos outros apenas em algumas partes de suas superfícies (e sendo então separado todo o resto) e, separadamente agitados podem, em razão dos seus numerosos poros ou espaços necessariamente deixados entre suas separadas partes, facilmente deslizar pelas superfícies uns dos outros. Por motivo de seus próprios movimentos difusos irão se mover até que eles encontrem com algum corpo duro e resistente [...] que os acomode.²³⁸

Boyle explica a fluidez ou firmeza pela posição, movimento e estrutura dos agregados, explicitando um experimento químico para exemplificar o que está dizendo. Ele coloca a dissolução de mercúrio, chumbo ou ouro, em água régia, como um exemplo, já que no início eles vão para o fundo e, então, começam a subir com a agitação da corrosão e não afundam mais. As pequenas partes são carregadas livremente. A agitação e o movimento separam as partes do metal em partes menores. Boyle afirma que a primeira condição para a fluidez é a pequenez dos corpúsculos componentes:

A primeira (condição para a fluidez) é a pequenez dos corpos que compõem um corpo [...] o volume por ele mesmo é apto a fazê-los tão pesados que eles não possam ser agitados por [...] aquelas causas que fazem as menores partes dos corpos fluídos se moverem tão livremente para cima e para baixo entre elas mesmas [...] o quanto a pequenez das partes pode facilitar eles serem facilmente colocados em movimento, e mantidos assim [...] ²³⁹

O outro exemplo é sobre o estômago que pode dissolver sólido em líquidos, separando as partes, deixando-as ainda menores. Em teoria isso é o mesmo que ocorre na destilação: “[...] o fogo não faz mais do que separar as partes aquosas

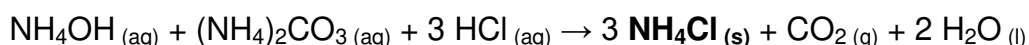
²³⁸ BOYLE, 2000, v. 2, p. 120.

²³⁹ Idem, v. 2, p. 122.

ou líquidas do restante, pois eles estão todos misturados no concreto, e colocá-los juntos no recipiente coletor”²⁴⁰.

Boyle também aceita que um sólido pode ser quebrado em pequenos pedaços quando em movimento, tornando-se um líquido, como quando sal marinho e sulfato de cálcio (que Boyle chama de cal de vitríolo) ficam líquidos por ação do fogo, mesmo quando não mais tiverem as partes líquidas. Espíritos e substâncias voláteis, provavelmente, possuem partes pequenas. Um exemplo digno de menção é quando o vinho congela. Nas palavras de Boyle, o líquido que permanece não congelado é mais sutil e espirituoso²⁴¹ e isso é explicado pelo fato de que o vinho é um tipo de mistura de água e álcool etílico e quando é resfriado, a água congela primeiro (já que o ponto de fusão da água é 0° C), enquanto o álcool etílico, que é um material mais volátil, permanece líquido (ponto de fusão do álcool etílico é – 114,3° C). Isso faz sentido já que, geralmente, substâncias voláteis possuem pontos de fusão mais baixos.

Espíritos salinos consistem de pequenos grãos de sal. Para provar isso, Boyle afirma que o sal amoníaco pode ser obtido do espírito da urina e espírito do sal. Nos termos contemporâneos, isso quer dizer que o cloreto de amônio pode ser obtido via uma solução aquosa de amônia NH₄OH, carbonato de amônio [(NH₄)₂CO₃] e ácido clorídrico:



Para Boyle (em seus termos) esses espíritos juntos podem rearranjar a textura de seus corpúsculos de forma a fazer um material sólido, ou seja, um sal e não mais um fluído²⁴². Isso ocorre, provavelmente, porque as pequenas partes estão convergindo juntas para formar partes grandes, perdendo assim movimento.

²⁴⁰ BOYLE, 2000, v. 2, p. 124.

²⁴¹ Idem, v. 2, p. 125.

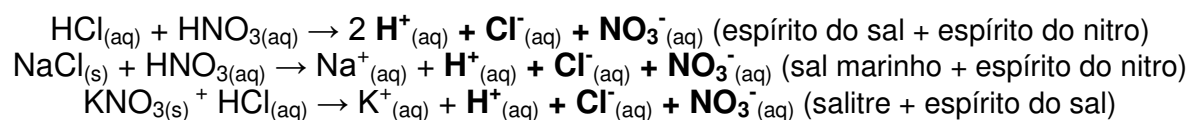
²⁴² Idem, v. 2, p. 125.

Ele diz que o procedimento é simples, ou seja, é como obtê-lo de sal cru e é tão fácil colocar os espíritos juntos como separá-los.

O que é mais interessante é o quanto Boyle tenta mostrar como a dissolução de ouro por *água régia* pode ser usada para provar sua teoria. O ácido nítrico (citado por ele no texto como *aqua fortis*) pode dissolver ouro também, mas apenas se for adicionado ácido clorídrico (citado por ele no texto como espírito do sal) porque, obviamente, *água régia* está sendo formada. Exemplo segue-se abaixo:

Eu observei que [...] a *aqua fortis* comum podia ser capacitada a dissolver ouro [...] pela adição de espírito do sal; então eu descobri que sal comum cru, ainda mal dissolvido em *aqua fortis*, irá dar a ela o poder de trabalhar sobre ouro. E, além disso, eu testei que o nitro cru dissolvido em bom espírito de sal pode servir como *água régia*.²⁴³

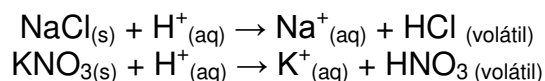
Boyle mostra (em seus termos) como o sal e o espírito do sal têm similaridades químicas, supondo que a diferença entre a firmeza e a fluidez deles é apenas uma questão do tamanho das partículas (que permitem diferentes graus de movimentos). Se espírito do nitro for adicionado ao espírito do sal, tal mistura permite dissolver o ouro. A mesma coisa ocorre adicionando sal marinho ao espírito do nitro ou adicionando salitre ao espírito do sal. De qualquer maneira, quimicamente, *água régia* é formada. Em termos da química contemporânea o que ocorre é que não importa se cloreto de sódio (NaCl) é adicionado a ácido nítrico (HNO₃) ou nitrato de potássio (KNO₃) é adicionado a ácido clorídrico (HCl), de qualquer maneira vai ocorrer a formação de *água régia*.



Para Boyle, os respectivos sais estão fazendo os papéis dos espíritos que eles originaram. Isso é uma evidência química de que os espíritos são apenas sais fluidos, pois são formados por partes muito menores e mais agitadas. Para Boyle,

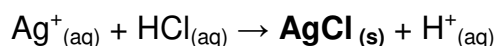
²⁴³ BOYLE, 2000, v. 2, p. 125.

não existe diferença química entre sais e seus respectivos espíritos, exceto pelo tamanho de suas partes. O fato de que esses ácidos podem ser formados a partir desses sais não poderia ser uma mera coincidência. O próprio processo de destilação estaria apenas separando pequenas partes do sal, que agora são mais violentamente agitadas, tornando-as voláteis. Para a química contemporânea não é isso que ocorre, mas sim a formação de materiais voláteis de acordo com a notação abaixo:



As notações de Boyle na qual a capacidade de dissolver ouro é testada com diferentes substâncias (como a mistura de ácidos com outros ácidos ou sais com ácidos para obter substâncias como água régia) podem ser encontradas também nos WD cujas reações já foram vistas previamente nesse capítulo.

No livro *History of Fluidity and Firmness*, outro exemplo de alteração de textura é dado²⁴⁴. Boyle afirma que o espírito do sal e a prata são dissolvidos juntos em *aqua fortis*, porém o produto de ambos não é. Caso seja misturada prata na solução com cloro, é possível encontrar um precipitado branco. De acordo com a química moderna o que ocorre é que o ácido clorídrico e a prata são dissolvidos juntos em ácido nítrico, formando cloreto de prata que é insolúvel no solvente.



Esse material é seco e derretido em fogo moderado, obtendo-se assim o que foi chamado por Boyle de *Luna Cornea* e que, quimicamente, não passa de uma massa seca de cloreto de prata sólida, conhecida pela sua baixa solubilidade em água e em alguns outros ácidos. Boyle atenta para o fato de que:

²⁴⁴ BOYLE, 2000, v.2, p. 478, experimento X.

E apesar de que ambos: espíritos de sal e prata dissolvida em *aqua fortis* rapidamente dissolvem em simples água, nossa *Luna cornea* não apenas não o fará como também é tão indisposta para solução, que me lembro que eu havia mantido a mesma em digestão: um pouco em *aqua fortis* e um pouco em água régia, por um bom tempo e em um razoável grau de calor sem conseguir dissolvê-la como um metal [...]²⁴⁵

Então, Boyle chama a atenção para o fato de que o produto obtido é muito mais insolúvel do que os reagentes que são totalmente solúveis em *aqua fortis*. Isso é uma evidência de um rearranjo de suas partes que gerou uma nova característica de fixidez, tornando o produto insolúvel. O processo alquímico levou a uma micro-reorganização mecânica da textura, alterando as propriedades do material.

A mesma reação é usada no *Mechanical Origin of Qualities*²⁴⁶, porém dessa vez com o objetivo de mostrar como a corrosão pode ser mecanicamente produzida pela adição de um novo agregado. Em outro exemplo, no mesmo livro, a adição de sal marinho em ácido nítrico permitiria a dissolução de ouro. Isto corrobora com a idéia de que a origem da corrosão é mecânica.

3.10 - OBTENÇÃO DE ÁGUA RÉGIA NO *MECHANICAL ORIGIN OF QUALITIES*

Boyle usa experimentos químicos para defender que a corrosão pode ser mecanicamente produzida. Ele nota, por exemplo, que os ácidos, quando aquecidos, podem corroer os metais muito mais rapidamente, indicando uma explicação mecânica para a corrosão já que mais velocidade sendo adicionada às partículas do ácido implica em aumento na velocidade do processo. Isso está expresso nesse trecho:

É observado por refinadores, ouríveres e químicos que a *aqua fortis* e água régia, que são *menstruums* corrosivos, dissolvem metais: o primeiro dissolve prata e o último ouro, muito mais rapidamente e copiosamente quando um calor

²⁴⁵ BOYLE, 2000, v. 2, p. 478.

²⁴⁶ Idem, v. 8.

externo dá ao movimento interno um novo grau de veemência ou velocidade.²⁴⁷

Esse exemplo está claramente sendo usado para expressar a filosofia mecânica de Boyle, corroborando fortemente com a hipótese corpuscular. Além disso, existe o fato de que a *água régia* pode ser formada por um procedimento químico, simplesmente dissolvendo, em ácido nítrico, o sal marinho (NaCl), o ácido clorídrico (HCl) ou mesmo o cloreto de amônio (NH₄Cl). Nos termos de Boyle seria a dissolução, em espírito do nitro, de sal marinho, espírito do sal ou sal amoníaco. Ele usa este exemplo químico para provar sua teoria da mesma forma que usa a evidência do aquecimento físico, aparentemente, igualando o *status* filosófico das explicações químicas e físicas. Neste outro trecho, Boyle já está dando a conclusão dos experimentos já realizados:

Pelas anteriores tentativas pareceu que o aumento do movimento nos corpúsculos mais penetrantes de um líquido contribui muito para seu poder dissolutivo; e eu irei agora adicionar que a forma e o tamanho, que são afecções mecânicas, e algumas vezes também a solidez do mesmo corpúsculo, qualificam um líquido a dissolver este ou aquele corpo particular. Disso, mesmo algumas das práticas mais familiares dos químicos podem nos fornecer exemplos [...] *Aqua fortis*, que irá dissolver prata, sem interagir com ouro, deveria por adição de uma quarta parte do seu peso de sal amoníaco, ser transformado em água régia, que, sem interagir com prata, irá dissolver ouro. Mas não há necessidade de recorrer a um corpo tão grosso e composto como sal amoníaco para capacitar *aqua fortis* a dissolver ouro, pois, o espírito de sal comum sozinho, sendo misturado em devida proporção será suficiente para esse propósito.²⁴⁸

Sempre em favor de uma visão mecânica do universo (que não é oposta à visão alquímica), suas novas explicações usam exemplos alquímicos para desvendar o mundo e provar sua teoria, mostrando o quão importante era a química para ele, tendo o poder de explicar o comportamento da natureza.

²⁴⁷ BOYLE, 2000, v. 8, p. 461.

²⁴⁸ Idem, v. 8, p. 464.

Em outro experimento do mesmo livro (número IX), Boyle cita o exemplo da adição do ácido clorídrico em ácido nítrico, mas dessa vez, no lugar de dizer que o material “*está se transformando em água régia*”, ele usa a expressão “*virando algo do tipo da água régia*”, sendo um pouco mais cuidadoso:

Mas eu devo retornar para nossa água régia [...] é possível que apesar da pequenez, mais do que alguém jamais poderia imaginar, do volume, da forma ou da solidez dos corpúsculos de um *menstruum*, podem torná-la apta a dissolver um corpo que não podia anteriormente [...] Pois, apesar de nós não acharmos que nosso espírito do sal aqui na Inglaterra irá de forma alguma dissolver ouro cru, nós descobrimos que adicionando algumas folhas de ouro em uma conveniente quantidade de bom espírito do sal, quando nós gotejamos espírito do nitro [...] a mistura era apta, em um calor moderado, a dissolver o ouro. Nós descobrimos [...] então [...] que a adição de espírito do nitro serviu para transformar o espírito do sal em um tipo de água régia [...] ²⁴⁹

É difícil concluir dessa forma se ele acredita que o novo material é atualmente água régia, ou se é algum composto novo que também adquiriu essa capacidade, tornando-se como ela. Boyle não é muito claro a respeito disso e não se expressa da mesma forma ao longo de todo o seu trabalho, portanto, aparentemente ele está sendo comedido. Com certeza Boyle considerou que este novo material se tornou algo novo com as mesmas propriedades essenciais da água régia (dissolvendo ouro e não prata). Como essa nova capacidade pode definir o corpo como água régia, não seria errado dizer que esse novo material é, de fato, água régia, pois não existindo nada como uma essência separada aqui, essa propriedade é que define o corpo.

Boyle é extremamente versátil no uso de suas experiências e utiliza o mesmo experimento para argumentar contra os químicos vulgares ²⁵⁰ que diziam que, nos termos de Boyle e da época, “o espírito do sal estava enfraquecendo a aqua fortis e, por isso ela não conseguia dissolver mais a prata”. Isso não faz sentido algum já que esse novo material é capaz de dissolver até mesmo ouro, um

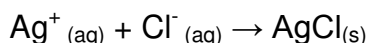
²⁴⁹ BOYLE, 2000, v. 8, p. 465.

²⁵⁰ Para saber a diferença entre os *high-chymists* e os *low-chymists* veja: PRINCIPE, 1998, cap. 2.

componente muito mais compacto e difícil do que a prata, de acordo com os próprios químicos vulgares:

[...] e se você adicionar espírito do sal, ainda que muito forte, em *aqua fortis*, este líquido não irá dissolver prata porque nessa mistura o líquido adquire uma nova constituição assim como as partículas salinas, motivo pelo qual a mistura irá dissolver, no lugar de prata, ouro. Com isso podemos argumentar contra os químicos que a inabilidade deste líquido composto poder trabalhar a prata não procede do fato de que a *aqua fortis* foi enfraquecida pelo espírito do sal; porque também de acordo com eles, o ouro é um metal muito mais compacto e requer um *menstruum* mais potente para trabalhar com ele [...] ²⁵¹

A inabilidade do ácido nítrico de dissolver prata, como já havíamos previamente explicado, é devido ao mesmo motivo que o habilita a dissolver ouro, ou seja, a presença de íons cloreto (Cl^-). Esses íons juntos com ácido nítrico (HNO_3) podem formar anions cloroauratos (AuCl_4^-) com o ouro, que é solúvel, e também formar cloreto de prata (AgCl) com a prata (Ag), que é insolúvel.



O mais interessante é que esse material é bem conhecido pelos alquimistas. Boyle, para obtê-lo, primeiro fez a dissolução do material em ácido nítrico e, posteriormente, realizou uma precipitação com ácido clorídrico seguido de uma isolamento do sal e, então, a secagem e o derretimento em uma massa fundida. Isso gerou o que era então chamado na época de *Luna Cornea*. Boyle realizou esse experimento para mostrar que a *Luna* poderia ser obtida dessa maneira. É como se ele estivesse desenvolvendo um processo alternativo para a produção do material no trecho abaixo:

Pegue uma boa prata e, dissolvendo-a em *aqua fortis*, precipite a mesma com uma quantidade suficiente de bom espírito do sal. Então, tendo lavado a cal, que será muito

²⁵¹ BOYLE, 2000, v. 8, p. 471.

branca, com água comum, e secada-a muito bem, derreta-a com fogo moderado em uma massa fundível, que será muito da mesma natureza do que os químicos chamam de *Luna Cornae*.²⁵²

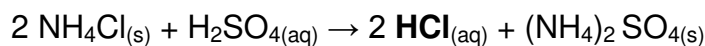
Essa é uma receita para obter *Luna Cornea*, precipitando prata dissolvida com ácido clorídrico. Mais uma vez Boyle parece cuidadoso ao observar que esse material é “muito da mesma natureza da Luna Cornea”, insinuando que ele possui todas as propriedades da *Luna Cornea*.

3.11 - OBTENÇÃO DO ESPÍRITO DO SAL E DO SAL DE GLAUBER

Um exemplo de como Boyle estava preocupado em se expressar sobre a natureza do novo material formado, pode ser verificado em outro trecho com o mesmo tipo de transformação. Em WD 29, item 272, Boyle fez ácido clorídrico, facilmente, a partir de cloreto de amônio e ácido sulfúrico, misturando esses componentes em uma retorta e destilando-os. Nos termos de Boyle o que se procedeu foi a obtenção de um espírito forte muito similar ao espírito do sal, a partir da reação de sal amoníaco e óleo de vitríolo:

Nós tomamos uma libra de sal amoníaco pulverizado, meia libra de óleo de vitríolo inglês e cerca de três libras de água comum. Estes, sendo colocados juntos para serem destilados em um destilador, forneceram uma boa quantidade de um líquido fumegante e muito ácido (<que parece ser> substituindo 'quase') como o espírito do sal.²⁵³

A reação pode ser representada pela química contemporânea da forma abaixo:



Então, nos termos de Boyle, esse é um método para obter espírito do sal, partindo de sal amoníaco e vitríolo. Assim, como Boyle propôs uma rota de

²⁵² BOYLE, 2000, v. 8, p. 478.

²⁵³ BOYLE, 2001, *Workdiary* 29, item 272.

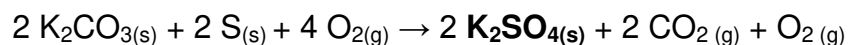
produção da chamada *Luna Cornae*, água régia, e vários sais, ele aqui propõe uma forma de obter espírito do sal sem a necessidade de sal, mostrando em última instância sua crença de que qualquer coisa pode se transformar em qualquer coisa e que seria apenas uma questão de encontrar o modo certo de alterar a textura dos agregados.

O interessante é que Boyle não afirma que é espírito do sal, mas alguma coisa que “*seemed to be like*”. Ele não pode provar que é espírito do sal, porém é algo que se comporta como ele. Os corpúsculos estão arranjados de tal maneira que a textura final faz o material agir como espírito do sal, fazendo com que ele o seja na prática. Na verdade Boyle está quase certo de que é o espírito do sal que foi obtido pela destilação de sal amoníaco com óleo de vitríolo. No seu diário, Boyle, inicialmente escreveu “*almost like*” espírito do sal, mas depois mudou para “*seemed to be like*” espírito do sal. Isso indica uma real preocupação sobre a melhor maneira de expressar o que era esse material sintetizado. O fato de ter deixado como última anotação “*seemed to be like*”, transparece sua crença em ter encontrado uma nova rota de obtenção para o espírito do sal.

Porém, é sempre bom ser precavido. Boyle cita uma mistura, em outro experimento, no *Short memoirs for the natural experimental of mineral Waters*, onde ele afirma que:

Dois corpos [...] podem pela mudança de textura [...] compor um terceiro corpo [...] queimando sal de tártaro com cerca de duas vezes o seu peso de enxofre comum. Eu então obtive, como esperado, um sal neutro [...] um sal cristalino de gosto de vitríolo [...] Eu o tomei como sendo da mesma natureza do sal mirabile Glauberi.²⁵⁴

A notação contemporânea para a reação seria:



O material obtido aqui é, provavelmente, sulfato de potássio e não sulfato de sódio, conhecido como Sal de Glauber. Existem muitas similaridades entre os

²⁵⁴ BOYLE, 2000, v. 10, p. 244.

sulfatos de sódio e potássio e é preciso lembrar que eles não eram materiais puríssimos, portanto, deviam compartilhar o gosto, a natureza neutra e outras características.

CAPÍTULO IV

Os experimentos alquímicos e as qualidades sensíveis²⁵⁵

Este capítulo se concentra na análise dos experimentos envolvendo alteração nas qualidades sensíveis. A tradução química não precisa ser restrita aos casos em que envolvem crisopéia ou que tenham relação com o que chamaríamos hoje de alquimia. Ela pode e deve ser estendida a todos os experimentos químicos nos quais Boyle tentou provar sua filosofia corpuscular, tanto nos trabalhos publicados como nos *Workdiaries* (WD). Um grupo de reações químicas que tem recebido pouca atenção são as relacionadas com as qualidades sensíveis e que são extremamente importantes no que se refere à refutação das formas substanciais e qualidades reais dos escolásticos.

4.1 - A RELAÇÃO

Boyle tenta mostrar como as qualidades, em especial as sensíveis, são mecanicamente produzidas em uma espécie de relação chave – fechadura (como defendido no *Origin of Forms and Qualities*). Ele acredita que as qualidades sensíveis estão objetivamente presentes²⁵⁶ nos agregados dos corpúsculos, já que existiria ali uma textura responsável pela produção de um efeito em um objeto externo. A alteração na textura dos corpos pode levar à alterações nas qualidades e tais alterações podem ser quimicamente induzidas. Esse é o verdadeiro papel da química dentro da filosofia da natureza, ou seja, desvendar como controlar a forma. Tais alterações de textura podem ser quimicamente produzidas e, por isso, os experimentos químicos são realizados. Todos os experimentos traduzidos neste capítulo dizem respeito às qualidades sensíveis, em geral, utilizadas para refutar a teoria das formas substanciais e qualidades reais dos escolásticos, gerando, destruindo ou alterando qualidades sensíveis.

²⁵⁵ O material desse capítulo foi submetido e aceito para publicação na revista *Annals of Science* como: CECN, K. Chemical Translation: the case of Robert Boyle's experiments on sensible qualities, Manuscript ID: 483016.

²⁵⁶ Para saber mais sobre isso veja o item 2.4 dessa tese.

4.2 - A QUALIDADE DO ODOR

Boyle conduziu alguns experimentos envolvendo a produção de odores, visando provar que a qualidade do odor é obtida por uma disposição própria dos corpúsculos do corpo. Na obra *Origin of Forms and Qualities*²⁵⁷ ele usa o exemplo da cânfora dissolvida em ácido sulfúrico (*óleo de vitríolo*), citado abaixo:

Pegue um bom e limpo óleo de vitríolo e jogue nele uma conveniente quantidade de boa cânfora [...] quando toda a cânfora estiver perfeitamente dissolvida pela incorporação do *menstruum* [...] quando a mistura ficar bem opaca, você provavelmente obteve tal mistura [...] cujo efeito, no sentido do olfato, é praticamente nulo [...] não parece ter de forma alguma o odor da cânfora. Porém, se dentro desse líquido você adicionar uma dada quantidade de água, você verá (talvez não sem deleite) que, em um instante o líquido se torna pálido [...] e a cânfora, que jazia oculta nos poros do *menstruum*, irá imediatamente revelar-se e emergir na sua própria natureza [...] de uma branca flutuante e combustível cânfora que irá, não apenas preencher o frasco, mas as proximidades do ar com seu forte e difuso odor.²⁵⁸

O cheiro e a cor da cânfora desaparecem por completo quando a mesma é dissolvida, mas ambos reaparecem completamente quando água é adicionada à mistura. A água faz com que a cânfora, antes dissolvida, precipite, e o cheiro e a cor voltem instantaneamente²⁵⁹. Esse experimento, aparentemente simples, foi o suficiente para suportar a afirmação de que a própria textura é a base da qualidade do odor da cânfora, de acordo com Newman²⁶⁰.

A idéia de destruir e depois recuperar o odor de um produto é persuasiva, porém não tanto quanto criar um odor por meio do contato de dois corpos inodoros. Um exemplo é dado no *Mechanical Origin of Qualities*, onde Boyle

²⁵⁷ BOYLE, 2000, v. 5, p. 395-397.

²⁵⁸ Idem, v. 5, p. 395.

²⁵⁹ O mesmo experimento é apresentado em diversos trabalhos para provar o mesmo ponto de vista em *Mechanical Origin of Qualities*, *Works*, v. 8, p. 379, experimento II; e em *History of Firmness and Fluidity*, *Works*, v. 2, p. 191.

²⁶⁰ Veja: NEWMAN, 2006, p. 214.

apresenta dois corpos sem cheiro como a cal virgem e o sal amoníaco, que reagem juntos para produzir um forte cheiro. Segue-se o exemplo abaixo:

Pegue uma boa cal virgem e sal amoníaco, esfregue ou raspe um no outro e fique com seu nariz perto da mistura, você será saudado com um cheiro urinoso produzido pelas partículas do sal volátil libertado pela operação e que irá também invadir os seus olhos e fazê-los lacrimejar.²⁶¹

Em termos contemporâneos o que ocorre é uma reação de óxido de cálcio (CaO) com cloreto de amônio (NH₄Cl), ambos sem cheiro e que irão reagir, liberando amônia (NH₃), que possui um forte e característico odor, o qual é parecido com o da urina. A reação química contemporânea segue abaixo:



Muitas reações similares podem ser encontradas nos trabalhos de Boyle. O interessante é notar como ele tinha profunda noção do que ocorria dentro do seu processo químico. Em alguns casos, Boyle deduziu que o odor foi criado pela liberação de partículas de sal volátil (que nós poderíamos chamar de amônia). Ele entende que a substância com esse odor está nos compostos e é liberada no contato. Boyle, então, explica o fenômeno observado em termos de mecanismo de união e separação (*synkrisis and diakrisis*)²⁶²:

[...] os sais urinosos e o sal comum dos quais o sal amoníaco consiste, eles permanecem inseparáveis pelo fogo em muitas sucessivas sublimações. Eles podem ser facilmente separados e, mesmo sem fogo nenhum, adicionando sobre o concreto finamente pulverizado uma solução de sal de tártaro ou de sal de cinzas da madeira; pois pela diligente mistura desses, você encontrará seu nariz invadido com um forte cheiro de urina e, talvez também seus olhos lacrimejem

²⁶¹ BOYLE, 2000, v. 8, p. 379, experimento I.

²⁶² As reações de *synkrisis* e *diakrisis* envolvem processos de união e separação de partes. Quando um metal é adicionado em um solvente e precipita com ele, ocorre a união (*synkrisis*) entre o solvente e o metal. No caso da adição de outro material que separe ambos, o agregado é quebrado na separação (*diakrisis*) das partes. Para saber mais sobre os conceitos de síntese e decomposição como *synkrisis* e *diakrisis* veja: NEWMAN, 2006, cap. 6.

pelo mesmo sutil e penetrante corpo que produz o mau cheiro [...] ambos os efeitos procedem daí, que pelo sal alcalino, o sal marinho que entrou na composição do sal amoníaco, é mortificado e se torna mais fixo e, por meio desse divórcio que é feito entre o sal marinho e o sal urinoso volátil, o qual posto uma vez em liberdade e colocado em movimento, começa imediatamente a voar para longe e ofender as narinas e olhos que ele encontra no caminho.²⁶³

Boyle nos mostra, neste trecho, como ele compreende profundamente o comportamento dos compostos com os quais está trabalhando. Ele não tinha apenas uma visão física das transformações que estavam ocorrendo, mas também uma visão química como Clericuzio corretamente apontou²⁶⁴. Porém, o fato de que Boyle reduz a explicação das qualidades à textura dos agregados e não aos irreduzíveis corpúsculos não o exclui como um mecanicista de fato, já que não existe nele oposição entre a visão mecanicista e alquímica²⁶⁵.

A reação pode ser explicada em termos da química contemporânea. O que acontece é que o chamado sal de tártaro e o sal das cinzas (*salt of wood-ashes*) são, quimicamente, o mesmo material (na química contemporânea; carbonato de potássio; K_2CO_3) e o sal amoníaco é cloreto de amônia (NH_4Cl). O material responsável pelo forte cheiro de urina é provavelmente amônia (NH_3). É possível liberar a amônia, adicionando cloreto de amônio ao carbonato de potássio (citado no texto tanto como sal de tártaro ou sal das cinzas):



A amônia ou espírito da urina é liberado, produzindo um forte e ofensivo odor. Boyle também explica, à sua maneira e com seus termos, o que está acontecendo: o sal volátil urinoso (que seria a amônia) está fixo porque parte do

²⁶³ BOYLE, 2000, v. 2, p. 242. Explicação similar na p. 265.

²⁶⁴ CLERICUZIO, 1990.

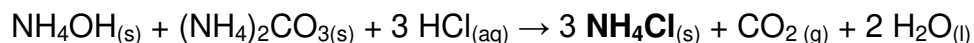
²⁶⁵ Como visto no item 2.6 dessa tese.

sal marinho²⁶⁶, que compõe o sal amoníaco, está junto com ele (NH_4Cl) e isso o torna fixo. Quando o espírito da urina se divorcia do espírito do sal ou de parte dele, deixa o espírito da urina livre (NH_3), pois foi posto em movimento e viaja pelo ar, chegando até o nariz. Assim, como no procedimento de purificação do ácido nítrico para separar ouro da prata, Boyle tem noção química do que ocorre em seu processo, obviamente com seus termos e conceitos. Inclusive o processo contrário de fixação da amônia também é descrito.

Na obra *Usefulness*, Boyle chama a atenção para a situação oposta²⁶⁷ e mostra que o espírito do sal pode fixar o espírito da urina (que seria na verdade uma mistura impura de hidróxido e carbonato de amônia), formando o sal amoníaco. Segue-se a descrição do experimento:

[...] adicionando espírito do sal [...] sobre urina digerida, irá então apresentar chiado e ebulição e, os sais voláteis e ácidos deverão depois de um tempo coagular em uma terceira substância, meio que da natureza do sal amoníaco.²⁶⁸

Nos termos da química contemporânea o que acontece é que o ácido clorídrico reage com o carbonato e hidróxido de amônia, formando cloreto de amônia. O borbulhar é provavelmente devido à liberação de gás carbônico (CO_2) na reação. A reação seria:



Este experimento foi realizado para corroborar com a explicação mecânica de Boyle sobre a firmeza. Nos seus termos as partículas salinas do espírito do sal

²⁶⁶ Boyle considerava que ácidos como o clorídrico, HCl , e o nítrico, HNO_3 são apenas pedaços menores e em maior velocidade dos seus sais correspondentes, ou seja, sal marinho, NaCl , e salitre, KNO_3 . Uma parte do sal marinho seria considerada aqui como uma parte do espírito do sal. Boyle se refere à parte do sal marinho presente no ácido nítrico. Se fossemos traduzir para nossa química seria o Cl^- . Para saber mais sobre isso veja: BOYLE, 2000, v. 2: Fluidity and Firmness.

²⁶⁷ A reação no seguinte trecho pode ser encontrada, comentada em BOYLE, 2000, v. 2, p. 125, como um sinal da natureza do espírito do sal, já que o sal marinho também pode fixar amônia, e no *Workdiary* 19, item 114, mas considerando apenas suas propriedades de aquecimento.

²⁶⁸ BOYLE, 2000, v. 2, p. 371.

estariam se juntando com o espírito da urina, alterando a textura geral e fixando a mesma por limitar seu movimento. Essa limitação de movimento implicaria na sua fixação.

4.3 - A QUALIDADE DO SOM

A qualidade do som não é muito promissora para serem encontrados experimentos químicos que a alterem. O melhor exemplo apresentado por Boyle seria a alteração na qualidade do som de um material que, quando vibrado, não produziria som e fosse transformado em outro que, quando vibrado, passasse a emití-lo. O exemplo classicamente citado é da liga de estanho e cobre. Ambos os materiais produzem um som pífio e tímido quando vibrados, porém ao gerar uma liga com eles, uma nova qualidade emerge, surgindo assim o material perfeito para sinos: o bronze. O surgimento dessa qualidade é devido à nova textura da mistura. Essa liga metálica possui uma propriedade que não estava presente em ambos os metais, estanho ou cobre, quando sozinhos. Isso é descrito abaixo por Boyle:

[...] e como ele produz um som pífio [...] e ainda nós vemos que [...] quando utilizado para fazer sinos, faz uma dura mistura que soa tão alto e é feito principalmente, como já foi notado, pela adição de certa proporção de Estanho no Cobre [...] mudança na textura do corpo pode introduzir novas qualidades e, por meio disso fazê-lo útil para diversos usos para os quais não era próprio antes.²⁶⁹

Boyle, então, além de considerar que um corpo, por diferente preparação ou manejo, pode ser apropriado para algo novo, ou seja, sua associação e interação com outros corpos podem servir para novos usos e talvez impensáveis propósitos. O único modo de descobrir como essas associações geram forças e qualidades é com exaustivos testes e tentativas, não existindo outra maneira. A associação com outros corpos pode servir para novos usos bem diferentes daqueles antes pensados. Imagine um imã, por exemplo, no meio de uma floresta, onde seus poderes magnéticos poderiam passar despercebidos para sempre caso

²⁶⁹ BOYLE, 2000, v. 6, p. 526.

nunca ninguém o aproximasse de um pedaço de ferro. Portanto, existe a necessidade de se fazer um grande número de testes e associações, pois assim é possível saber como os corpos se comportam juntos e também conhecer modos de se estabelecer conexões.

4.4 - A QUALIDADE DO GOSTO

Boyle realizou muitos experimentos para demonstrar que a qualidade do gosto pode ser mecanicamente criada e destruída pela alteração na textura do corpo, tanto produzindo gosto em materiais insípidos como fazendo materiais que possuem gosto a se tornarem insípidos. O processo é sempre fazer a qualidade aparecer ou desaparecer.

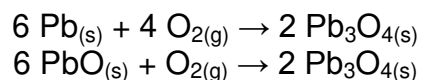
O exemplo clássico apresentado diversas vezes nos seus trabalhos é a produção de acetato de chumbo (citado no texto como o famoso *saccharum saturni*, ou açúcar do chumbo). No procedimento descrito abaixo no *The Sceptical Chymist*, o vinagre azedo se torna admiravelmente doce:

Mas se você dissolver mínio, que não é nada mais do que chumbo pulverizado pelo fogo, em bom espírito do vinagre e cristalizar a solução você irá, não apenas obter um sal adocicado sumamente diferente de ambos os ingredientes. Porém, a união de algumas partes do *menstruum* com algumas do metal é tão estrita que o espírito do vinagre parece ser, como tal, destruído, já que os corpúsculos salinos perderam muito daquela acidez, motivo pelo qual o líquido era chamado espírito do vinagre. Nem é possível que alguma parte ácida, como foi colocada no mínio, possa ser separada por nenhum método conhecido do *saccharum saturni* resultante de ambos, pois não apenas não existe nenhum gosto ácido, mas uma admirável doçura [...] ²⁷⁰

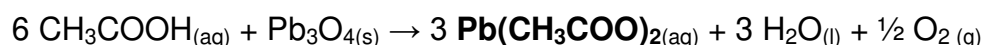
Para Boyle essa é a reação onde ocorre a dissolução do mínio no espírito do vinagre, formando o famoso *saccharum saturni*. De acordo com a química contemporânea ocorre a reação de Pb_3O_4 (conhecido como chumbo vermelho) com ácido acético (AZEDO), formando acetato de chumbo (DOCE).

²⁷⁰ BOYLE, 2000, v. 2, p. 273.

Boyle diz que o mínio   chumbo pulverizado pelo fogo. Pela química contemporânea a oxidação do chumbo metálico (Pb), pelo fogo (ou mesmo do litarg rio PbO, uma das formas minerais naturais de chumbo), formar  esse p  vermelho chamado mínio:



A formação de Acetato de Chumbo, a partir do ácido acético e mínio, pode ser descrita em termos químicos contemporâneos como:



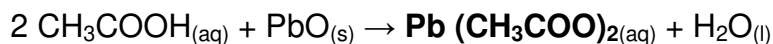
Do ponto de vista boyleano, ele argumenta que parte do *menstruum* (no caso o espírito do vinagre)   agora conectada com o metal (um exemplo de *synkrisis*) e que não é mais o mesmo *menstruum*, já que ele perdeu sua identidade ao não mais possuir uma característica que o definia: a qualidade da acidez. É interessante como Boyle nota que o desaparecimento do gosto azedo e o aparecimento do gosto doce estão relacionados com a destruição do *menstruum* (espírito do vinagre), pois agora ele está conectado com o chumbo (metal). A explicação de Boyle  , quimicamente, semelhante ao modo como ele descreve outras reações, ou seja, como uma agregação de partes.

Exatamente a mesma reação está presente na obra *History of particular qualities*²⁷¹, onde Boyle usa o exemplo para defender mais uma vez sua filosofia mecânica, explicando, nos seus termos, que existem qualidades particulares produzidas nos produtos que não estão presentes nos reagentes, deixando claro que ele considera insípido, o mínio e, azedo, o espírito do vinagre. Na obra *That the Goods of mankind*²⁷², Boyle comenta o uso de litarg rio (PbO) no lugar de

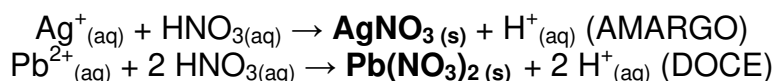
²⁷¹ BOYLE, 2000, v. 6, p. 270.

²⁷² Idem, v. 6, p. 474.

mínio (Pb_3O_4) para produzir açúcar de chumbo. Nesse caso a reação contemporânea que melhor representa a equação química seria:



Alguns experimentos, envolvendo mudança de gosto e alteração de parte do *menstruum* com metais, podem ser encontrados em vários trabalhos com outros propósitos. Por exemplo, na obra *Reflections upon the Hypothesis acid-alkal*²⁷³, Boyle escreve contra a idéia de que ácidos e álcalis são duas entidades ativas diferentes como formas substanciais. Boyle realmente tinha como inimiga a idéia de qualidades reais, defendendo uma classificação química em termos de ácidos e álcalis. Porém, a idéia de que elas são algo além de uma classificação humana²⁷⁴ devia ser evitada a todo custo. Muitos alquimistas acreditavam que podiam diferenciar um ácido de um álcali meramente pelo gosto, porém não é difícil encontrar casos onde isso não funciona. Na obra *Reflections upon the hypothesis acid-alkal*²⁷⁵, Boyle descreve um experimento onde dois sais diferentes, contendo partes do mesmo *menstruum*, possuem gostos completamente distintos. Dois metais (prata, Ag e chumbo, Pb) foram adicionados ao mesmo *menstruum*, espírito do nitro, obtendo assim dois sais cujos gostos diferem totalmente: um realmente doce e outro incrivelmente amargo. A reação pode ser entendida em termos contemporâneos pela formação de nitrato de prata e nitrato de chumbo, depois de dissolver prata e chumbo em ácido nítrico. Segue abaixo a reação:



²⁷³ BOYLE, 2000, v. 8.

²⁷⁴ Na época existia uma teoria que colocavam as espécies ácido e base como duas forças contrárias para explicar as propriedades dos corpos. Boyle aceitava os termos apenas como um critério de classificação de comportamento químico, negando qualquer atividade de vontade ou explicação a partir delas. Para saber mais sobre a teoria ácido base na época veja: BOAS HALL, M. Acid and alkali in seventeenth-century chemistry. *Archives Internationales d'Histoire des Science*, v. 9, p. 13-28, 1956.

²⁷⁵ BOYLE, 2000, v. 8, p. 414.

De acordo com Boyle, os cristais de prata e os de chumbo são ambos derivados da *aqua fortis*. Ele notou que os cristais continham uma grande quantidade das partículas ácidas do *menstruum*, porém não existia acidez nenhuma. O sal de prata é incrivelmente amargo e o sal de chumbo é conhecido, desde a idade média, como *plumb dulcis*, pois tem a doçura do açúcar.

A precipitação pode ser feita com sais de prata ou de chumbo e, com isso, Boyle mostrou que o gosto não é um fator absoluto para distinguir entre ácidos e bases. Ele está mais uma vez descrevendo a formação de sais como união das partes do *menstruum* com o metal e isso, obviamente, não exclui a textura como causa da qualidade do gosto. A união do *menstruum* e do metal é a causa de um novo arranjo espacial e de posição de uma parte em relação a outra. Com o novo agregado temos um novo rearranjo espacial que significa nova textura, ou seja, o processo de obtenção é, na verdade, uma maneira de produzir uma nova textura.

Na obra *Mechanical Origin of Qualities*, Boyle deixa clara a origem mecânica do gosto:

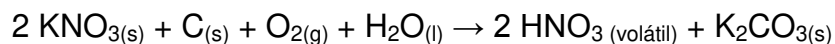
[...] e as partículas [...] podem ser combinadas ou associadas, tanto entre elas mesmas como com outras partículas que não possuíam sabor antes. E como essas coalizões e outras associações vêm a ser diversificadas, então, os gostos resultantes delas serão alterados ou destruídos.²⁷⁶

Em outro experimento²⁷⁷, Boyle lida com o salitre (KNO_3) que é um sal que parece mais resfriar a língua do que gerar nela qualquer gosto muito salgado. De acordo com Boyle é possível dividir o salitre em nitro volátil, que é extremamente ácido ou corrosivo para a língua e o nitro fixo, que tem um sabor cáustico muito forte, contrário do nitro volátil. A reação que pode representar a formação dos dois tipos de nitro é, de acordo com a química contemporânea, a de nitrato de potássio com carvão, oxigênio do ar e água, formando assim ácido nítrico (então

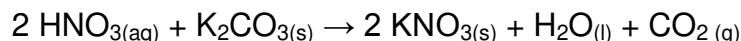
²⁷⁶ BOYLE, 2000, v. 8, p. 365.

²⁷⁷ Idem, v. 8, p. 366, experimento I.

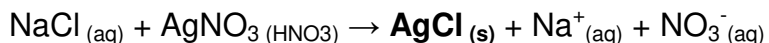
classificado como nitro volátil) e carbonato de potássio (então classificado como nitro fixo). A reação segue abaixo:



Este é um caso em que um corpo que é praticamente insípido (KNO_3) foi dividido em dois corpos de sabores muito fortes e muito diferentes entre si²⁷⁸. No experimento seguinte²⁷⁹, Boyle apresenta uma reação que faz exatamente o inverso, ou seja, unindo o nitro volátil e o nitro fixo que combinados vão gerar o salitre inicial. De acordo com a química contemporânea é a reação de ácido nítrico e carbonato de potássio, formando nitrato de potássio, água e gás carbônico.



Temos então uma situação em que dois materiais com fortes e diferentes gostos são colocados juntos para formar um produto insípido. Um exemplo similar pode ser encontrado na obra *Mechanical Origin of Qualities*²⁸⁰, onde Boyle produz uma mistura insípida a partir de dois corpos, ou seja, um muito amargo (prata dissolvida em ácido nítrico: AgNO_3 em solução) e outro, excessivamente salgado (sal marinho: NaCl). Ele, simplesmente, está produzindo aqui cloreto de prata (citado por Boyle no texto original como *Luna Cornea*) a partir da prata dissolvida em ácido nítrico e da solução de sal marinho em água. A reação segue abaixo²⁸¹:



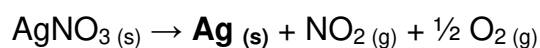
²⁷⁸ Boyle não acreditava que o carvão estava entrando na reação, pois do seu ponto de vista o salitre estava sendo separado em nitro volátil (HNO_3) e nitro fixo (K_2CO_3), em referência à famosa reintegração do Nitro descrita por Boyle na obra *Certain Physiological Essays*, *Works*, v. 2, p. 92-96. Para saber mais sobre isso veja: NEWMAN; PRINCIPE, 2002.

²⁷⁹ BOYLE, 2000, v. 8, p. 366, experimento II. O título do experimento é: *Of two bodies, the one highly acid and corrosive, and the other alkalizant and fiery, to produce a body almost insipid.*

²⁸⁰ Idem, v. 8, p. 367, experimento III.

²⁸¹ A mesma reação foi feita com ácido clorídrico, está inclusive descrita e traduzida para química contemporânea em: ALEXANDER, 1985, p. 85.

Boyle afirma que a *Luna Cornea* sempre será considerada insípida, apesar de ter sido claramente obtida de dois materiais de gosto forte. A união das partes do sal com o metal causou a nova textura que agora não afeta mais o palato e, portanto, a qualidade desapareceu. No mesmo livro *Mechanical Origin of Qualities*²⁸², Boyle muda um material altamente amargo, os cristais de *Luna*, em outro perfeitamente insípido, a prata. De acordo com a química contemporânea o que ocorre é a decomposição de nitrato de prata em prata metálica e também dos gases oxigênio e dióxido de nitrogênio. A reação segue abaixo:



Aqui, segundo Boyle, os cristais de *Luna* são destilados em uma retorta em fogo alto para separar o metal da parte do nitro.

4.5 - A QUALIDADE DAS CORES

A cor é uma das qualidades sensíveis mais interessantes. Para provar seu ponto de vista, ou seja, que elas não derivam de formas e que não são qualidades reais, Boyle realiza alguns experimentos onde as cores são criadas ou modificadas pela simples adição de um composto químico. Seria muito difícil argumentar que o homem pode criar ou destruir formas substanciais, no sentido aristotélico do termo, a qualquer momento e quando quiser. Boyle assume essa tarefa como impossível. Como ele realiza experimentos onde cria e destrói as cores, logo as qualidades não são reais nem decorrem de formas no sentido aristotélico, mas um mero rearranjo dos corpúsculos gerando um dado efeito, sendo assim ontologicamente dependente do corpo em questão.

O livro de Boyle mais importante sobre esse assunto é sem dúvida alguma o *Experiments and Consideration Touching Colours*²⁸³, onde ele dá uma série de reações envolvendo modificações de cores: a precipitação de sais coloridos em solução, a mudança de cor de um material calcinado ou a mudança de cor quando

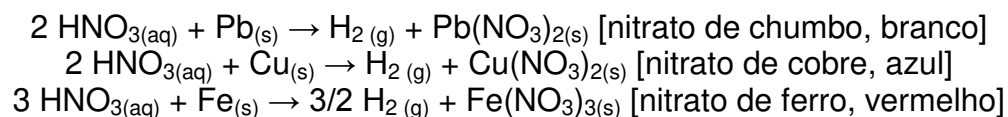
²⁸² BOYLE, 2000, v. 8, p. 369, experimento VIII.

²⁸³ Idem, v. 4.

um agente químico é adicionado. Boyle explica como um sólido colorido pode gerar uma solução incolor²⁸⁴ e porque compostos incolores se tornam coloridos quando em solução com o mesmo *menstruum*:

E a mesma *aqua fortis* [...] sendo colocada sobre chumbo cru, produz uma substância esbranquiçada, como sobre o cobre produz uma azulada. E assim, como com o ferro produzirá uma avermelhada [...] as coalizões das partes do mesmo líquido com partículas de figuras diferentes de corpos estáveis podem, de diversas maneiras, aspirar superfícies diferentemente dispostas e então a diversidade de cores destes corpos.²⁸⁵

Segue abaixo a notação química contemporânea para a formação dos precipitados citados no texto. Essas várias cores são devidas à formação de diferentes sais, dada a união de diversos metais com o mesmo solvente (ácido nítrico):



Boyle acredita que parte do *menstruum* está se ligando com parte do metal, formando um sal com uma nova textura que pode impressionar os olhos com essas novas cores. Outro exemplo é o de xarope de violetas que fica verde, quando um álcali é adicionado e vermelho, quando um ácido é adicionado, sendo esse um excelente teste para identificar ácidos e álcalis²⁸⁶. Boyle sempre foi mais a favor de uma classificação química dos compostos do que uma classificação baseada em aspectos físicos²⁸⁷, tendo ele se utilizado desses testes em muitos de

²⁸⁴ Como quando mínio (chumbo vermelho) é dissolvido em vinagre, (como com as reações que foram vista com Pb_3O_4) a vermelhidão do chumbo é destruída juntamente com ele no solvente.

²⁸⁵ BOYLE, 2000, v. 4, p. 49.

²⁸⁶ BOYLE, R. *Experiments and consideration touching colours*. Edited by Marie Boas Hall. New York: Johnson Reprint Corporation, 1964. Introdução.

²⁸⁷ Como já bem demonstrado por Clericuzio. Veja: CLERICUZIO, 2000, cap. 4.

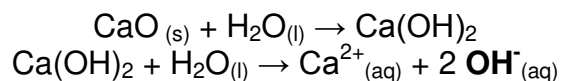
seus trabalhos. No exemplo a seguir, dos *Workdiaries*, o xarope de violetas é usado para identificar a formação de cal virgem (CaO):

Conchas de ostras, livres da sua sujeira externa, foram deixadas por mais de duas horas <no fogo> reduzidas (depois de certa negritude) a uma pura cal branca que se mostrou ser muito da natureza da cal comum, não apenas pelo gosto, mas por esses sinais: 1. O seu pó sendo misturado com xarope de violetas logo se converteu em um líquido verde. 2. Um pouco desse mesmo pó, sendo adicionado a uma solução de *sublimate* apresentou um precipitado laranja.²⁸⁸

Boyle calcina conchas de ostras e obtém uma cal que se parece com a comum. O produto tem todas as propriedades da cal: o gosto adstringente, a aparência branca e a capacidade de ficar verde quando em contato com o xarope de violetas, indicando claramente que é um álcali. As conchas das ostras são basicamente formadas de carbonato de cálcio (CaCO₃) e o calor faz com que gás carbônico seja liberado (CO₂), resultando em CaO (cal).



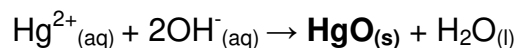
O produto é alcalino, pois CaO é um óxido básico que gera e libera hidroxilas quando em solução com água.



Boyle não apenas assume que o produto obtido é cal, mas também ele avalia o gosto, a aparência e realiza testes de identificação de propriedades químicas. O primeiro foi o uso de xarope de violetas para identificação de que se tratava de um álcali. O segundo método utilizado foi por meio da adição de uma solução de cloreto de mercúrio II (HgCl₂; chamado por Boyle como *sublimate*), obtendo um precipitado laranja escuro. Essa é uma reação muito importante na qual o mercúrio do cloreto de mercúrio II reage com as hidroxilas (OH⁻)

²⁸⁸ BOYLE, 2001, *Workdiary* 38, item 2.

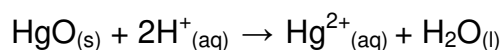
constituídas pelo álcali em água, formando assim óxido de mercúrio II (HgO), o precipitado laranja escuro que é insolúvel em água.



Boyle comenta essa reação em diversas ocasiões nos *Workdiaries*, considerando outros aspectos como, por exemplo, o fato de que essa cor laranja escura pode ser totalmente destruída pela adição de um ácido forte:

Água de cal fresca, sendo adicionada a uma forte e clara solução de *sublimate*, torna-se imediatamente em alguma coisa de cor laranja [...] Este líquido, tendo uma considerável quantidade, mas pequena proporção de espírito {do nitro} gotejado e sacudido nele, novamente vira um líquido claro e incolor.²⁸⁹

O ácido nítrico é um ácido forte que diminui o pH da solução, destruindo o óxido de mercúrio II e deixando a solução incolor, já que agora o mercúrio está em solução:



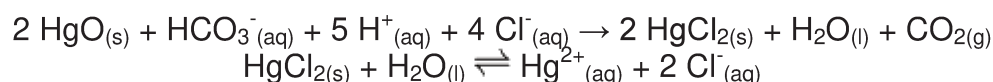
Boyle comenta e publica esse experimento em diversos trabalhos como na obra *Experimenta et Observationes Physicae*, usando ácido clorídrico no lugar de ácido nítrico para destruir o precipitado de cor laranja escuro:

Precipite uma forte solução de *sublimate* feito com uma boa quantidade de água em uma boa quantidade de óleo de tártaro *per deliquium*. Coloque o líquido e o pó dentro de um papel de filtro e, então, quando a água passar vai ficar o sólido retido no filtro na forma de um pó grosso e, tendo colocado o mesmo em um vidro limpo deixe cair nele algumas gotas de um bom e forte espírito do sal e, durante o conflito que ocorrerá, os pequenos pedaços do precipitado

²⁸⁹ BOYLE, 2001, *Workdiary* 29, item 234.

vão perder toda sua antiga coloração de pó de tijolo [...] e depois de totalmente dissolvidos tornar-se-ão um líquido transparente onde a cor laranja é totalmente ausente.²⁹⁰

O fenômeno é exatamente o mesmo. A breve aparição de uma cor branca logo depois da adição do espírito do sal pode ser explicada pela rápida formação de cloreto de mercúrio II, que se dissolveria rapidamente em um líquido transparente. O conflito citado provavelmente é devido à liberação de gás carbônico.



A presença de bicarbonato (HCO_3^{-}) no ambiente é devido à dissolução de carbonato de potássio (K_2CO_3). Boyle considera essa como a reação mais importante em toda a obra *Experiments and Consideration Touching Colours* e a mais forte evidência do seu argumento sobre qualidades (contra as formas substanciais e qualidades reais):

O experimento que eu vou mencionar agora para você, Pyrophilus, é aquele no qual você e todos os outros virtuosos que o verão se alegrarão em pensar [...] E, realmente, de todos os experimentos de cores que eu já tenha me deparado, este parece ser o melhor para defender a doutrina proposta nesse tratado e mostrar que nós não precisamos supor que todas as cores necessariamente sejam qualidades inerentes, dependendo das formas dos corpos que lhes dizem pertencer, já que por uma mera alteração mecânica da textura das pequenas partes dos corpos, duas cores podem em um momento serem geradas do nada e, posteriormente destruídas [...] Pois, existe uma diferença entre esse experimento e a maioria dos outros apresentados nesses papéis que é a seguinte: a cor que um corpo já tem não é modificado em outra cor, mas entre dois corpos, ambos desprovidos de cor, existe um momento em que uma intensa coloração é gerada e que se deixada sozinha ela permanece; e ainda pela adição de uma pequena parcela de um terceiro corpo, que também ele mesmo não possui cor alguma [...] a cor será destruída de tal forma que não

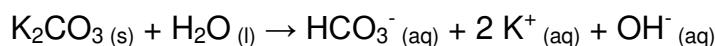
²⁹⁰ BOYLE, 2000, v. 11, p. 394.

restarão traços nem dela nem de nenhuma outra cor em toda a mistura.²⁹¹

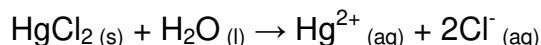
Depois de gerar a cor a partir de duas soluções completamente incolores, Boyle pode então destruir essa cor e renová-la quando bem entender e quantas vezes ele quiser. Não existe nenhum outro experimento no livro com tamanha diversidade de evidências a respeito desse assunto. A reação é apresentada também em outros trabalhos, como nas obras *Origin of Forms and Qualities*²⁹² e *Workdiary* 38²⁹³. Boyle geralmente utiliza como álcali, carbonato de potássio ou cal comum, porém ele usa mais o carbonato de potássio nos trabalhos publicados. O procedimento de dissolução e filtração é o seguinte:

O experimento é muito simples e é dessa forma realizado: Pegue um bom *sublimate* comum e dissolva na quantidade de água que você quiser. Filtre a solução cuidadosamente com um papel de filtro limpo, que vai gotejar uma solução tão clara e incolor como água mineral [...] adicione cerca de uma colher cheia dentro de uma pequena vidraria ou qualquer outro recipiente feito de um vidro transparente e, gotejando três ou quatro gotas de um bom óleo de tártaro *per deliquium* bem filtrado que pode, da mesma forma, ser incolor [...] ²⁹⁴

Então, se obtêm dois reagentes líquidos incolores: uma solução de cloreto de mercúrio II e uma solução de carbonato de potássio em água. A solução de carbonato de potássio em água libera hidróxidos:



E a solução de cloreto de mercúrio II fornece o mercúrio:



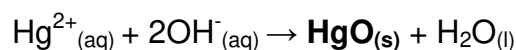
²⁹¹ BOYLE, 2000, v. 4, p. 150.

²⁹² Idem, v. 5, p. 403.

²⁹³ BOYLE 2001.

²⁹⁴ BOYLE, 2000, v. 4, p. 150.

Ambas as soluções são desprovidas de qualquer tipo de coloração. Quando combinados, os hidróxidos vão reagir com o mercúrio em solução (Hg^{2+}), de acordo com a reação já apresentada, formando HgO , o precipitado alaranjado:



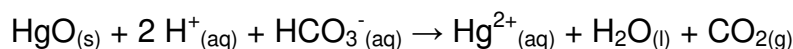
Boyle explica que:

[...] esses dois líquidos incolores irão, em um piscar de olhos, tornar-se uma mistura opaca de intensa coloração alaranjada que, mantendo continuamente em movimento você pode evitar que o sólido precipite no fundo [...] ²⁹⁵

O próximo passo seria a destruição da cor pela adição de outro agente químico. O ácido sulfúrico (H_2SO_4 , citado no texto como óleo de vitríolo), sendo um ácido muito forte pode fazer isso facilmente. Segue-se o trecho da utilização do mesmo no experimento:

E quando os espectadores contemplam essa primeira mudança, você precisa gotejar cerca de quatro ou cinco gotas de óleo de vitríolo e, continuamente agitar o vidro vigorosamente [...] toda a cor [...] irá imediatamente desaparecer e todo o líquido no vidro será límpido e incolor como antes [...] óleo de vitríolo vai borbulhar e talvez derrame para fora do vidro [...] ²⁹⁶

O ácido sulfúrico é muito forte e a diminuição do pH da solução irá destruir o óxido de mercúrio II, já que ele só é insolúvel em pH alto, fazendo com que a cor desapareça e o material final será incolor. O ácido, em um ambiente com bicarbonato (HCO_3^-) presente, libera água e gás carbônico (CO_2) o que é, provavelmente, responsável pela ebulição e borbulho os quais Boyle se refere.



²⁹⁵ BOYLE, 2000, v. 4, p. 150.

²⁹⁶ Idem, v. 4, p. 151.

Então, o mercúrio permanece em solução e se mais álcali for adicionado, o pH aumenta novamente, fazendo com que o precipitado alaranjado reapareça, porém será imediatamente destruído quando o pH diminuir em decorrência da adição de um ácido. O alquimista aqui pode controlar a existência da cor como o seu mestre supremo.

Boyle teve a idéia para o experimento, notando que os metais, em alguns solventes, precipitam sais por se ligarem a eles (como já mostramos previamente). O mercúrio dissolvido em ácido nítrico pode ser precipitado por óleo de tártaro:

[...] e supondo isso: que os sais que se ligam ao mercúrio seriam equivalentes aos dos *menstruums* ácidos, que trabalham sobre o mercúrio devido às suas partículas salinas, eu substituí uma solução de *sublimate* em água no lugar de uma solução de mercúrio em *aqua fortis*, ou espírito do nitro e essa simples solução, sendo tanto mais clara e livre daquele odor muito ofensivo que acompanha a solução.²⁹⁷

Então, o desenvolvimento deste experimento veio da observação e dedução de outros experimentos previamente realizados. A mesma precipitação deveria acontecer com o mercúrio dissolvido em água, o que seria melhor, experimentalmente, afinal a solução era mais clara e livre de mau cheiro. Boyle sabia que carbonato de potássio, geralmente, precipitava corpos metálicos, formando carbonatos na *synkrisis*, então, deveria precipitar também o mercúrio quando dissolvido em água. Na citação abaixo, Boyle explica a reação pela união das partes, parte do mercúrio fica junto com parte do óleo de tártaro (como, geralmente, os metais precipitam com óleo de tártaro). A *synkrisis* agora com o *sublimate* deveria providenciar também um precipitado com alguma cor:

Então eu considerei que aquilo que fazia a cor amarela era realmente o precipitado feito por meio do óleo de tártaro que nós gotejamos e que os químicos sabem, geralmente, precipitam corpos metálicos corroídos por sais ácidos; então a cor no nosso caso resulta da coalizão das partículas de

²⁹⁷ BOYLE, 2000, v. 4, p. 150.

mercúrio com as partículas salinas, com as quais eles foram posteriormente associados [...] ²⁹⁸

E a *diakrisis* iria destruir o mesmo material colorido²⁹⁹. Boyle sabia que a destruição da cor iria acontecer, já que um bom ácido poderia dissociar a parte do corpo metálico das partículas salinas, sendo isso um processo alquímico comum. Ele precisava de um ácido forte o suficiente para separar as partículas mercuriais das salinas e foi por isso que escolheu o ácido sulfúrico, citado no texto abaixo como óleo de vitríolo:

Eu concluí que, se eu escolhesse um líquido ácido bem potente e que pelo seu poder incisivo pudesse trabalhar sobre o óleo de tártaro e dispersar novamente aquelas partículas que estavam associadas a ele [...] Ele estaria livre novamente e conseqüentemente deixaria o líquido tão incolor como antes da precipitação ter ocorrido.³⁰⁰

Boyle não descobriu o experimento por acaso, pois não foi apenas uma mera mistura accidental que se tornou colorida e que o surpreendeu, foi um experimento planejado, baseado em observações químicas e em testes previamente realizados. Ele escolheu os reagentes por razões definidas: tinha uma teoria de que o mercúrio era precipitado por partículas do óleo de tártaro; também estava esperando o aparecimento de um precipitado com alguma coloração e; que esta desaparecesse quando um ácido fosse adicionado. Boyle escolheu esse ácido específico, pois seria forte o suficiente para dissipar as partículas metálicas e salinas. Esse procedimento não apenas mostra como Boyle era metódico com seus experimentos, mas também como ele planejava-os baseado em comportamentos químicos previamente observados.

Esse, provavelmente, é um dos melhores exemplos para mostrar como Boyle desenvolve hipóteses químicas baseadas em observações e que as testa em experimentos subseqüentes. Como ele enxerga os procedimentos químicos e

²⁹⁸ BOYLE, 2000, v. 4, p. 151.

²⁹⁹ Para saber mais a respeito veja: NEWMAN, 2006. Essa reação está página 182.

³⁰⁰ BOYLE, 2000, v. 4, p. 151.

tem profunda compreensão de como os seus componentes reagem e de que forma (assim como no caso da união metálica com solventes, na purificação do ácido nítrico e na fixação e liberação de amônia), isso lhe permitiu fazer uma teoria do comportamento dos agentes químicos e comprová-la por meio desses experimentos. Como foi dito antes, fica claro que Boyle teve grande conhecimento do que ocorria em seus experimentos químicos e é impossível não ver, nesse caso, a comprovação de uma hipótese.

Em diversas ocasiões nos trabalhos de Boyle, o cloreto de mercúrio II é utilizado para constatar a presença de um sal urinoso (*urinous salt*), pois quando em contato com partículas urinosas o *sublimate* gera um material branco leitoso característico. Boyle, a partir de então, começou a utilizar o *sublimate* como teste para denunciar a presença de um álcali (caso ficasse laranja escuro) ou de um sal urinoso (caso ficasse branco leitoso).

A utilização do teste de cloreto de mercúrio II para a presença de álcali ou material urinoso se tornou, para Boyle, um dos métodos padrões de análise, assim como o xarope de violetas se tornou um método para a indicação ácido-base. Boyle classificava as substâncias pelas suas propriedades e identidades químicas. O teste da presença de alaranjado ou branco leitoso com cloreto de mercúrio II é comentado em muitas obras: *Experiments and Consideration Touching Colours*³⁰¹, *Sceptical Chymist*³⁰², *Of the existence of the Lapidescient Juice*³⁰³, *Section of Medicina Chromatica*³⁰⁴, e em muitos outros trabalhos cujo detalhamento não é o objetivo aqui. Para exemplificar a reação, existe mais um trecho da obra *Experiments and Consideration Touching Colours*:

Pegue a quantidade de água que você desejar e, tendo aquecido a mesma, coloque tanto *sublimate* comum quanto é possível dissolver, e [...] continue adicionando o *sublimate*

³⁰¹ BOYLE, 2000, v. 4, p. 94.

³⁰² Idem, v. 2, p. 310.

³⁰³ Idem, v. 13, p. 384.

³⁰⁴ Idem, v. 14, p. 324.

enquanto um pouco dele permanece sem tocar o fundo do líquido, filtre essa solução com papel de filtro para tê-la clara e límpida e nela adicione uma colher cheia ou duas [...] de bom e límpido espírito da urina e, imediatamente, toda a mistura vai aparentar branca como leite, mistura essa que se você adicionar uma conveniente quantidade de *aqua fortis* [...] a brancura vai desaparecer totalmente e toda mistura que se tornará transparente, você pode, se assim desejar, novamente retornar com a cor branca [...] apenas adicionando mais um pouco de espírito de urina fresco.³⁰⁵

O material citado como espírito da urina é obtido a partir de diversas destilações da urina e é, provavelmente, muito rico em compostos de amônia, tais como hidróxido de amônia (NH₄OH) e carbonato de amônia [(NH₄)₂CO₃]. Todos os sais de amônia são altamente solúveis em água, liberando íons NH₄⁺. O material NH₄OH pode ser considerado basicamente amônia já que o equilíbrio da reação reversível favorece muito a formação de moléculas NH₃.



Quando a solução de cloreto de mercúrio II é adicionada, ocorre a união entre ele e a amônia em solução. Boyle diz que está ocorrendo a união entre a parte metálica do *sublimate* com uma parte urinosa do espírito da urina. Nos termos contemporâneos o que fica evidente é que a amônia reage com o cloreto de mercúrio II, formando um sal de amido que poderíamos chamar de amidocloreto de mercúrio (HgNH₂Cl), material branco leitoso que é altamente insolúvel em excesso de amônia e em pH alto.

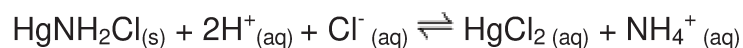


A formação de amidocloreto de mercúrio deixa a solução branca leitosa de forma bem característica, sendo um teste perfeitamente aceitável para indicar a presença de amônia em solução. Para Boyle esse teste indicava que o sal era urinoso, o que o deixava ainda com a possibilidade de que pudesse ser sal volátil,

³⁰⁵ BOYLE, 2000, v. 4, p. 77.

espírito de urina, espírito de chifre de veado entre outras substâncias usadas na época, todas ricas em amônia.

A adição de ácido nítrico (ou qualquer outro ácido) destrói totalmente a coloração leitosa. O amidocloreto de mercúrio é decomposto quando o pH baixa, formando, assim, novamente amônia e cloreto de mercúrio II em solução e, portanto, a solução volta a ficar transparente, sem cor alguma.



A reação continuará deslocada para a direita enquanto o pH estiver baixo. A posterior adição de mais espírito de urina vai aumentar o pH novamente, movendo a reação para a esquerda e restaurando a cor leitosa devido à formação de mais amidocloreto de mercúrio que é insolúvel em excesso de amônia. Novamente, da mesma forma como na solução de cloreto de mercúrio II e carbonato de amônia, o alquimista pode controlar a existência da cor. Para Boyle, isso demonstra um poder enorme devido a dominação por meio de processos químicos da textura dos corpos, a qual é responsável pelas qualidades. Esses experimentos alquímicos não estão apenas dando informações a respeito de como o mundo funciona, mas dando poder ao ser humano de controlá-lo.

A identificação do precipitado amarelo escuro na solução boyleana de *sublimate* como óxido de mercúrio, assim como o material leitoso na amônia como sendo amidocloreto de mercúrio, foi também suposta por Marie Boas Hall³⁰⁶, mas, apenas como caráter informativo *en passant* e sem uma análise mais profunda da questão química. A suposição dos mesmos compostos por dois pesquisadores diferentes dá ainda mais credibilidade à tese de que são realmente esses compostos que estão sendo formados no processo.

Como foi visto, o citado espírito da urina fornece íons NH_4^+ quando dissolvido em água. Boyle, freqüentemente, menciona outro teste para a identificação de espíritos voláteis que são ricos em amônia e são obtidos pela

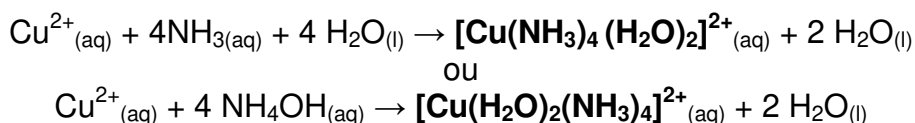
³⁰⁶ BOAS HALL, M. Introduction. In: BOYLE, 1964, p. xxiii.

destilação de fluídos animais. Obviamente o teste com *sublimate* é um deles, porém existem outros para identificação de espíritos voláteis que podem ser encontrados na obra *Memoirs for the Natural History of Human Blood*:

Tendo então um frasco cilíndrico e limpo de cerca de uma polegada de diâmetro, coloquei mais pedacinhos de cobre do que o necessário para cobrir o fundo, despejei sobre ele tanto espírito de sangue humano como que o suficiente para mergulhar um dedo [...] dentro de poucas horas o material adquiriu uma rica cor azul [...] como eu freqüentemente fazia com espírito de urina ou sal amoníaco [...] ³⁰⁷

Nos termos de Boyle, a reação de cobre metálico com alguns reagentes como o espírito da urina e sal amoníaco pode produzir uma coloração azul intenso. Esse procedimento também é usado no repertório de testes de identificação para classificar algumas substâncias, juntamente com o *sublimate* e o xarope de violetas.

Pela química contemporânea o que ocorre é que o cobre está sendo oxidado em solução (Cu^{2+}) e o fortíssimo azul obtido é devido à formação de um complexo chamado de tetraaminodiaquacobre II. O processo de formação pode ser bem simplificado como:



O complexo formado é intensamente azul, sendo provavelmente responsável pela cor observada por Boyle quando ele reage substâncias como sal amoníaco ou espírito do sangue com limalha de cobre. Essa reação é citada no mesmo trabalho como um método prático de colorir o marfim com um azul intenso³⁰⁸. Na obra *General History of the air*, visando provar a presença de

³⁰⁷ BOYLE, 2000, v. 10, p. 62-63.

³⁰⁸ Idem, v. 10, p. 125.

partículas sólidas no ar, Boyle classifica a cor azul intenso como ultramarino³⁰⁹. O mesmo experimento é realizado com sal amoníaco na obra *Essay of Efluvium*³¹⁰, onde Boyle afirma que esse material é de uma coloração muito mais azul do que a do nitrato de cobre. A cor descrita em todas essas obras parece muito com a cor do complexo em questão.

Para produzir o complexo tetraaminodiaquacobre II é necessário um excesso de íons hidróxido (OH^-). Os espíritos urinosos citados por Boyle, como já visto anteriormente, ou seja, o espírito de chifre de veado, o espírito da fuligem (*spirit of soot*) e o espírito do sangue são todos ricos em composto de amônia, especialmente, carbonatos e hidróxidos. Quando o tetraamincobre é formado, a solução obtida é alcalina, como Boyle confirma com o teste de xarope de violetas:

[...] mas, tendo o poder de alterar a textura dos corpúsculos dos outros, assim como para indispor-los a refletir a luz [...] corpúsculos que exibem a cor azul ou amarela [...] a cor emergente pode não ser verde, tal mudança na textura dos corpúsculos de um ou ambos os ingredientes as qualifica a mostrar uma quarta cor [...] Eu ainda adiciono esse outro fato que, tendo feito uma solução muito forte e altamente colorida com pedacinhos de cobre com espírito da urina [...] Ainda adicionando três ou quatro gotas de xarope de violetas [...] eu descobri que a solução azul intensa, proporcionalmente misturada com este outro líquido azul, não faz uma mistura azul, mas assim como eu esperava, um belo verde [...] ³¹¹

Essa é uma evidência que o material azul é formado em um ambiente alcalino. Em um complexo, os diversos materiais (amônia, água, cobre) se juntam para formar outro material com características distintas daquelas dos componentes individuais. Ao serem separados quando o complexo é desfeito, cada material recupera suas propriedades individuais. A adição do indicador de pH provavelmente comprometeu o complexo³¹², separando suas partes, destruindo a

³⁰⁹ BOYLE, 2000, v. 12, p. 37.

³¹⁰ Idem, v. 7, p. 241.

³¹¹ Idem, v. 4, p. 123.

³¹² Para consultar a estrutura química do indicador de pH do xarope de violetas, veja páginas xiv e xx da introdução de: BOYLE, 1964.

cor azul e deixando a solução verde devido à alcalinidade da amônia. Boyle suspeitava que isso pudesse acontecer devido ao sal urinoso presente, o qual deixaria verde, o xarope de violetas.

4.6 - AS QUALIDADES DE CALOR E FRIO

Os experimentos químicos de Boyle, envolvendo calor e frio são geralmente relacionados com reações que a química contemporânea classifica como exotérmicas e endotérmicas. Boyle claramente argumenta em diversos trabalhos que o calor e o frio podem ser mecanicamente produzidos e entre esses trabalhos estão as obras *New Experiments Touching Cold, Mechanical Origin of Qualities, Origin of Forms and Qualities*³¹³ entre outras. Algumas vezes essa origem mecânica das qualidades é mostrada sem nenhum processo químico, apenas mecânico, como o exemplo abaixo:

Quando, por exemplo, um ferreiro martela vigorosamente um prego ou qualquer pedaço de ferro, o metal martelado irá esquentar e ainda que aparente que não faz nada, salvo o movimento forçado do martelo que imprime de forma veemente e variada determinada agitação às pequenas partes do ferro, o qual sendo antes frio, por induzido movimento de suas pequenas partes, se torna quente aos sentidos.³¹⁴

Isso não é um experimento químico e sim, um argumento baseado no fato de que um mero pedaço de ferro fica quente quando martelado veementemente. Nada foi feito exceto a transferência de movimento de uma peça de material para outra, sendo essa uma excelente evidência para provar seu ponto de vista. Também nos *Workdiaries*, Boyle defende a origem mecânica do calor e do frio³¹⁵ e descreve um experimento alquímico muito interessante para demonstrá-la, como segue:

³¹³ BOYLE, 2000, v. 4, v. 8, v. 5, respectivamente.

³¹⁴ Idem, v.8, p. 348-349, experimento VI.

³¹⁵ Veja por exemplo em BOYLE, 2001, *Workdiary* 38, item 19.

Tendo em mente mostrar a alguns homens engenhosos o quanto a produção de calor e frio depende da textura e de outras afecções mecânicas, eu pensei que caberia fazer novamente um sal amoníaco [...] Eu peguei então espírito do sal e espírito fermentado, ou ainda, putrificada urina [...] eu adicionei um no outro aos poucos e conforme eles se misturavam faziam grande barulho com muitas bolhas, tanto que, nesse conflito, eles perderam sua antiga frieza e impeliu para cima o espírito do vinho no termoscópio selado. E, então, lentamente evaporou a umidade superficial e eu obtive um tipo fino de sal amoníaco [...] Este estranho sal, sendo gentilmente seco, eu o coloquei em um vidro com água [...] e, tendo agitado este sal em água [...] ele, como eu esperava, fez o nível do tingido espírito cair drasticamente.³¹⁶

Para Boyle, a mistura de espírito de amônia (carbonato e hidróxido de amônia) e o espírito do sal (HCl) reagiu e formou sal amoníaco, como previamente explicado nesse trabalho. Em termos químicos contemporâneos ocorre uma reação entre o carbonato e o hidróxido de amônio com o ácido clorídrico, formando cloreto de amônio. Esta reação química é exotérmica, logo ela libera calor para o ambiente. Segue a reação abaixo:

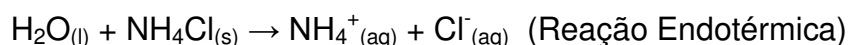


O grande barulho com muitas bolhas é certamente devido à liberação de gás carbônico (CO₂) durante a reação. Ambos os reagentes estavam na temperatura ambiente e Boyle observa que a reação libera calor, o qual foi proveniente da interação daqueles dois corpos. A geração do calor, a partir de dois materiais frios, indica o mesmo procedimento padrão que Boyle seguiu com as outras qualidades sensíveis para provar que elas eram mecanicamente produzidas. A qualidade não pode ter sido gerada do nada e a única alteração realizada é na matéria do corpo, o que torna impossível que a qualidade seja real ou tenha relação com formas substanciais.

A água evapora depois do processo de secagem e Boyle obtém, então, o que ele chama de sal amoníaco pronto para ser usado. Ele adiciona esse sal na água para obter, de acordo com a química atual, uma reação endotérmica por

³¹⁶ BOYLE, 2001, *Workdiary* 19, item 114.

meio da dissolução de cloreto de amônia em água. Boyle diz que isso era esperado, pois sabia que o sal amoníaco estava sendo formado (de experimentos anteriores) e aqui, o frio produzido poderia servir até mesmo como um teste de identificação. Este é mais um exemplo onde Boyle conhecia o comportamento prévio do material com que trabalhava devido às experiências anteriores. A reação de acordo com a química atual segue abaixo:



A dissolução desse sal amoníaco é também uma experiência na obra *Mechanical origin of qualities*³¹⁷ e o poder de resfriamento da dissolução é considerado algo impressionante:

Será produzida na mistura um alto grau de frieza, que não será apenas muito sensível às mãos daquele que segura o vidro [...] a mistura transformará a água externa em gelo verdadeiro (que foi raspado com uma faca) em menos de um minuto de hora.³¹⁸

Boyle acreditava que esse frio era devido a alguma modificação na textura que resultou numa alteração do movimento decorrente da ação do líquido sobre o sal. Essa opinião está também expressa nos *Workdiaries*. É interessante notar que existe uma boa correlação entre o *Workdiary* 19 e os experimentos de calor e frio na obra *Mechanical origin of qualities*³¹⁹.

Boyle especula sobre a natureza do calor e do frio liberados nessas reações químicas na obra *Mechanical origin of qualities*³²⁰. Os químicos da época defendiam que eflúvios de fogo se ligam a cal quando ela é produzida pelo fogo (a

³¹⁷ BOYLE, 2000, v. 8.

³¹⁸ Idem, v. 8, p. 332, experimento I.

³¹⁹ Existe uma série de experimentos apresentados nos *Workdiary* 19, que também estão presentes no *Mechanical Origin of Qualities*. Apenas para citar alguns: o experimento II, página 332 é exatamente o experimento do WD 19, experimento 113. E o experimento número III, página 333 é apresentado no WD 19, experimento 114.

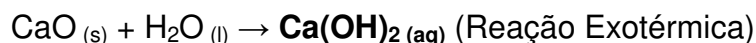
³²⁰ BOYLE, 2000, v. 8, p. 345, experimento I.

partir do mármore, como visto anteriormente). Quando a água é adicionada, a cal libera esse calor novamente. Boyle aceita a suposição de que corpos do fogo estão se fixando nos materiais quando eles são calcinados (o que explicaria sua alteração de peso também), porém para liberá-los depende da textura do corpo e também, por exemplo, do tamanho e forma dos poros do material.

Alguns materiais não se comportam dessa maneira e nem todo material calcinado libera calor, o chumbo, por exemplo, ao ser calcinado vira minério e não libera o calor do fogo que o calcinou. Logo, Boyle deduz que se o material libera ou absorve esses corpos ígneos, isso depende totalmente da textura do corpo. Existe um experimento químico onde ele afirma que mudou a textura do sal amoníaco de tal forma que o tornou apto a produzir calor no lugar de frio, quando dissolvido em água. Segue-se a descrição desse experimento abaixo:

Nós pegamos cal, e agitamos-na em água fria comum, de tal forma que todas as partículas ígneas ou de outro tipo qualquer, da qual o poder do calor, ao qual o licor é relacionado, pudesse ser extraído [...] e então a cal ficou livre delas.³²¹

De acordo com a química atual a reação é uma transformação exotérmica de cal virgem em hidróxido de cálcio e ela é apresentada em diversos trabalhos de Boyle³²².



Pela teoria boyleana a cal agora está livre de suas partículas ígneas, pois elas saíram dos poros desse corpo e foram liberadas na água. Boyle segue o seguinte procedimento:

Depois disso, a então cal dulcificada, sendo bem seca, foi misturada com igual quantidade em peso de sal amoníaco e,

³²¹ BOYLE, 2000, v.8, p. 351, experimento X.

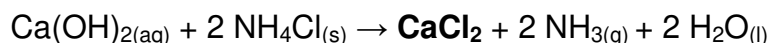
³²² Só para citar um deles, tem um presente na obra *Men's great ignorance of the uses of natural things*, *Works*, v. 6, p. 521.

sendo então a massa fundida por um forte fogo, a mistura foi escorrida.³²³

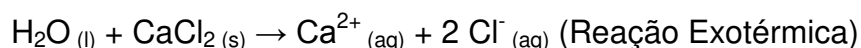
A cal dulcificada reage, sob ação do fogo, com sal amoníaco. Boyle diz que a textura do material está agora alterada, sendo que esse novo cloreto de amônio alterado pode liberar as partículas ígneas quando dissolvida e não gerar o efeito contrário, como é usual:

Nós colocamos duas ou três onças dele em uma vidraria de boca grande e despejamos água, dentro de cerca de um minuto de hora a mistura esquentou e rapidamente o calor se tornou tão intenso que eu não podia mais segurar o vidro com as minhas mãos.³²⁴

Em termos químicos contemporâneos o que está provavelmente ocorrendo é que um novo sal está sendo sintetizado. O hidróxido de cálcio $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ e o cloreto de amônio (NH_4Cl) vão reagir para formar o cloreto de cálcio, como descrito na reação a seguir:



Quando a água e a amônia evaporam pela ação do fogo, o sal permanece. O cloreto de cálcio é também um sal branco como o sal amoníaco, porém a sua dissolução é altamente exotérmica:



Este é um comportamento totalmente contrário ao da dissolução do sal amoníaco em água. Boyle está considerando que foi uma alteração nos poros, ou seja, na textura do sal amoníaco, que permitiu que se liberassem as partículas ígneas, esquentando o ambiente a sua volta. Esse é mais um excelente exemplo de como uma alteração na textura pode mudar as qualidades de um corpo.

³²³ BOYLE, 2000, v.8, p. 351, experimento X.

³²⁴ Idem, v.8, p. 351, experimento X.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise feita nos capítulos anteriores procurou-se mostrar que o trabalho alquímico de Robert Boyle possui um real valor dentro da história da ciência. Longe de uma atividade exclusivamente mística e psíquica, a alquimia possui em Boyle um caráter de filosofia da natureza. Esta tese procede na medida em que foi mostrado que existia um rigoroso uso da balança, o cuidado experimental, o refinamento de técnicas, a purificação de reagentes, o registro de resultados, a precisão laboratorial e o desenvolvimento e comprovação de teorias.

Durante o século XVII, química e alquimia, juntamente com seus correlatos lingüísticos foram considerados sinônimos por Boyle e, provavelmente, pelos outros de sua época, apesar dos termos terem sido posteriormente separados. Nas páginas dos cadernos de laboratório de Boyle podemos encontrar procedimentos, reflexões e argumentos tão típicos de filosofia da natureza como encontramos em qualquer outro químico pós Lavoisier.

Os experimentos alquímicos sustentam e dão embasamento para a filosofia de Boyle. Essa mesma filosofia que, pelo fato de ser corpuscular, não deixa de ser mecânica, espera-se que isso tenha ficado claro nos argumentos dados no capítulo II. O reducionismo da causa das qualidades para os agregados e não para os corpúsculos últimos da natureza não excluem Boyle como um mecanicista, pois a textura é uma qualidade mecânica reduzível, em última instância, aos princípios de matéria e movimento. As qualidades sensíveis, por exemplo, só são objetivas em um sentido muito específico, ou seja, de que o objeto possui a matéria distribuída de forma a gerar a sensação no ser sensível. Essa qualidade objetiva pode ser estudada dentro de seu programa experimental, assim como dentro de seus fornos e destiladores.

Também não é um problema definir Boyle como um mecanicista pelo fato de que ele utiliza o vocabulário helmontiano, com palavras como, princípios seminais, por exemplo, visto que, esse termo possui outra conotação dentro da filosofia boyleana, diferente da de uma entidade independente da matéria, agindo ativamente sobre ela. Vários termos devem ser tomados com cuidado em Boyle,

como a afirmação de que o mercúrio é um elemento, dado que a filosofia boyleana não concebe elementos nesse sentido. O mercúrio para Boyle é um agregado de corpúsculos, numa certa textura que lhe dá suas características, sendo o termo elemento tomado num sentido prático, de algo muito estável que dificilmente pode ser destruído e que compõe diversos corpos compostos. Ele não é simples.

Com relação ao fato de Boyle ser voluntarista, apesar de existir a co-atuação de Deus no mundo, regulando pequenos ajustes, a matéria ainda é causa eficiente, visto que ela é responsável pela transmissão de energia no choque dos corpos. Boyle também defende o uso da causa final dentro da filosofia da natureza de forma cuidadosa e específica, contra os epicuristas, cartesianos e até mesmo aristotélicos. Porém, essa teleologia possui um uso muito restrito às partes dos animais e sua distribuição com fins de manutenção da vida.

Concluimos a partir do que foi exposto acima que não existe oposição alguma entre a química ou alquimia de Boyle e o seu corpuscularismo. Porém, ainda assim, não é possível provar a hipótese mecânica por experimentos alquímicos, nem mesmo responsabilizar a filosofia mecânica pelo sucesso experimental de Boyle e, nesse sentido, concorda-se nesta tese com Chalmers, que mostrou que é impossível uma prova da filosofia corpuscular de Boyle por meios experimentais. Isso, contudo não desqualifica o trabalho de Boyle, visto que o mesmo foi bem sucedido em falsear uma parte da filosofia escolástica, a saber, aquela que diz respeito às formas substanciais e as qualidades reais.

É possível conferir o mecanicismo de Boyle em ação quando ele utiliza os resultados dos experimentos químicos para defender sua hipótese corpuscular. No capítulo III, visando corroborar a hipótese interpretativa da filosofia corpuscular de Boyle apresentada nesta tese, foi feito um estudo dos experimentos alquímicos de Boyle e, para torná-los mais compreensíveis, também foi realizada uma tradução dos mesmos para a linguagem da química contemporânea. Defende-se aqui que essa tradução é possível desde que no sentido dado por Kitcher, ou seja, quando os termos possuem uma referência comum. É por isso que apesar de não ser possível traduzir flogístico, o sal amoníaco pode ser traduzido como cloreto de amônia.

Espera-se ter sido bem sucedida a tarefa de demonstrar que o trabalho de tradução química (termo tão utilizado ao longo dessa tese) para a química contemporânea procede. Todos os experimentos avaliados parecem ser passíveis de uma tradução química e não falham na referência. Alguns fatores colaboraram como, por exemplo, o cuidado de Boyle em anotar todos os seus experimentos de forma a serem repetidos por uma suposta testemunha virtual, visando aumentar suas questões de fato, realmente auxiliam a identificação dos reagentes, produtos e reações em geral. As suas notações são cuidadosamente detalhadas, com boas descrições dos procedimentos experimentais e também das condições em que o experimento foi realizado, assim como os materiais utilizados. Embora, reconhecendo que as impurezas realmente podem interferir nas reações químicas analisadas nesta tese, elas não interferem no resultado final de maneira significativa, o que tornou possível considerar apenas os produtos principais.

A tradução química referente às reações envolvendo qualidades sensíveis no capítulo IV possui um aspecto peculiar que contribuiu para encontrar os referentes. Informações úteis são constantemente descritas como, por exemplo, se a reação libera calor ou frio, se existe cheiro característico, a cor do material obtida (ou mudança de cor), qualquer nova característica do produto (tornar-se mais sonoro quando batido), o gosto e as mudanças do gosto, se existe a liberação de bolhas ou barulho (o que indica geralmente liberação de gás, como o gás carbônico), se ocorre precipitação e em que condições (o que pode dar indicações sobre a solubilidade do material). Essas qualidades sensíveis são de grande ajuda para saber se tal reação corresponde a que foi executada por Boyle.

Boyle realizou, junto com os experimentos do capítulo III, uma série de procedimentos, incluindo os relacionados à formação de sais como nitrato de sódio, carbonato de sódio e cloreto de prata, além da obtenção de materiais como ácido clorídrico. Defende-se aqui que Boyle está realmente propondo métodos de obtenção de substâncias. Seus procedimentos metodológicos, tais como transformar sais ácidos em alcalinos, demonstram como ele está aumentando o conhecimento químico de seu tempo, tanto quanto sobre a qualidade dos materiais, assim como seus respectivos processos de obtenção em laboratório.

Todo esse procedimento laboratorial de Boyle mostra a suprema importância que ele dava para os experimentos químicos em geral e o fato de embasar sua filosofia mecânica com eles deixa claro o quanto Boyle estava tentando fazer da química, parte da filosofia da natureza, elevando seu *status*. Aparentemente Marie Boas Hall estava certa no sentido de que Boyle deu grande importância para a química, inserindo-a como filosofia da natureza.

Alguns processos químicos exemplificam o profundo conhecimento que Boyle tinha sobre o seu experimento, como é o caso do procedimento para purificar *aqua fortis*, para separar ouro de prata. Casos como este indicam que Boyle conhecia profundamente o sistema químico no qual estava trabalhando, além de um grande cuidado laboratorial. É impossível não ver nisso um conhecimento químico.

Finalmente, mostrou-se no capítulo IV como Boyle sempre usou como padrão alterar, criar e destruir qualidades sensíveis, visando favorecer a explicação mecânica no lugar da explicação em termos de qualidades reais. Está claro que a idéia de criação e destruição de uma qualidade é superior, nesse sentido, do que uma mera transformação da mesma (pelo menos para Boyle). A idéia está presente no experimento sobre cores com *sublimate*, mas também em outros sentidos. A formação de uma qualidade é explicada por Boyle, diversas vezes, como união e separação de partes, o que indica o seu caráter químico. As entidades químicas são mantidas nos agregados assim como as qualidades, porém isso não retira Boyle do quadro de mecanicistas, já que o agregado pode ser resumido pela união de corpúsculos. É possível afirmar, sob este aspecto, que Boyle pensava e trabalhava de forma química e mecânica.

Espera-se ter demonstrado que não existe incompatibilidade entre a filosofia mecânica e os trabalhos alquímicos de Robert Boyle e que os mesmos foram úteis para corroborar com hipótese corpuscular, assim como para falsear as formas substanciais e qualidades reais escolásticas. Certamente um longo caminho foi percorrido na história, desde os primórdios do trabalho de metalurgia egípcia até os tempos de Boyle e, parece inegável, que no decorrer de todo esse processo alguma coisa realmente se transformou em ouro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LITERATURA PRIMÁRIA

BOYLE, R. *Experiments and consideration touching colours*. Edited by Marie Boas Hall. New York: Johnson Reprint Corporation, 1964.

BOYLE, R. *A free enquiry into the vulgarly received notion of nature*. Edited by Edward B. Davis and Michael Hunter. New York: Cambridge University Press, 1996.

BOYLE, R. *Workdiaries*. Edited by Michael Hunter. London: University of London, Centre for Editing Lives and Letters, 1997-2001. Disponível em: <<http://www.livesandletters.ac.uk/wd/index.html>>. Acesso em: 30 maio 2009.

BOYLE, R. *The Works of Robert Boyle*. Edited by Michael Hunter and Edward B. Davis. London: Pickering and Chatto, 2000. 14v.

LITERATURA SECUNDÁRIA

ALEXANDER, P. *Ideas, qualities and corpuscles: Locke and Boyle on the external world*. Cambridge: Cambridge University Press, 1985.

ALFONSO-GOLDFARB, A. M. *Da Alquimia à química: um estudo sobre a passagem do pensamento mágico-vitalista ao mecanicismo*. São Paulo: Nova Stella: Edusp, 1987.

_____. Uma suposta contradição na ciência inglesa do século XVII: divulgação e sigilo. *Discurso*, n.31, p. 347-363, 2000.

ANSTEY, P. Robert Boyle and the heuristic value of mechanism. *Studies in History and Philosophy of Science: part A*, v. 33, n. 1, p. 161-174, 2002.

_____. *The Philosophy of Robert Boyle*. London: Routledge, 2000.

APPLEBAUM, W. Boyle and Hobbes: a reconsideration. *Journal of the History of Ideas*, v. 25, n. 1, p. 117-119, Jan./Mar. 1964.

ARAÚJO, C. R. R. Verdade e interesse na cosmogonia de Descartes. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, série 2, v. 2, n. especial, p. 1-103, jan./dez. 1990.

BOAS, M. An early version of Boyle's: sceptical chymist. *Isis*, v. 45, n. 2, p. 153-168, Jul. 1954.

_____. Boyle as a theoretical scientist. *Isis*, v. 41, n. 3/4, p. 261-268, Dec. 1950.

BOAS HALL, M. Acid and alkali in seventeenth-century chemistry. *Archives Internationales d'Histoire des Science*, v. 9, p. 13-28, 1956.

_____. Boyle's method of work: promoting his corpuscular philosophy. *Notes and Records of the Royal Society of London*, v. 41, n. 2, p. 111-143, Jun, 1987.

_____. *Robert Boyle and the seventeenth century chemistry*. Millwood: Kraus Reprint Company, 1976. Reimpressão da edição publicada pela Cambridge University Press em 1958.

_____. The Establishment of the mechanical philosophy. *Osiris*, v. 10, p. 412-541, 1952.

CHALMERS, A. Boyle and the origins of modern chemistry: Newman tried in the fire. *Studies in History and Philosophy of Science*, v. 41, n. 1, p. 1-10, Mar. 2010.

_____. Experiment versus mechanical philosophy in the work of Robert Boyle: a reply to Anstey and Pyle. *Studies in History and Philosophy of Science: part A*, v. 33, n. 1, p. 191-197, Mar. 2002.

_____. The lack of excellency of Boyle's mechanical philosophy. *Studies in History and Philosophy of Science: part A*, v. 24, n. 4, p. 541-564, Oct. 1993.

CLARK, J. R. Anonymous on alchemy, Aristotle, and creation: an unedited thirteenth-century text. *Tradition: studies in ancient and medieval history, thought and religion*, v. 61, p. 149-166, 2006.

CLERICUZIO, A. A redefinition of Boyle's chemistry and corpuscular philosophy. *Annals of Science*, v. 47, n. 6, p. 561-589, 1990.

_____. *Elements, principles and corpuscles: a study of atomism and chemistry in the seventeenth century*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.

COOK, M. G. Divine artifice and natural mechanicism: Robert Boyle's mechanical philosophy of nature. *Osiris*, v. 16, p. 133 – 150, 2001.

DAVIS, E. R. A Priest serving in nature's temple. *Christian History*, v. 21, n. 4, p. 28-32, Nov. 2002.

DAVIS, T. L. The first edition of the sceptical chymist. *Isis*, v. 8, n. 1, p. 71-76, Feb. 1926.

DAVIS, T. L. Boyle's conception of element compared with that of Lavoisier. *Isis*, v. 16, n. 1, p. 82-91, July, 1931.

DEAR, P. Miracles, experiments, and the ordinary course of nature. *Isis*, v. 81, n. 4, p. 663-683, Dec. 1990.

_____. Totius in uerba, rhetoric and authority in the early Royal Society. *Isis*, v. 76, n. 2, p. 145-161, June, 1985.

DEBUS, A. G. Chemists, Physicians, and changing perspectives on the scientific revolution. *Isis*, v. 89, n. 1, p. 66-81, Mar. 1998.

_____. Motion in the chemical texts of the renaissance. *Isis*, v. 64, n. 1, p. 5-17, Mar. 1973.

DESCARTES, R. *Princípios da filosofia*. São Paulo: Editora Rideel, 2005. Parte II, item 16, p. 65.

_____. *The philosophical writings of Descartes*. Translated by John Cottingham et al. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. v.3: The correspondence.

DIDEROT, D.; D'ALEMBERT, J. *Encyclopedie ou dictionnaire raisonne des sciences des arts et de metiers*. Elmsford, NY: Pergamon Press, 1969. v.1. Facsímile da edição publicada em Paris: Briasson, 1751. t. 3, p. 417, 425.

DOBBS, B. J. T. *The foundation of Newton's alchemy, or the Hunting of the greene Lyon*. New York: Cambridge University Press, 1983.

FORLIN, E. *A teoria cartesiana da verdade*. São Paulo: Associação Editorial Humanitas/FAPESP, 2005. 350p. (Coleção Filosofia, 14)

GABBEY, A. The mechanical philosophy and its problems: mechanical explanations, impenetrability and perpetual motion. In: PITT, J. C. (ed.). *Change and progress in modern science*. Dordrecht: Reidel, 1985. p. 9-84.

GALILEI, Galileo. *O ensaiador*. São Paulo: Nova Cultural, 1987.

GARBER, D. *Descartes embodied: reading Cartesian philosophy through Cartesian science*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

_____. Descartes, matemática e o mundo físico. *Analytica*, v. 2, n. 2, p. 105-128, 1997.

_____. *Descartes' metaphysical physics*. Chicago: University of Chicago Press, 1992.

GAUKROGER, S. *Descarte's system of natural philosophy*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

_____. *Descartes: uma bibliografia intelectual*. Tradução Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: EdUERJ, 1999.

HAAG, C. A agenda secreta da alquimia. *Pesquisa FAPESP*, n. 154, p. 17-21, dez. 2008.

HENRY, J. Occult qualities and the experimental philosophy: active principles in pre-Newtonian matter theory. *History of Science*, v. 24, n. 4, p. 335-381, 1986.

HESSE, M. Comment on Kuhn's 'Commensurability, comparability, communicability'. In: PSA: Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association, 1982. *Proceedings of the...* Chicago: Chicago University Press, 1982. v. 2, p. 704-711.

HUNTER, M. *Boyle: between God and science*. New Haven, CT: Yale University Press, 2009.

_____. How Boyle became a scientist. *History of Science*, v. 33, n. 1, p. 59-103, Mar. 1995.

_____. *Robert Boyle by himself and his friends*. London: Pickering and Chatto, 1994a.

_____ (Ed.). *Robert Boyle reconsidered*. London: Cambridge University Press, 1994b.

_____. *The Boyle papers: understanding the manuscripts of Robert Boyle*. Farnham, Surrey: Ashgate Publishing Limited, 2007.

_____; DAVIS, E. B. (Eds.). *The works of Robert Boyle*. London: Pickering and Chatto, 1999-2000. 14v. Resenha de: OSLER, M. J. Robert Boyle recovered. *Isis*, v. 92, n. 2, p. 351-353, June, 2001.

HUTCHISON, K. What happened to occult qualities in the scientific revolution? *Isis*, v. 73, n. 2, p. 233-253, June, 1982.

JACOB, J. R. Boyle's atomism and the restoration assault on pagan naturalism. *Social Studies of Science*, v. 8, n. 2, p. 211-233, May, 1978.

KARGON, R. Walter Charleton, Robert Boyle, and the acceptance of Epicurean atomism in England. *Isis*, v. 55, n. 2, p. 184-192, June, 1964.

KITCHER, P. Implications of incommensurability. In: PSA: Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association, 1982. *Proceedings of the...* Chicago: Chicago University Press, 1982. v. 2, p. 689-703.

_____. Theories, theorists and theoretical change. *Philosophical Review*, v. 87, n. 4, p. 519-547, Oct. 1978.

KUHN, T. Comensurabilidade, comparabilidade, comunicabilidade. In: _____. *O caminho desde a estrutura: ensaios filosóficos, 1970-1993*. São Paulo: Ed. UNESP, 2006. Cap. 2, p. 47-76. Tradução de: Commensurability, comparability, communicability.

KUHN, T. Commensurability, comparability, communicability. In: PSA: Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association, 1982. *Proceedings of the...* Chicago: Chicago University Press, 1982a. v. 2, p. 669-688.

_____. Response to commentaries by Kitcher and Hesse. In: PSA: Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association, 1982. *Proceedings of the...* Chicago: Chicago University Press, 1982b. v. 2, p. 712-716.

_____. Robert Boyle and structural chemistry in the seventeenth century. *Isis*, v. 43, n. 1, p. 12-36, Apr. 1952.

KULTGEN, J. H. Boyle's metaphysics of science. *Philosophy of Science*, v. 23, n. 2, p. 136-141, Apr. 1956.

KIM, M. G. The analytic ideal of chemical elements: Robert Boyle and the French didactic tradition of chemistry. *Science in Context*, v. 14, n. 3, p. 361-395, Sep. 2001.

KIM, Y. S. Another look at Robert Boyle's acceptance of the mechanical philosophy: its limits and its chemical and social contexts. *Ambix*, v. 38, n. 1, p. 1-10, Mar. 1991.

LENNOX, J. G. Robert Boyle's defense of teleological interference in experimental science. *Isis*, v. 74, n. 1, p. 38-52, Mar. 1983.

MARTINS, R. A. Descartes e a impossibilidade de ações à distância. In: FUKS, S. (Ed.). *Descartes 400 anos: um legado científico e filosófico*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1998. p. 79-126.

MARTINS, R. A; MARTINS L. A. P. Lavoisier e a conservação da massa. *Química Nova*, v. 16, n. 3, p. 245-256, 1993.

MEINEL, C. Early seventeenth-century atomism: theory, epistemology, and the insufficiency of experiment. *Isis*, v. 79, n. 1, p. 68-103, Mar. 1988.

MORE, L. T. Boyle as alchemist. *Journal of the History of Ideas*, v. 2, p. 61-67, Jan. 1941.

NEWMAN, W. R. *Atoms and alchemy: chymistry and the experimental origins of the scientific revolution*. Chicago: University of Chicago Press, 2006.

_____. Boyle's debt to the corpuscular alchemy. In: HUNTER, M. (Ed.). *Robert Boyle reconsidered*. London: Cambridge University Press, 1994a. p. 107-118.

_____. *Gehennical Fire: the life of George Starkey, an American alchemist in the scientific revolution*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1994b.

_____. *Promethean ambition, alchemy and the quest to the perfect nature*. Chicago: University of Chicago Press, 2004.

_____. The alchemical sources of Robert Boyle's corpuscular philosophy. *Annals of Science*, v. 53, n. 6, p. 567-585, Nov. 1996.

_____. The corpuscular theory of J. B. Van Helmont and its medieval sources. *Vivarium*, v. 31, n. 1, p. 161-191, 1993.

_____. The corpuscular transmutational theory of Eirenaeus Philalethes. In: RATTANSI, P.; CLERICUZIO, A. (Eds.). *Alchemy and chemistry in the 16th and 17th centuries*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994c. p. 161-182.

_____. The significance of "Chymical Atomism". *Early Science and Medicine*, v. 14, n. 1/3, p. 248-264, 2009.

NEWMAN, W. R.; PRINCIPE, L. M., *Alchemy tried in the fire: Starkey, Boyle and the fate of Helmontian Chymistry*. Chicago: University of Chicago Press, 2002.

_____; _____. Alchemy vs. Chemistry: etymological origins of a historiographic mistake. *Early Science and Medicine*, v. 3, n. 1, p. 32-65, 1998.

_____; _____. (Eds.). *George Starkey: alchemical laboratory notebooks and correspondence*. Chicago: University of Chicago Press, 2004.

_____; _____. Some problems with the historiography of alchemy. In: NEWMAN, W. R.; GRAFTON, A. (Eds.). *Secrets of nature: astrology and alchemy in early modern Europe*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2001. Cap. 8, p. 385-431.

PASNAU, R. Form, substance and mechanism. *The Philosophical Review*, v. 113, n. 1, p. 31-88, Jan. 2004.

PÉCHEUX, M.; FICHANT, M. *Sobre a história das ciências*. Tradução Francisco Bairrão. São Paulo: Edições Mandacaru. 1989.

PRINCIPE, L. M. Apparatus and reproducibility in alchemy. In: HOLMES, F. LEVERE, T. H. (Eds.). *Instruments and experimentation in the history of chemistry*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2000. p. 55-74.

_____. Chemical translation and the role of impurities in alchemy: examples from Basil Valentine's *Triumph-Wagen*. *Ambix*, v. 34, n. 1, p. 21-30, Mar.1987.

_____. Robert Boyle's alchemical secrecy: codes, ciphers, and alchemical concealments. *Ambix*, v. 39, n. 2, p. 63-74, July, 1992.

_____. Style and thought of the early Boyle: discovery of the 1648 manuscript of Seraphic Love. *Isis*, v. 85, n. 2, p. 247-260, June, 1994.

_____. *The Aspiring adept: Robert Boyle and his alchemical quest*. Princeton: Princeton University Press, 1998.

PYLE, A. *Atomism and its critics*. Bristol: Thoemmes Press, 1995.

_____. Boyle on science and the mechanical philosophy: a reply to Chalmers. *Studies in History and Philosophy of Science: part A*, v. 33, n. 1, p. 175-190, 2002.

QUINE, W. V. *Word and object*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1960.

SARGENT, R.-M. *The diffident naturalist*. Chicago: University of Chicago Press, 1995.

SHANAHAN, T. Teleological reasoning in Boyle's disquisition about final causes. In: HUNTER, M. (Ed.). *Robert Boyle Reconsidered*. London: Cambridge University Press, 1994. p. 177-192.

SHAPIN, S.; SCHAFFER, S. *Leviathan and the air-pump: Hobbes, Boyle and the experimental life*. Princeton: Princeton University Press, 1985.

_____. Robert Boyle and mathematics: reality, representation, and experimental practice. *Science in Context*, v. 2, n. 1, p. 23-58, Mar. 1998.

SZYDLO, Z. The alchemy of Michael Sendivogius: his central nitre theory. *Ambix*, v. 40, n. 3, p. 129-146, Nov. 1993.

VAN MELSEN, A. G. M. Atomism: antiquity to the seventeenth-century. In: WIENER, P. (Ed.). *Dictionary of the history of ideas: studies of selected pivotal ideas*. New York: Charles Scribner's Sons, 1973. v.1, p. 126-131.

WIENER, P. P. The experimental philosophy of Robert Boyle. *The Philosophical Review*, v. 41, n. 6, p. 594-609, Nov. 1932.

WOJCIK, J. W. *Robert Boyle and the limits of reason*. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

YOUNG, J. T. *Faith, medical alchemy and natural philosophy: Johann Moriaen, reformed intelligencer and the Hartlib Circle*. Aldershot: Ashgate Publishing, 1998.

ZATERKA, L., *A Filosofia experimental na Inglaterra do século XVII: Francis Bacon e Robert Boyle*. São Paulo: Associação Editorial Humanitas : FAPESP, 2004.

_____. *Robert Boyle e a filosofia experimental: a química como chave de interpretação da natureza*. 2003. 238p. Tese (Doutorado em Filosofia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

INFORMAÇÕES AUXILIARES DE QUÍMICA

DICTIONARY of Organic Compounds. 5 ed. London: Chapman and Hall, 1982. 7v.

HACK, I. W. D.; GRANT, J. *Hack's chemical dictionary: American and British usage based on recent chemical literature*. 4 ed. New York: McGraw-Hill, c1969.

MAHAN, B. H.; MYERS, R. J. *Química: um curso universitário*. 4 ed. São Paulo: E. Blucher, c1995.

ULLMANN, F. *Enciclopedia de química industrial*. Barcelona: Gustavo Gili, 1931-1935. 14v.

_____. *Industrial inorganic chemicals and products*. New York: VCH, c1999. 6v.

WINDHOLZ, M. (Ed.). *The Merck Index*. 9 ed. Rahway: Merck, 1976.

DICIONÁRIOS DE QUÍMICA ANTIGA PARA QUÍMICA CONTEMPORÂNEA

EKLUND, J. *The incomplete chymist: being an essay on the eighteenth-century in his laboratory, with a Dictionary of obsolete chemical terms of the period*.

Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 1975. Disponível em:

<<http://www.chemteam.info/Chem-History/Obsolete-Chem-TermsTOC.html>>.

Acesso em: 3 nov. 2009.

GLOSSARY of Archaic Chemical terms. In: GUINTA, C. (Comp.). *Classical chemistry*. Disponível em: <<http://web.lemoyne.edu/~giunta/archema.html>>.

Acesso em: 30 Abr. 2009

GLOSSÁRIO DE TERMOS USADOS NOS WORKDIARIES DE ROBERT BOYLE

HUNTER, M.; LITTLETON, C. *Glossary of terms used in the Workdiaries of Robert Boyle*. Disponível em: <<http://old.perseus.tufts.edu/cgi-bin/ptext?doc=Perseus:text:2001.07.0048>>.

Acesso em: 3 nov. 2009.

GLOSSÁRIO

Açúcar de Saturno: Conhecido como *Sacharum Saturni*, é um sal adocicado obtido pela união de um íon acetato com chumbo, formando acetato de chumbo.

Adepti: Uma pessoa que possui o segredo da pedra filosofal e pode transformar metais comuns em ouro.

Antimônio: Sulfeto de antimônio. Era o mineral e não o elemento puro.

Aqua Fortis: Ácido nítrico, geralmente obtido pela destilação de minerais com nitrato.

Água régia: Um líquido que pode corroer o ouro, geralmente composto por uma mistura 3:1 de ácido nítrico e ácido clorídrico.

Ar: Um dos elementos de Aristóteles. No procedimento alquímico do século XVII era considerado como tal qualquer material no estado gasoso.

Argiopéia: Arte de transformar em prata os metais baratos e comuns.

Cal: Basicamente óxido de cálcio obtido pela calcinação de minerais contendo carbonato de cálcio.

Calcinação: Processo alquímico de decomposição regido pelo signo zodíaco de Áries.

Caput Mortuum: Material residual depois de uma evaporação ou destilação.

Ceratização: Processo alquímico de modificação regido pelo signo zodíaco de Sagitário.

Crisopéia: Arte de transformar em ouro os metais baratos e comuns.

Chumbo doce: Conhecido como *Plumbum Dulcis*, também é um sal de chumbo com sabor adocicado. É conhecido hoje como nitrato de chumbo.

Congelamento/Coagulação: Processo alquímico de modificação regido pelo signo zodíaco de Touro.

Cristais de Luna: Nitrato de prata (AgNO_3). Material amargo que pode ser obtido como corpo de fundo da destilação do líquido proveniente da corrosão de prata em ácido nítrico.

Destilação: Processo alquímico de separação regido pelo signo zodíaco de Virgem.

Digestão: Processo alquímico de decomposição regido pelo signo zodíaco de Leão.

Dracma: Unidade de medida. Existem dois valores para a dracma: um valor para objetos em geral (*avoirdupois*) que corresponde a 1,77 gramas e outro, para pesar metais precisos, gemas e medicamentos (*troy*) que corresponde a 3,89 gramas. Esta última também era chamada de dracma apotecária e, provavelmente, foi a utilizada para experimentos em laboratório.

Espagíria: Arte de separar os componentes de uma mistura, purificá-los e reagrupá-los para fins específicos.

Espírito: Matéria sutil. Geralmente são considerados como tal líquidos voláteis obtidos por destilação.

Espírito da Fuligem: Material volátil obtido por destilação da fuligem, rico em carbonato de amônio.

Espírito da Madeira: Metanol obtido pela destilação de lascas de madeira.

Espírito da Urina: Obtido pela sucessiva destilação de urina, basicamente é formado por carbonato e hidróxido de amônio.

Espírito das cinzas da madeira: Material volátil obtido por destilação das cinzas, rico em hidróxidos de amônio.

Espírito de chifre de veado: Material obtido pela destilação de lascas de chifre de veado. O material obtido é rico em carbonato de amônio.

Espírito do Nitro: Ácido nítrico, geralmente obtido pela destilação do salitre.

Espírito do Sal: Ácido clorídrico, geralmente obtido pela destilação do sal marinho.

Espírito do Sangue: Material volátil obtido por destilação do sangue. Mistura orgânica complexa rica em amônia.

Espírito do Vinagre: Material obtido mediante destilação do vinagre. Certamente é uma solução de ácido acético.

Espírito do Vinho: Líquido obtido pela destilação do vinho, conhecido atualmente como álcool etílico.

Fermentação/Putrefação: Processo alquímico de decomposição regido pelo signo zodíaco de Capricórnio.

Filtração: Processo alquímico de separação regido pelo signo zodíaco de Escorpião.

Fixação: Processo alquímico de modificação regido pelo signo zodíaco de Gêmeos.

Iatroquímica: Arte de produzir fármacos e remédios.

Júpiter: Deus do dia na mitologia romana; Zeus na mitologia grega. Classicamente associado em alquimia com o elemento estanho (Sn).

Libra: Unidade de medida de peso. Existem diversos valores para a libra, seu valor internacional para produtos em geral (*avoirdupois*) corresponde a 453,59 gramas. A libra *troy* ou apotecária para metais preciosos, jóia e medicamentos corresponde a 373,24 gramas.

Litargírio: Óxido de chumbo II (PbO), uma das formas mineiras do chumbo.

Luna: Nome latino para lua, astro classicamente associada em alquimia com o elemento prata (Ag).

Luna Fixa: Massa sólida e disforme de cloreto de prata.

Marte: Deus da guerra na mitologia romana; Ares na mitologia grega. Classicamente associado em alquimia com o elemento ferro.

Menstruum: Pode ser considerado o solvente de uma solução.

Mercúrio: Mensageiro dos deuses na mitologia romana; Hermes na mitologia grega. Classicamente associado em alquimia com o elemento mercúrio [Quicksilver] (Hg). Era também um dos princípios de Paracelso, responsável pela fluidez e volatilidade de um corpo.

Mínio: Óxido de Chumbo IV (Pb₃O₄), obtido pela calcinação de minerais de chumbo.

Multiplicação: Processo alquímico de união regido pelo signo zodíaco de Aquário.

Óleo de Tártaro: Carbonato de potássio. Obtido por forte calcinação do tártaro, o material geralmente deliquesce e vira solução aquosa com a umidade do ar.

Óleo de Vitríolo: Ácido Sulfúrico, geralmente obtido pela destilação de minerais com enxofre.

Onça: Unidade de medida britânica. Existem dois valores para a onça: um valor para objetos em geral (*avoirdupois*) que corresponde a 28,35 gramas e outro, para pesar metais preciosos, gemas e medicamentos (*troy*) que corresponde a 31,10

gramas. Esta última também era chamada de onça apotecária e, provavelmente, foi a usada para experimentos em laboratório.

Projeção: Nos textos alquímicos essa palavra é associada com a ação do alquimista em adicionar uma pequena porção de um líquido sobre uma grande quantidade de metal para transmutá-lo. É um processo alquímico de união regido pelo signo zodiaco de Peixes.

Quimiatria: Sinônimo de latroquímica.

Regulus de Antimônio: Antimônio metálico.

Sal: Um dos princípios alquímicos de Paracelso. No procedimento alquímico era considerado como tal um material sólido que afeta fortemente o palato.

Sal de Glauber: Sulfato de sódio.

Sal Marinho: Obtido pela evaporação da água do mar. Apesar de existirem outros sais, pode ser considerado basicamente como formado por cloreto de sódio.

Salitre: Nitrato de potássio.

Saturno: Deus da agricultura, justiça e força; Cronos na mitologia grega. Classicamente associado em alquimia com o elemento chumbo (Pb).

Sol: Astro classicamente associado em alquimia com o elemento Ouro (Au).

Solução: Processo alquímico de união regido pelo signo zodiaco de Câncer.

Sublimação: Processo alquímico de separação regido pelo signo zodiaco de Libra.

Sublimate: Cloreto de mercúrio II (HgCl_2).

Terra: Um dos elementos de Aristóteles. No procedimento alquímico medieval era considerado como tal um material sólido que não afeta fortemente o palato.

Vênus: Deusa do amor e da beleza na mitologia romana; Afrodite na mitologia grega. Classicamente associada em alquimia com o elemento cobre (Cu).

Vinagre: Material obtido pela corrupção (oxidação) do vinho. O nome vem do Francês e quer dizer vinho azedo.

Xarope de Violetas: Uma sopa de folhas esmagadas de violeta que era usado como indicador de pH. Ficava verde na presença de um álcali e vermelho na presença de um ácido.