

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
PUC-SP

ALEXANDRE ALVES DE ARAUJO COSTA

Humphry Davy e a química agrícola: contribuições do  
conhecimento químico à prática agrícola na Inglaterra do  
início do século XIX

Dissertação de Mestrado: História da Ciência

SÃO PAULO  
2010

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

ALEXANDRE ALVES DE ARAUJO COSTA

Humphry Davy e a química agrícola: contribuições do conhecimento químico à prática agrícola na Inglaterra do início do século XIX

História da Ciência

Dissertação apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para a obtenção do título de Mestre em História da Ciência, sob a orientação da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Helena Roxo Beltran.

SÃO PAULO  
2010

## **Banca Examinadora**

---

---

---

“Eu tenho aprendido mais com meus erros do que com meus sucessos.”

*"I have learned more from my mistakes than from my successes."*

Humphry Davy

## Agradecimentos

Agradeço à minha mãe Maria Alves de Araujo e ao meu pai Manoel Costa de Oliveira Filho (*In memoriam*), sem eles nada disso seria possível.

Agradeço à minha esposa Silvelaine Campos de Sousa pelo apoio incondicional, sempre ao meu lado e ao meu querido filho Emanuel de Sousa Costa que veio iluminar o meu caminho.

Agradeço aos meus irmãos Paula de Oliveira Santana pelo apoio e as várias horas de discussão, Rafael Araujo Costa de Oliveira pelo apoio e a preciosa ajuda com relação aos recursos tecnológicos, Juliano Araujo Costa de Oliveira pelo apoio e a disposição a ajudar e Roberta Costa de Oliveira pelo apoio e incentivo.

À Professora Dr<sup>a</sup>. Maria Helena Roxo Beltran pela paciente e compreensiva orientação.

Agradeço a todos os professores que tive durante o período do mestrado: Prof<sup>o</sup>. Dr. Paulo José Carvalho da Silva, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Maria Haddad Baptista, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vera Cecília Machline, Prof<sup>o</sup>. Dr. José Luiz Goldfarb, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Márcia Helena Mendes Ferraz.

Agradeço a meu primo Ricardo de Oliveira Fernandes por sempre me ouvir e pelas valiosas sugestões.

Agradeço aos meus grandes amigos e incentivadores Sérgio e Leticia, Paulo e Renata, Streyker e Daniela, Alex, Adonis, Emerson (“Murphys”), Sabino e Marcelo Peruca.

## Resumo

A agricultura, atividade de fundamental importância para o ser humano, é uma via de acesso à aplicação do conhecimento químico à prática. Além disso, uma certa preocupação teórica também se configurou como um dos contornos em que se delineava a prática agrícola do final do século XVIII e início do século XIX, com vistas ao melhoramento técnico.

Humphry Davy, que durante sua carreira desenvolveu vários estudos com latente preocupação prática, inicia em 1802 um ciclo de palestras sobre química agrícola, apoiadas pelo *Board of Agriculture*, que se estenderam até 1812, culminando com a publicação do livro *Elements of Agriculture* em 1813.

Davy é normalmente conhecido por seus trabalhos envolvendo eletricidade e a posterior identificação de vários elementos químicos. Em suas pesquisas, manifestava grande interesse em relação à natureza e à composição da matéria, o que não se mostrou diferente nas pesquisas agrícolas.

À luz da atual historiografia da ciência, este trabalho pretende analisar como Humphry Davy explicava os fenômenos ligados à vegetação, além da relevância do seu livro às práticas agrícolas.

Palavras-chave: Química agrícola; História da química; Humphry Davy; combinação química; Roger Boscovich.

## Abstract

The agriculture, activity of primal importance for the human being, it is indeed a route of access for the application of the chemical knowledge towards its practice. Besides that, a sort of theoretic concern that also configured itself as one of the outlines on which was delineated the agricultural practices at the end of XVIII century and beginning of the XIX century, aiming the technical development.

Humphry Davy, who during his career developed several studies with latent practical concerns, starts in 1802 one cycle of lectures about agricultural chemistry, supported by the Board of Agriculture, which extended until 1812, culminating with the publication of the book *Elements of Agriculture* in 1813.

Davy, is usually known by his works with electricity and the posterior identification of several chemical elements. In his researchs, showed great interest towards nature and the composition of the matter, what was not different on agricultural researchs.

Under the light of current historiography of science, this work intends to analyze how Humphry Davy used to explain the phenomena linked to vegetation, besides of the relevance of his books to agricultural practices.

Keywords: Agricultural chemistry, Humphry Davy, Chemical combination, Roger Boscovich.

# Índice

<b>Introdução</b> .....	<b>07</b>
<b>Capítulo 1 – Agricultura como ferramenta para o desenvolvimento industrial na Inglaterra no início do século XIX</b> .....	<b>09</b>
1.1 – Estrutura social agrícola inglesa.....	09
1.2 – Os cercamentos .....	11
1.3 – Mudanças adotadas nas práticas agrícolas .....	14
<b>Capítulo 2 – A composição química como chave para a condução dos trabalhos agrícolas</b> .....	<b>25</b>
2.1 – A química conectada à agricultura .....	25
2.2 – O modelo de Boscovich e os trabalhos de Davy .....	47
<b>Considerações finais</b> .....	<b>54</b>
<b>Bibliografia</b> .....	<b>58</b>

## Introdução

A Inglaterra no final do século XVIII e início do século XIX passava por grandes transformações, graças a uma série de fatores como o desenvolvimento industrial, o crescimento das cidades, o estabelecimento de uma rede comercial e as inovações no campo.

Imbuídos de um espírito inovador advindo, principalmente, do desenvolvimento industrial, um grupo de grandes proprietários de terra e estudiosos da prática agrícola sob o signo do *Board of Agriculture* convidam Humphry Davy para ministrar um ciclo de palestras acerca da condução da agricultura segundo os preceitos químicos.

Este trabalho pretende analisar a obra do estudioso inglês concernente a prática agrícola, visando identificar as contribuições de tais pesquisas.

Também procuramos trazer à tona a concepção de matéria de Davy à luz de suas explicações, em termos de combinações químicas, dos fenômenos da vegetação.

Esta dissertação baseou-se no estudo dos seguintes originais: *On the Analysis of soils, as connected with their improvement*, publicado em 1805 e *Elements of Agricultural Chemistry, in a course of lectures for the Board of Agriculture*, publicado em 1813.

O primeiro capítulo está voltado ao estudo de aspectos sociais, políticos, econômicos e técnicos no período da revolução industrial, com o objetivo de descrever, ainda que brevemente, os primeiros movimentos em torno do melhoramento produtivo agrícola, em meio aos quais a obra em análise foi produzida.

O segundo capítulo focalizará nos trabalhos e pesquisas, no que tange à agricultura, dando especial atenção à determinação da composição química dos solos, bem como, a possíveis explicações para a ocorrência dos fenômenos em questão.

Por fim, nos deteremos sobre a possibilidade de utilização de modelos atômicos, nos escritos de Humphry Davy, com a intenção de auxiliar na explicação dos fenômenos da vegetação.

Esperamos com este trabalho contribuir para os estudos em história da química, particularmente no que se refere às relações entre química e agricultura na Inglaterra do início do século XIX.

# **Capítulo 1 – Agricultura como ferramenta para o desenvolvimento industrial na Inglaterra do início do século XIX**

## **1.1 – Estrutura social agrícola inglesa**

A agricultura, assim como a siderurgia, a metalurgia e o fabrico de tecidos tiveram papel relevante durante a revolução industrial do final do século XVIII e início do século XIX.

A química forneceu subsídios teóricos e práticos a essas e tantas outras atividades, apoiando o crescimento industrial num período onde tanto o desenvolvimento industrial como a química estão se firmando, cada um com seus objetivos específicos.

Particularmente a Inglaterra deste período passa por grandes transformações o que se refletia nos costumes de uma sociedade que ainda guardava atributos feudais em convivência com novas formas de produção da vida e do cotidiano.

Os ingleses souberam aproveitar e mesmo criar tais condições capazes de fomentar a revolução industrial, processo de profundas transformações de cunho econômico, social, político, científico e tecnológico, via inovações técnicas, urbanização, aceleração do crescimento das economias interna e externa, conquista de novos mercados, formação de uma infra-estrutura capaz de promover o crescimento da nascente indústria.<sup>1</sup>

Num primeiro momento a indústria têxtil experimentou um enorme desenvolvimento. Entre 1750 e 1769 a exportação britânica de tecidos

---

<sup>1</sup> Ver por exemplo: Iglésias. Revolução Industrial; Woodward. Uma História da Inglaterra.

aumentou mais de dez vezes<sup>2</sup>, porém, ela não mantém muitos vínculos com outras indústrias e nem gera novas atividades em suas inter-relações com o restante da economia. Já a indústria siderúrgica, por exemplo, desempenha um papel mais poderoso e penetrante no processo de industrialização britânica, na procura de ferro e carvão, na redução de custos numa ampla série de bens manufaturados bem como nas indústrias de transporte e construção<sup>3</sup>.

Dessa forma, a Inglaterra naquele período passou de uma economia baseada em madeira e água para uma estrutura econômica alicerçada na produção do carvão e do ferro<sup>4</sup>.

Na agricultura, a Inglaterra se configura como um país de grandes propriedades e grandes fazendas, no entanto, existia uma classe numerosa de pequenos proprietários fundiários e arrendatários habituais. Tal classe era chamada de *yeomanry*<sup>5</sup>.

O *yeoman*, por excelência, era o camponês livre que possuía o campo no qual vivia e que o explorava pessoalmente, este era o chamado *freeholder*. Porém, a denominação se estendia também ao arrendatário hereditário, cuja família cultivava o mesmo solo há várias gerações, este era conhecido como *copyholder*. Ainda em certas regiões o possuidor de um arrendamento vitalício era denominado de *leaseholder for life*<sup>6</sup>.

Nessa estrutura social agrícola, acima do *yeoman* estava o *squire*, o nobre da província, que mesmo pobre desempenhava as funções de juiz de paz e servia como oficial na milícia e, por fim, abaixo dele, o arrendatário foreiro, mesmo rico, não era dono da terra que ocupava e não trabalhava

---

<sup>2</sup> Hobsbawn. Era das Revoluções, 50.

<sup>3</sup> Iglésias. Revolução Industrial, 63.

<sup>4</sup> Ibid., 66.

<sup>5</sup> Mantoux. A Revolução Industrial, 121.

<sup>6</sup> Ibid., 122.

apenas para si. Assim, apesar da complexa estrutura social do campo, o que caracterizava a classe dos *yeomen* era sua independência<sup>7</sup>.

A grande maioria das pessoas pertencentes a esta classe trabalhavam as terras de modo a retirarem somente o necessário para sua sobrevivência, sem maiores pretensões aparentes, visto que em alguns casos as terras passavam de geração em geração sem grandes mudanças nas formas de cultivo, por exemplo.

As terras aráveis estavam, em geral, reunidas em três campos, onde ocorria um sistema de rotação de culturas muito antigo: um primeiro campo era semeado com trigo ou cevada; o segundo, com aveia, ervilha e feijão; o terceiro ficava em repouso. A cada primavera, o solo que acabava de repousar durante um ano era novamente semeado. Aquele que acabara de produzir uma colheita era preparado para uma segunda e aquele que fora cultivado por dois anos consecutivos era deixado em repouso<sup>8</sup>.

## **1.2 – Os cercamentos**

Com o passar do tempo ganha força um movimento que já ocorria desde o século XVI, passando pelo XVII e chegando até o século XVIII, ou seja, os chamados *enclosures acts* ou cercamentos. Segundo Mantoux, o processo de cercamento nos séculos XVI e XVII apresenta uma diferença marcante em relação ao ocorrido no século subsequente, pois, nos primeiros o movimento se deu sem o apoio dos governantes, com até uma certa oposição, ao passo que

---

<sup>7</sup> Ibid., 122-23.

<sup>8</sup> Ibid., 133.

posteriormente o processo de cercamento das terras aconteceu com o suporte governamental<sup>9</sup>.

Para Hobsbawn isto seria o que ele chama de solução britânica do problema agrário, em suas palavras:

A solução britânica do problema agrário, singularmente revolucionária, já tinha sido encontrada na prática. Uma relativa quantidade de proprietários com espírito comercial já quase monopolizava a terra, que era cultivada por arrendatários empregando camponeses sem terra ou pequenos agricultores<sup>10</sup>.

O processo de cercamento das terras foi o grande responsável pelo desaparecimento dos *yeomanry*. Além disso, os cercamentos alheios às decisões do Parlamento, isto é, por compras particulares ou reunião de proprietários por ocasião da expiração dos contratos de arrendamento também contribuíram<sup>11</sup>.

Dessa forma, a maior parte do pequeno campesinato inglês se reduziu ao regime de assalariamento agrícola, às condições de extrema pobreza, ao regime salarial industrial ou à emigração para as colônias de povoamento.

Graças a esse processo de concentração fundiária, chegou-se, por exemplo, na metade do século XIX com grandes parcelas de terras sob o domínio de uma pequena quantidade de proprietários, os chamados *landlords*. Assim, 2000 dessas propriedades variavam entre 100000 hectares a 400000 hectares, o que juntas equivaliam a um terço do país<sup>12</sup>.

Ainda em benefício próprio os *landlords* conseguiram mudanças nas chamadas *Corn Laws*, legislação concebida no princípio da Idade Média que limitava as exportações agrícolas. Por conseguinte, a partir de 1815, as

---

<sup>9</sup> Ibid., 139.

<sup>10</sup> Hobsbawn, Era das Revoluções, 47.

<sup>11</sup> Mantoux. A Revolução Industrial, 174.

<sup>12</sup> Mazoyer & Roudart, História das Agriculturas, 382-83.

importações de cereais chegaram até a ser proibidas sempre que o preço atingia um certo limite inferior<sup>13</sup>.

Essas medidas abriram espaço para preservar a agricultura inglesa, mantendo-a num nível compensador aos preços internos dos cereais e, conseqüentemente, favorecendo o aumento de impostos agrícolas e as rendas dos proprietários fundiários. Estes, por sua vez, investiam parte de suas rendas em negócios imobiliários, em extração mineral, negócios industriais, comerciais e bancários<sup>14</sup>.

As terras que passavam pelo processo de cercamento eram conhecidas como *open fields*, que seriam extensões de terras nas quais as propriedades de vários possuidores estão dispersas e misturadas. Alguns utilizavam o solo como proprietários livres, os outros ocupando-o por uma espécie de arrendamento perpétuo. Essas propriedades estavam subdivididas em um grande número de parcelas que se intercalavam e se emaranhavam, sendo este o traço mais característico do *open fields system*<sup>15</sup>.

Além dos *open fields*, outras terras que passaram por este procedimento foram as chamadas *common lands*. Essas terras não tinham um dono formal porque eram consideradas sem valor, eram de uso coletivo e ficavam incultas, sendo utilizadas pelos camponeses para mandarem para lá seus animais, principalmente, os carneiros que conseguiam encontrar alimento em solos abandonados e irregulares<sup>16</sup>.

Dessa forma, podemos dizer que o *enclosure* foi o procedimento que serviu para transformar as terras sem cercados do *open field* e as pouco

---

<sup>13</sup> Ibid., 383.

<sup>14</sup> Ibid.

<sup>15</sup> Mantoux. A Revolução Industrial, 128-129.

<sup>16</sup> Ibid., 134-135.

utilizadas *common lands* em propriedades fechadas, ou seja, agrupar parcelas de terras e distribuir terras indivisas em domínios compactos e completamente independentes, fornecendo as condições para seus proprietários utilizarem-nas da forma que lhe fosse mais conveniente.

### **1.3 – Mudanças adotadas nas práticas agrícolas**

Com enormes extensões de terras, os grandes proprietários passam a se valer das inovações e dos melhoramentos propostos naquele momento. Entre os primeiros encontram-se os métodos apontados por Jethro Tull (1674-1741) com a publicação do livro *The new horse hoeing husbandry, or an essay on the principles of tillage and vegetation* em 1731.

A partir de proposições de cunho essencialmente práticos, oriundos da observação e comparação de métodos empregados na França, Holanda e Alemanha e de pesquisas e experiências levadas a cabo em sua propriedade, Jethro Tull sugere os seguintes procedimentos, nas palavras de Mantoux:

...Foi um dos primeiros a conceber a moderna noção de cultura intensiva: recomendou o esterroamento e a lavra profundos, as rotações contínuas, que faziam a terra produzir, sem cansá-la, uma sucessão de colheitas variadas e suprimiam o desperdício dos pousios. Ele explicou a importância das forragens de inverno e o proveito que se podia obter das plantas de raízes suculentas, tais como o nabo e a beterraba. Aquilo que fazia sua grande originalidade é que ele queria substituir a tradição imóvel por um método fundado na observação e no raciocínio...<sup>17</sup>

É notório o desejo de Tull em eliminar a utilização do antigo sistema de pousio, que se configurava num método de controle de ervas daninhas e de preparação do solo para o cultivo de cereais. Entretanto, ainda não há uma preocupação teórica com os métodos propostos, que são fundamentalmente empíricos.

---

<sup>17</sup> Ibid., 146.

Os trabalhos desenvolvidos por Jethro Tull também demandaram atenção à invenção de equipamentos mecânicos capazes de viabilizar as tarefas de preparação da área a ser cultivada, como por exemplo, a invenção da sementeira e da carpideira mecânicas puxadas por cavalo no início do século XVIII. O papel desta última, por exemplo, não se limitava ao controle de ervas daninhas, mas também revolver o solo o mais intensamente possível durante o período de crescimento das plantas<sup>18</sup>.

As medidas aconselhadas por Jethro Tull refletiam sua concepção de nutrição vegetal, acreditando que as plantas se nutriam de partículas de solo. Daí, a preocupação em revolver o solo intensamente com o intuito de facilitar a nutrição das plantas.

A partir de então, assiste-se a um aperfeiçoamento e generalização de um sistema de cultura conhecido há muito tempo. Com isso, inicia-se o cultivo de novas espécies de plantas, incluindo raízes como a beterraba e o nabo, já citadas anteriormente, tubérculos como a batata, já desde a descoberta da América, e plantas industriais (têxteis e tintoriais), além de diversas variedades de leguminosas.

O princípio fundamental das mudanças empreendidas no antigo sistema de rotação, que já era conhecido também há algum tempo, consistia em não plantar uma mesma espécie vegetal, sobretudo cereais, por seguidas vezes.

Entretanto, as modificações assumidas, oriundas da grande quantidade de informações sobre as mais diversas culturas, se pautava em estabelecer a posição de cada cultura no esquema de rotação, assim, iniciava-se o plantio com uma planta exigente (raízes e tubérculos, por exemplo) em termos da

---

<sup>18</sup> Romeiro, “Agricultura Europeia”, 10-1.

capacidade de suportar uma carga elevada carga de fertilizantes e também em relação à preparação do solo. Vale ressaltar que os fertilizantes, neste momento, se restringiam ao esterco proveniente das criações de animais<sup>19</sup>.

A seguir semeava-se uma outra planta exigente quanto ao preparo e fertilidade do solo, por exemplo um cereal como o trigo, assim seria possível aproveitar o bom estado da área de cultivo proveniente da cultura anterior<sup>20</sup>.

Então, recomendava-se semear uma cultura de leguminosas de forma a controlar o aparecimento de ervas daninhas que poderiam começar a rebrotar e também ajudaria a recuperar a fertilidade do solo, via a fixação de nitrogênio atmosférico realizado por este tipo de cultura<sup>21</sup>, como se explicaria nos dias de hoje.

Por último, introduzia-se na rotação uma cultura de cereais menos exigente, como a cevada ou aveia, aproveitando assim a recuperação parcial do solo, proporcionada pelo cultivo anterior<sup>22</sup>.

Este sistema de rotação carrega consigo a vantagem, em relação ao antigo sistema de rotação com pousio, de manter o campo de cultivo sempre ativo, ou seja, produzindo o tempo todo.

Todavia, a adoção desse sistema de rotação, baseado na seleção de espécies vegetais a serem cultivadas a partir do estado do solo, demandava muito mais trabalho inicialmente do que o sistema de rotação anterior, o que se impunha como um obstáculo à adoção dessa prática por parte dos pequenos agricultores.

---

<sup>19</sup> Ibid., 6-7.

<sup>20</sup> Ibid.

<sup>21</sup> Ibid.

<sup>22</sup> Ibid.

Em relação à fertilidade dos solos cultivados, que obviamente tem uma forte influência no aumento da produção, pelo novo modelo de rotação poderíamos explicá-lo pelo cultivo de forrageiras, que está diretamente ligado ao aumento da quantidade de esterco devido ao favorecimento do crescimento da criação de animais. Além disso, a presença de leguminosas no sistema e da exploração mais intensa do solo via a cultura de novos vegetais se configuram práticas vantajosas.

Todavia, em todos os casos há a necessidade de uma disponibilidade suplementar de minerais presente no solo que não podem ser explicadas somente pela incorporação de esterco proveniente das culturas forrageiras consumidas pelos rebanhos e pela fixação do nitrogênio atmosférico. Esse aporte necessário de minerais no solo é explicado por Mazoyer e Roudart da seguinte forma:

Ocupação do solo duplicada, drenagem e lixiviação reduzidas, maior volume de biomassa produzida e reciclada, aumento do teor do solo em húmus e, finalmente, o forte aumento das disponibilidades minerais exportáveis pelas colheitas, tais eram, no fundo, as razões pelas quais o modo de renovação da fertilidade dos novos sistemas tornou-se mais eficiente que o antigo<sup>23</sup>.

Esse novo sistema de cultura tem seu apogeu no século XVIII. Basicamente ele se pautou em buscar indiretamente o aumento dos rendimentos cerealíferos via a substituição dos pousios por culturas forrageiras permitindo o aumento da criação animal e a produção de esterco.

Assim, através do cultivo de forrageiras, ao invés do descanso do solo entre as safras de cereais, fomentou-se dobrar a quantidade do gado, a produção de esterco, a força de tração animal, bem como todos os outros

---

<sup>23</sup> Mazoyer & Roudart, História das Agriculturas, 362.

produtos provenientes da criação como: lã, peles, carne, leite, entre outros. Da mesma forma, a área cultivada permanece ativa e fértil por longos períodos.

Do final do século XVIII em diante há um período de inovação agrícola a partir dos trabalhos de vários autores, com foco, por exemplo, na utilização de adubos, o que demanda o domínio de conhecimentos químicos.

Bispo Watson, em seu *Chemical essays* publicado em cinco volumes entre 1793-1796, descreve alguns fertilizantes inorgânicos, refuta a noção de que neve era melhor para a vegetação do que chuva porque esta era mais “nitrogenada” e discute a ideia de que a água pode ser transmutada em terra ao aquecê-la ou no crescimento das plantas como no famoso experimento de Van Helmont<sup>24</sup>.

Em 1795, Archibald Cochrane (1748-1831) publicou o livro *A Treatise, shewing the intimate connection that subsists between agriculture and chemistry*. Nele é discutida a natureza química dos vegetais, dos solos, das rochas e dos fertilizantes. A segunda metade do livro é de cunho prático com conselhos específicos para o melhoramento do solo após testes químicos terem determinado a proporção de seus componentes<sup>25</sup>.

Nestes e outros escritos começa a ser desenhado a tendência de se valer dos conhecimentos químicos com vistas ao desenvolvimento e melhoramento das técnicas agrícolas, ou seja, a aplicação da química à atividade prática, característica marcante deste período.

O reordenamento fundiário e o advento da grande indústria guardam uma relação estreita via os melhoramentos agrícolas originando a formação

---

<sup>24</sup> Knight, “Agriculture and Chemistry”, 187.

<sup>25</sup> Ibid., 190.

dos grandes centros industriais como observam Mark Overton e Bruce Campbell:

Na verdade, o progresso na agricultura fornece uma das chaves do crescimento econômico, liberando capital, matérias-primas, e trabalho para expandir setores comerciais e industriais, e fornecendo um mercado vital para seus produtos e serviços. A Inglaterra forneceu o exemplo clássico desse processo: a base de sua revolução industrial no final do século XVIII e início do XIX foi prevista por um significativo aumento na produtividade da terra e, mais significativamente, do trabalho na agricultura durante séculos imediatamente anteriores<sup>26</sup>.

No final do século XVIII foi criado, com Sir John Sinclair (1754-1835) como presidente e Arthur Young (1741-1820) como secretário, o *Board of Agriculture*, de acordo com Mulatti:

Um pequeno grupo de aristocratas ingleses, do qual faziam parte ricos senhores de terras (com ou sem título), procurou adaptar-se aos novos tempos e aos novos modelos de produção, acreditando que o espírito empreendedor existente na revolução industrial, aplicado à agricultura e junto a um esquema de filantropia, poderia diminuir as condições de pobreza e tensões sociais, evitando assim um cataclismo social.<sup>27</sup>

Este grupo era adepto dos cercamentos, sendo assim, quando se menciona um sistema de filantropia é no mínimo passível de discussões mais aprofundadas, visto as conseqüências advindas de tal procedimento que acarretaram mudanças profundas na natureza da exploração e no emprego da mão-de-obra. De qualquer forma Arthur Young sai na defesa e justifica o movimento da criação de grandes propriedades:

...comparava as grandes explorações às grandes oficinas e, após citar o famoso texto de Adam Smith sobre a fábrica de alfinetes, acrescentou: 'A agricultura não comporta uma divisão do trabalho tão rigorosa, pois é impossível que um homem passe toda sua vida a semear, outro a lavrar, outro a fazer sebes, outro a cavar, e assim por diante. Porém, quanto mais nos aproximarmos dessa situação melhor será. Ora, a divisão do trabalho só pode se efetuar numa grande fazenda: numa pequena, o mesmo homem é pastor, boieiro, lavrador e semeador. Ele troca de trabalho e interesse dez

---

<sup>26</sup> Campbell & Overton, ed., *Land, Labour, and Livestock*.

<sup>27</sup> Mulatti. "Royal Institution", 14.

vezes num só dia e, conseqüentemente, não adquire nenhuma aptidão especial para nenhum trabalho particular'. As terras dos *yeomen* eram mal cultivadas, 'morada da rotina e da miséria...'<sup>28</sup>

Imbuídos do sentimento empreendedor e convictos dos benefícios que poderiam obter através dos conhecimentos químicos, convidam Humphry Davy (1778-1829) para ministrar um ciclo de palestras sobre química agrícola que se inicia em 1802 e perdura até 1812, culminando com a publicação, em 1813, do livro *Elements of Agricultural Chemistry* reunindo o conteúdo proferido e discutido em tais palestras.

Humphry Davy construiu sua reputação a partir de seus estudos sobre óxido nitroso<sup>29</sup>, quando superintendente do *Medical Pneumatic Institution*. Seus trabalhos sobre eletrólise, a partir do conhecimento da pilha de Alessandro Volta (1745-1827), o permitiu isolar os elementos químicos, sódio e potássio, entre outros, além de várias pesquisas acerca das propriedades e natureza de diversas substâncias. Foi presidente da *Royal Society* de 1820 à 1827. Em seus escritos criticou as pesquisas de estudiosos franceses como, por exemplo, Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) e seu princípio acidificante, além de sua doutrina do calórico<sup>30</sup>, também se envolveu em controvérsias com

---

<sup>28</sup> Mantoux, A Revolução Industrial, 166.

<sup>29</sup> Davy trabalhando com Thomas Beddoes em seu *Medical Pneumatic Institution* e mais tarde na *Royal Institution* descobriu as propriedades anestésicas do óxido nitroso. Segundo suas pesquisas essa substância seria composta de 63,3% de N e 36,7% de O. Essa substância, óxido nitroso, seria hoje o que conhecemos como óxido de dinitrogênio (N<sub>2</sub>O). Para mais informações acerca das pesquisas de Davy sobre as propriedades do óxido nitroso ver: June Z. Fullmer. Young Humphry Davy – the making of an experimental chemist, p. 211-283.

<sup>30</sup> Nos trabalhos do pensador Antoine Lavoisier e seu grupo o princípio acidificante seria um elemento, no caso o oxigênio, responsável pelas propriedades ácidas das substâncias. Já o calórico seria o princípio do calor, ou seja, princípio imponderável cuja quantidade maior ou menor num corpo define seu estado físico; dá a propriedade de elasticidade aos gases por sua tendência a expansão. Para mais informações ver: Ana Maria Alfonso-Goldfarb e Márcia Helena Mendes Ferraz. "As Possíveis Origens da Química Moderna". Química Nova 16, 1 (1993): 63-68; Danielle Fauque. "O Papel Iniciador de Lavoisier". Química Nova 18, 6 (1995): 567-573.

outros, como a primazia pela descoberta do elemento químico iodo entre o estudioso inglês e o francês Joseph Gay-Lussac (1778-1850).<sup>31</sup>

Uma das marcas características da obra de Humphry Davy era sua versatilidade, assim levava a cabo vários estudos concomitantemente, algo comum durante sua carreira, e sempre com forte apelo às aplicações dos conhecimentos químicos à prática, característica que se delineava com intensidade nesta época.

Em seu livro *The Elements of Chemical Philosophy*, publicado em 1812, o pensador inglês apresenta sua concepção de transformação química e chama atenção logo na introdução em relação ao que define como as bases da filosofia química.

A maioria das substâncias que pertencem ao nosso globo estão constantemente sofrendo alterações nas qualidades sensíveis, e uma variedade de matéria transmuta-se em outra.

Tais mudanças, se naturais ou artificiais, se lentamente ou rapidamente apresentam-se, são chamadas de químicas; assim a gradual e quase imperceptível decomposição das folhas e galhos caídos das árvores expostos à atmosfera e a rápida combustão da madeira em nosso fogo são ambas operações químicas.

O objetivo da Filosofia Química está em verificar as causas de todos os fenômenos deste tipo e descobrir as leis pelas quais eles são governados.

O fim deste ramo do conhecimento são as aplicações das substâncias naturais para novos usos, para o crescente conforto e usufruto do homem, e a demonstração da ordem, harmonia, o projeto inteligente do sistema da Terra.

As bases da Filosofia Química são observação, experimento e analogia. Por observação, fatos são claramente e minuciosamente impressionados pela mente. Por analogia, fatos similares são conectados. Por experimento, novos fatos são descobertos; e, no avanço do conhecimento, observação, guiada pela analogia, conduzida ao experimento, e analogia, confirmada pelo experimento, torna-se verdade científica<sup>32</sup>.

---

<sup>31</sup> David M. Knight, "Humphry Davy". In: GILLISPIE, Charles Coulston, org. Dictionary of Scientific Biography. Nova Iorque, Charles Scribner's Sons, 1980, vol.3, pp. 598-604. Ver também Ricardo Ferreira. "No Bicentenário de Davy (1778-1829) e de Gay-Lussac (1778-1850)". Química Nova 1, 4 (out.1978): 36-38 e Maria Helena Roxo Beltran. "Humphry Davy e as Cores dos Antigos." Química Nova 31, 1 (2008): 181-186.

<sup>32</sup> Davy, Chemical Philosophy, 1.

Esta metodologia acompanharia Davy na condução de seus trabalhos com o intuito de se chegar ao que ele definia como “verdade científica”. Em suas investigações sobre química agrícola não foi diferente. Assim, em 1805, ele publica um pequeno trabalho intitulado *On the Analysis of Soil as Connected with their Improvement* onde apresenta técnicas capazes de promover melhorias no manejo dos solos.

Esta publicação é de cunho essencialmente prático, apresentando técnicas relativamente simples como, por exemplo, a forma mais adequada para a coleta de amostras de solo: neste item Davy descreve como efetuar as coletas de amostras de solo de várias regiões distintas e suas particularidades, como proceder com amostras extraídas do campo, de vales próximo ao leito de rios, como preservar as amostras coletadas para análise, a quantidade mais conveniente para uma perfeita análise, além da determinação de algumas propriedades como a gravidade específica, a textura, entre outras.<sup>33</sup>

Outros pontos abordados por Davy referem-se a forma de determinar a quantidade de água absorvida pelo solo, que se dá basicamente por aquecimento das amostras coletadas; também discorre acerca da separação de pedras, cascalho e fibras vegetais do solo em que propõem analisá-los separadamente. Com relação aos primeiros, aconselha a determinação de sua natureza por meio da utilização de testes com ácidos ou então, testes mais simples como a resistência ao risco de uma faca<sup>34</sup>.

Enfim, Humphry Davy discorre sobre vários testes para determinação e análise de areia e argila, análise da matéria finamente dividida do solo – a parte

---

<sup>33</sup> Davy, *Analysis of soils*, 3-11.

<sup>34</sup> *Ibid.*

mais difícil segundo Davy –, determinação da quantidade de matéria animal e vegetal finamente dividida insolúvel, entre outras<sup>35</sup>.

Vale salientar que o estudioso inglês em vários momentos se vale do advérbio “facilmente” para discorrer sobre as técnicas propostas, exceto naquela que é classificada por ele, e mencionada anteriormente, sobre o grau de dificuldade para a sua realização.

Também é passível de comentário que a maioria das análises e testes propostos por ele apresentam preocupação com a composição do solo, isto é, Davy vê neste ponto uma importante chave para a aplicação da química na agricultura.

Assim, ele dedica toda uma seção dessa primeira obra, seção II, com vistas ao melhoramento das técnicas agrícolas, para discorrer acerca das substâncias encontradas nos solos. A partir do conhecimento dessas substâncias é que se pautariam todas as análises e proposições do estudioso inglês. De acordo com suas palavras:

As substâncias, que são encontradas nos solos, são certamente misturas ou combinações de algumas terras primitivas, matéria animal e vegetal em estado de decomposição e óxido de ferro. Esses corpos sempre retêm água e existem em diferentes proporções em diferentes terras; e no fim dos experimentos analíticos são detectadas suas quantidades e forma de união<sup>36</sup>.

Nessa publicação, Humphry Davy centra-se no desenvolvimento de técnicas calcadas nos conhecimentos químicos. Podemos, dessa forma, inferir que através do experimento ele pretende fundamentar uma teoria.

Todavia, a parte de cunho essencialmente teórica, bem como diversos outros experimentos, aparecerá, alguns anos depois, em seu tratado agrícola, os *Elements of Agricultural Chemistry*.

---

<sup>35</sup> Ibid.

<sup>36</sup> Davy, *Analysis of soils*, 1.

As substâncias mais comumente encontradas nos solos são descritas quanto às suas propriedades e como parte constitutiva dos materiais pertencentes ao ambiente de estudo. São elas: “silex ou terra de pedras”<sup>37</sup> que constitui a principal parte dos cristais de rochas e compõe uma considerável parte dos solos rochosos e arenosos; argila pura<sup>38</sup> presente em solos argilosos, mas, mesmo em pequenas partículas desses solos usualmente une-se ao silex e ao óxido de ferro; carbonato de cálcio<sup>39</sup> que se apresenta misturado com outras substâncias formando os solos calcários e é também encontrada em solos arenosos leves; silicato de magnésio<sup>40</sup> quando encontrado nos solos apresenta-se combinada com ácido carbônico ou com silex e alumina; óxido de ferro encontrado em todos os solos, porém, é abundante em argilas e solos arenosos amarelos e vermelhos; compostos salinos<sup>41</sup> são encontrados nos solos em pequenas quantidades e raramente são descobertos<sup>42</sup>.

Ainda, encontram-se substâncias carbonáceas oriundas da decomposição de matéria animal e vegetal.

Com relação ao melhoramento propriamente dito dos solos, como anunciado desde o título da publicação, Davy propõe que após a detecção da infertilidade do solo, ou seja, fato depreendido da observação, proceda-se à comparação com um solo extremamente fértil na mesma vizinhança, isto é, proceda-se à analogia. Dessa forma, as diferenças encontradas e determinadas pelas análises, via experimentos, podem indicar os métodos de

---

<sup>37</sup> Nosso dióxido de silício – SiO<sub>2</sub>.

<sup>38</sup> Também chamada por Humphry Davy de “alumina”. Provavelmente sulfato de potássio e alumínio dodecaidratado – KAl(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · 12H<sub>2</sub>O.

<sup>39</sup> Carbonate of lime, oriunda da combinação do que Davy chama de lime (cal) com ácido carbônico.

<sup>40</sup> Silicato de magnésio – Mg<sub>6</sub>(Si<sub>8</sub>O<sub>20</sub>)(OH)<sub>4</sub>. Davy cita como magnésia e afirma que essa substância constitui o mineral talco oriundo da América do Norte.

<sup>41</sup> Os compostos salinos são: muriato de soda (sal comum – NaCl), sulfato de magnésio (sal de Epsom – MgSO<sub>4</sub>), muriato de potássio (KCl), sulfato de potássio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), nitrato de cálcio (Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) e álcalis fracos (Davy trata-os como compostos salinos).

<sup>42</sup> Davy, Analysis of Soils, 1-3.

cultivo e o plano de melhoramento pode ser encontrado sobre, o que o autor chama, de princípios científicos acurados<sup>43</sup>.

---

<sup>43</sup> Ibid., 13.

## Capítulo 2 – A composição química como chave para a condução dos trabalhos agrícolas

### 2.1 – A química conectada à agricultura

A principal obra do pesquisador inglês com referência à química agrícola foi seu *Elements of Agricultural Chemistry*, na qual reuniu as palestras proferidas por ele a convite do *Board of Agriculture*.

O livro consiste de oito palestras e um apêndice que apresenta experimentos com base em observações da composição química da matéria nutritiva proporcionada pela vegetação rasteira em seus diferentes estados. Após uma introdução, Davy examina os poderes e a natureza da matéria; a organização e a química das plantas; solos e suas partes constituintes; a natureza e a constituição da atmosfera e sua influência sobre os vegetais; a origem dos adubos vegetais e animais; a origem dos adubos minerais ou adubos fósseis; o melhoramento das terras pela queima, a irrigação e seus efeitos e o sistema de rotação de culturas, entre outros assuntos, culminando com a conclusão.

O grande objetivo, declarado já na parte introdutória da primeira palestra, é a sistematização da química agrícola. Humphry Davy menciona que apesar dos esforços empreendidos por importantes e competentes experimentadores, nenhum havia dedicado tempo suficiente para a realização de tal tarefa, ou seja, a sistematização dos conhecimentos agrícolas conectados aos conhecimentos químicos<sup>44</sup>.

---

<sup>44</sup> Davy, *Agricultural Chemistry*, 3.

O *Elements of Agricultural Chemistry* foi publicado inicialmente em 1812 e teve mais seis edições na Inglaterra, sendo a última em 1839. Foi traduzido para o francês e publicado na cidade de Paris em 1819, com edições em 1820 e 1838. A tradução italiana foi publicada na cidade de Florença em 1815; a tradução alemã foi publicada na cidade de Berlim em 1814 e, nos Estados Unidos, as primeiras edições apareceram nas cidades de Filadélfia e Nova York em 1815, como cópias da primeira edição inglesa e depois com edições em Hartford e Connecticut em 1819, nova edição na Filadélfia em 1821, em seguida em Pittsburg e Virgínia em 1839 e, por último, nova edição em Nova York em 1844.<sup>45</sup>

Nos Estados Unidos, o *Agricultural Chemistry* gozou de enorme prestígio por parte da comunidade de agricultores ligados às instituições de classe ou não. Além das várias edições do livro, Miles aponta que poucos livros de química tiveram tanta influência sobre o público leigo como o *Agricultural Chemistry*, que começou como uma série de palestras diante de um pequeno grupo de homens da Grã-Bretanha e acabou impulsionando toda a comunidade agrícola americana<sup>46</sup>.

Vários dos autores citados por Davy, como por exemplo Richard Kirwan, se debruçam sobre a química agrícola com a preocupação centrada na composição dos solos e dos adubos. Já Humphry Davy, além da composição, preocupa-se também com a afinidade dos elementos e sua combinação. Em suas palavras,

A química agrícola tem para todos objetos mudanças nas combinações da matéria conectadas com o crescimento e nutrição das plantas; os valores comparativos de seus produtos como alimento; a maneira na qual as terras são enriquecidas pelo

---

<sup>45</sup> Miles, “Agricultural Chemists”, 128.

<sup>46</sup> Ibid., 134.

esterco, ou tornado fértil pelos diferentes processos de cultivo. Investigações dessa natureza são interessantes e importantes, tanto para o agricultor teórico quanto para o agricultor prático. Ao primeiro, elas são necessárias para fornecer a maioria dos princípios fundamentais nos quais a teoria depende da arte. Ao segundo, elas são úteis em proporcionar experimentos simples e fáceis para direcionar seus trabalhos e para possibilitá-lo adotar um plano certo e sistemático de melhoria.<sup>47</sup>

O debate entre o conhecimento teórico e o conhecimento prático, segundo Meinel, encontra na química, desde da metade do século XVIII, a tendência de desistir da distinção estéril e restritiva entre teoria e prática, e substituí-la pela divisão do assunto entre química pura e química aplicada, o que traz consigo um reconhecimento, já na época, de uma cuidadosa construção da concepção da química como um todo.<sup>48</sup> Ou ainda, como aponta Knight, em Londres, Davy tornou-se o primeiro pregador da ciência aplicada e por fim um expoente bem sucedido dela. Em seu trabalho, vemos a transição de um velho padrão de um homem de ciência que investigava alguns processos ou máquinas para ver o que era essencial, o que podia ser melhorado e o que podia ser substituído por algo mais acessível em que novas descobertas eram empregadas em algo totalmente novo.<sup>49</sup>

Por química pura, poderíamos entender o estudo dos princípios e das leis dos fenômenos materiais e suas transformações, isto é, no caso da química agrícola de Davy, se configuraria em suas pesquisas acerca da afinidade dos elementos e sua combinação. A química aplicada seria a utilização desses conhecimentos com vistas às necessidades dos seres humanos.

---

<sup>47</sup> Davy, *Agricultural Chemistry*, 4.

<sup>48</sup> Meinel, "Theory or Practice?", 126.

<sup>49</sup> Knight, "Science and Power", 42.

Davy e seus contemporâneos herdaram de Lavoisier a idéia de que um elemento químico seria qualquer substância que não tinha ainda sido decomposta. Entretanto, a lista de elementos químicos proposta pelo estudioso francês foi alvo, por parte de Davy, de contestação em relação à natureza elementar do cloro.

Robert Siegfried destaca dois pontos essenciais ao entendimento da importância histórica dos trabalhos de Davy. Em primeiro lugar, as dificuldades conceituais e experimentais associadas a esse tempo, com o estabelecimento de qualquer substância como um elemento e, em segundo lugar, o efeito que o estabelecimento do cloro como um elemento teve sobre a teoria química contemporânea.<sup>50</sup>

No que diz respeito ao primeiro ponto levantado por Siegfried, basta nos lembrarmos que Humphry Davy se vale de um poderoso artifício, os aparatos eletroquímicos, que lhe permite decompor substâncias, que até então, não eram passíveis de decomposição pelos métodos disponíveis, e isolar elementos químicos como o sódio e o potássio, entre outros.

Outro ponto relevante seria pensarmos como o estudioso inglês e qualquer contemporâneo, neste momento, poderia distinguir o que hoje chamamos de substância simples de um elemento propriamente dito, já que eles trabalhavam basicamente com conceitos de cunho operacional.

De qualquer forma, essas pesquisas, que eram levadas a cabo paralelamente aos estudos agrícolas, acabam por abalar a estrutura do sistema lavoisierano, que tinha o oxigênio como agente responsável pela combustão e era considerado como um elemento fundamental de todos os ácidos. Dessa

---

<sup>50</sup> Siegfried, “Nature of Chlorine”, 568.

forma, com a teoria do oxigênio, o ácido muriático era pensado como composto por oxigênio e, até aquele instante, uma substância não isolada, presumivelmente um elemento.

Utilizando uma enorme bateria voltaica, Davy infere que o gás oximuriático<sup>51</sup> de Lavoisier e Berthollet era de fato um elemento, que ele chamou de cloro.<sup>52</sup> Ainda em 1808, Humphry Davy relata em seus trabalhos sobre os álcalis fixos que o oxigênio também faz parte da constituição de substâncias alcalinas, o que corrobora as conclusões feitas por ele na época e com as posteriores, de 1810, acerca da natureza elementar do cloro e da inconsistência sobre o oxigênio ser considerado o princípio acidificante como pregavam os pesquisadores franceses. Segundo Davy,

Oxigênio então pode ser considerado como um elemento existente e constituinte em todos os verdadeiros álcalis; e o princípio acidificante da nomenclatura francesa, talvez agora possa igualmente ser chamado de princípio alcalinizante.<sup>53</sup>

Para o historiador da ciência, Maurice Crosland, talvez a falha fundamental da teoria de Lavoisier foi inferir, com base no conhecimento da composição de poucos ácidos, que todos possuíam composição semelhante.<sup>54</sup>

Neste mesmo trabalho de 1808, publicado no *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, numa nota de rodapé, Davy faz menção à teoria do flogístico como capaz de explicar os novos metais encontrados. Se não vejamos:

A teoria química flogística poderia certamente ser defendida a partir da ideia de que os metais são compostos de certas

---

<sup>51</sup> Ibid. (quando ácido muriático reagia com pirolusita (MnO<sub>2</sub>), que era conhecido por conter excesso de oxigênio, produziu-se um gás que pensava-se ser a combinação desse excesso de oxigênio com o ácido muriático. Esse gás era consequentemente conhecido como gás oximuriático)

<sup>52</sup> Knight, “Lavoisier”, 273.

<sup>53</sup> Davy, On some new phenomena of chemical changes produced by Electricity, 41.

<sup>54</sup> Crosland, “Theory of Acidity”, 323.

bases desconhecidas com a mesma matéria que existe no hidrogênio; (...)  
em meus primeiros experimentos sobre a essência da base da potassa concluí que hidrogênio geralmente era produzido, eu fui conduzido a comparar a hipótese flogística com os novos fatos, e concluí que ela é plenamente adequada para a explicação.<sup>55</sup>

Em meio a suas pesquisas acerca da decomposição de álcalis, Davy promove um breve debate entre a teoria do flogístico e a teoria anti-flogística de Lavoisier. De acordo com o estudioso inglês,

A descoberta das ações dos gases destruiu a hipótese de Stahl. O conhecimento dos poderes e dos feitos das substâncias etéreas poderá, no futuro, possivelmente agir como parte semelhante com consideração à mais refinada e engenhosa hipótese de Lavoisier; mas no presente estado de nosso conhecimento, ela parece a melhor aproximação que tem sido feita para uma perfeita lógica da química.<sup>56</sup>

Podemos inferir que Davy, apesar da simpatia para com a teoria flogística, admite a funcionalidade da teoria francesa. Porém, sugere um maior conhecimento e aprofundamento dos estudos flogísticos com vistas a suplantar as idéias francesas no futuro.

Como assinalado por Ferraz, com base nas pesquisas de Siegfried e Dobbs, Humphry Davy, vinte anos depois da elaboração da teoria do oxigênio, buscou reviver a teoria do flogístico, apontando equívocos em vários pontos da teoria lavoisireana.<sup>57</sup>

Desta maneira, as menções de Davy em relação ao debate flogístico/antiflogístico, neste e em outros trabalhos, é reflexo da compreensão da questão referente à composição da matéria, que foi seguidamente discutida e modificada inúmeras vezes durante o século XVIII até a época de Lavoisier.

---

<sup>55</sup> Davy, On some new phenomena of chemical changes produced by Electricity, 33.

<sup>56</sup> Ibid.

<sup>57</sup> Ferraz, “Teoria do Flogístico”, 180.

Desde o início do século XVIII, os estudiosos da matéria valeram-se de noções vagas de princípios ou elementos oferecidos pela filosofia tradicional, como a teoria dos quatro elementos de Aristóteles e a teoria dos três princípios. No entanto, essas noções não eram muito convenientes à explicação dos fenômenos observados em laboratório.<sup>58</sup>

Durante este século, essas noções tradicionais foram gradualmente sendo modificadas e assistiu-se, por exemplo, à formação de elementos tais como as terras e princípios como os sais em categorias, incluindo diversas substâncias. Ao mesmo tempo, para propósitos comuns, criaram-se listas de substâncias que eram utilizadas como elementares na prática de laboratório. Por fim, essas listas “não-oficiais”, de tão faladas, tornaram-se “oficiais” no trabalho de Lavoisier.<sup>59</sup>

Lavoisier apresenta em seus trabalhos uma tabela de substâncias simples e comenta que “o principal objetivo dos experimentos químicos é decompor corpos naturais, daí, separadamente examinar as diferentes substâncias que entram em sua composição.”<sup>60</sup> Na parte superior de sua tabela, diz: “substâncias simples pertencem a todos os reinos da natureza, na qual podem ser consideradas como elementos dos corpos”.<sup>61</sup> Assim, não havia distinção entre o que hoje chamaríamos de substância simples e elemento, isto é, as duas terminologias denotariam a mesma entidade.

As discussões acerca da composição da matéria, neste período, viria levar ao que Duncan chama de dilema por parte dos estudiosos da matéria: usar as noções de natureza dos elementos e princípios que se desenvolveram

---

<sup>58</sup> Duncan, *Laws and Order*, 28.

<sup>59</sup> *Ibid.*

<sup>60</sup> Lavoisier, *Elements of Chemistry*, 176.

<sup>61</sup> *Ibid.*, 175.

naturalmente das necessidades da química, partindo dos conceitos filosóficos tradicionais ou, por outro lado, usar explicações mecânicas, que era a alternativa e o caminho atual mais razoável<sup>62</sup>.

Porquanto, as explicações mecânicas vinham de encontro à ideia de não se fazer suposições que não fossem apoiadas na observação e experimentação. Porém, tais explicações oriundas dos trabalhos de filósofos naturais na verdade não solucionariam essencialmente os problemas químicos.

O período em questão, o início da revolução industrial, se mostra particularmente propício a admitir pesquisas fomentadas, principalmente, na experimentação. No entanto, valorizavam também outras vias de apropriação do saber, visto a necessidade de conhecimentos a serem aplicados na indústria que aparecia e se desenvolvia. Baiardi caracteriza o período da revolução industrial da seguinte maneira:

O mesmo tem a marca de um certo amadurecimento em termos do abrandamento da polarização entre o racionalismo e o empirismo, ou seja, fortalecia-se a ideia que a representação do concreto, do supostamente real, seria igualmente dependente da observação e da experiência. Ambas as abordagens adquiriam um estatuto de reconhecimento como rotas essenciais para a busca do saber. Passava-se a reconhecer como fundamentais tanto as contribuições de Bacon, como as de Descartes, bem com a de seus respectivos seguidores.<sup>63</sup>

Fosse por meio do exercício da observação ou da realização dos experimentos, característica dos trabalhos de Humphry Davy e de outros pesquisadores da mesma época, ou por meio da junção de ambos os artifícios, o fato é que os estudiosos que se dedicavam à química tentavam encontrar uma ordem natural que não fosse pré-concebida, mas que desvendasse a natureza das substâncias químicas, aliadas à proposição de análises

---

<sup>62</sup> Duncan, *Laws and Order*, 28.

<sup>63</sup> Baiardi, “Ciências Agrárias”, 26.

quantitativas, de forma a consolidar a química como uma área do conhecimento autônoma e independente.

De posse da definição francesa de elemento, Davy aconselha iniciar-se os estudos agrícolas a partir da composição e natureza dos corpos materiais.

Com isso, quantifica quarenta e sete corpos incapazes de serem decompostos, seja por métodos de análise dependentes de instrumentos elétricos ou químicos, ou seja, quarenta e sete elementos. Então, classifica-os como: trinta e oito metais, sete corpos inflamáveis e dois gases que unem-se com os primeiros para formarem ácidos, bases, terras e corpos análogos.<sup>64</sup>

As inferências relativas à natureza dos corpos que não são passíveis de decomposição com métodos disponíveis até aquele momento, provavelmente, têm origem nas pesquisas efetuadas por Davy com as mais diversas substâncias, como por exemplo, as análises e discussões publicadas nos *Elements of Chemical Philosophy* da parte III até a parte VII do primeiro volume, como também, vários trabalhos publicados no *Philosophical Transactions*. A utilização de experiências para o desenvolvimento de teorias pode ser visto como legado dos preceitos de Francis Bacon.

A partir daí, o pesquisador inglês investiga como esses elementos se combinam para formarem as mais diversas substâncias. Para ele, os elementos químicos agem por forças atrativas formando diferentes agregados.

A influência da luz, do calor e das forças elétricas provocam constantes séries de mudanças. Também acredita que as distintas disposições que assumidas pelos elementos químicos são responsáveis pelas diferentes propriedades apresentadas pelas substâncias.<sup>65</sup>

---

<sup>64</sup> Davy, *Agricultural Chemistry*, 8.

<sup>65</sup> *Ibid*, 8-9.

No século XVIII, os trabalhos de Sir Isaac Newton (1643-1727) exerceram forte influência na química e foram disseminados eficientemente na Grã-Bretanha pela circulação de livros-textos e outros materiais populares, por tratados de teologia natural e pelo crescimento da tradição de conferências sobre filosofia natural<sup>66</sup>, promovidos por instituições como por exemplo, a *Royal Institution*.

Na questão 31 da Óptica, Newton se questionava sobre a natureza do princípio que regia as atrações químicas, especulando que essas atrações ocorriam por intermédio de forças de atração semelhantes à da gravidade. Nesta hipótese, Newton admitia que da mesma maneira que existia uma força entre dois planetas, a qual dependia da distância entre eles, também poderia existir uma força entre duas partículas, ou seja, ele tentou explicar as interações e as propriedades dos materiais por intermédio de “Leis Universais” para o movimento dos corpos.<sup>67</sup>

Entretanto, existiram críticas à teoria newtoniana: os cartesianos, por exemplo, acusavam Newton de não ter determinado a causa mecânica de suas forças, e que, portanto, sua teoria não seria verdadeiramente mecanicista. A filosofia mecanicista havia abolido qualquer referência a princípios cuja causa não fosse de natureza mecânica, e seus seguidores consideravam as forças newtonianas uma re-introdução de “causas animistas”, ou “princípios ocultos”.<sup>68</sup>

Na Óptica, na questão 31, o próprio Isaac Newton se defende de tais oposições e expressa que:

Dizer que cada espécie de coisa é dotada de uma quantidade oculta particular, pela qual age e produz efeitos sensíveis, é nada dizer. Mas deduzir dos fenômenos da natureza dois ou três

---

<sup>66</sup> Viana, “Teoria Atômica de Dalton”, 20.

<sup>67</sup> Viana, 18.

<sup>68</sup> Mocellin, 389.

princípios gerais de movimentos, e em seguida observar como as propriedades de todos os corpos e os fenômenos emanam destes princípios constatados, será dar uma grande passo na ciência, ainda que as causas destes princípios permaneçam ocultas.<sup>69</sup>

Mas, àquela época, era travada relevante discussão sobre os conceitos de atração e afinidade. Todavia, entre os químicos, as duas palavras chegaram a significar a mesma coisa, embora, com origens distintas. No continente Europeu, a palavra afinidade assumiu conotações de relacionamento extremamente próximo ou de mínima semelhança. Já na Grã-Bretanha, a palavra newtoniana atração traz consigo a conotação de ação à distância.<sup>70</sup>

A tendência de utilização dessas palavras como sinônimos, desconsiderando as causas do fenômeno, se espalha por todo o continente europeu, como pode ser depreendido de diversos trabalhos de estudiosos da época.

Por exemplo, Joseph Black (1728-1799) profere em suas palestras que a palavra atração implica numa qualidade atuante da matéria sem preocupação do oferecimento de provas. Assim, os estudiosos dessa área do conhecimento optaram por substituir o termo atração por afinidade. Seu professor e predecessor William Cullen (1710-1790) argumenta que a combinação de diferentes partículas depende unicamente da atração, termo que significa o poder pelo qual os corpos se movem um em direção ao outro, sem determinar se eles são realmente aproximados ou forçados a se unirem. Similarmente, Desaguliers (1683-1744), seguidor de Newton, escreve que usa o termo atração sem considerar a causa, mas somente o efeito.<sup>71</sup>

---

<sup>69</sup> Newton, *Óptica*, 291.

<sup>70</sup> Duncan, 96.

<sup>71</sup> *Ibid.*, 98.

Ainda, observando os usos que pensadores da metade deste século em diante fazem dessas palavras, encontra-se um emprego baseado em resultados experimentais independente da preferência, culminando em todo caso com o significado de “tendência a se combinar”. É o caso, por exemplo, de Henry Cavendish, que após os experimentos com ar fixo (dióxido de carbono) e álcalis fixos (hidróxido de sódio e hidróxido de potássio), diz que a palavra afinidade é simplesmente uma palavra sem graça para “tendência a se combinar”.<sup>72</sup>

Já Joseph Priestley (1733-1804) afirma ser as substâncias inflamáveis aquelas que podem apenas, em certos níveis de calor, ter uma menor afinidade com o flogístico do que com o ar, e sugere que a afinidade varia com a temperatura, não tendo como localizar um significado original para a palavra. Em trabalhos posteriores sobre eletricidade, Priestley admite a existência de atrações e repulsões entre as partículas. No entanto, de qualquer maneira, ele foge da ideia do uso das palavras atração e afinidade se restringirem à “tendência de se combinar”.<sup>73</sup>

Carl Wihelm Scheele (1742-1786), referindo-se à atração, comenta a dificuldade de separar as partes do ácido vitriólico (ácido sulfúrico) e sua não atração ao ar fixo. A partir desses dados, conclui dizendo que as palavras afinidade e atração representam o mesmo conceito, isto é, a tendência de se combinarem e não implicam em nenhum mecanismo particular<sup>74</sup>.

Por fim, no caso de William Nicholson (1753-1815), ele resume sua posição na introdução de sua edição do livro *Essay on Phlogiston* de Richard Kirwan, quando diz: as palavras afinidade e atração na Química referem-se

---

<sup>72</sup> Ibid., 102-103.

<sup>73</sup> Ibid.

<sup>74</sup> Ibid., 103-104.

exatamente à mesma coisa, sendo a disposição a se combinar sem nenhuma especulação sobre as causas em quaisquer das duas.<sup>75</sup>

Independentemente das discussões mencionadas acima, ou justamente por conta delas, Humphry Davy assume que atração química pode ser igualmente chamada de afinidade química, ação entre os corpos, via atração e repulsão, capaz de gerar mudanças nos materiais. Relaciona-a com diversos fenômenos da vegetação, ou seja, pelas leis da atração química, diferentes produtos da vegetação podem ser mudados e assumirem novas formas como, por exemplo, a formação das substâncias que servem de alimento para as plantas a partir do solo; a ação do ar e água nos restos vegetais e animais transformando-os em fluidos; fragmentação e transformação de rochas em solo; formação da seiva e posterior atividade nos órgãos vegetais, entre outras.<sup>76</sup>

Ideia semelhante verifica-se também nos *Elements of Chemical Philosophy*, onde o autor atribui a Joseph Black uma lei geral que enuncia: “quando corpos mudam suas formas, suas relações com a temperatura são igualmente mudadas, se aumentadas ou diminuídas<sup>77</sup>”. Davy ilustra-a citando os melhoramentos da máquina à vapor, desenvolvidos por James Watt, graças a aplicação dessa lei.

Ainda nesta publicação, ao longo da obra, Davy se refere aos elementos como “corpos que não se decompõem”. Para Knight, isto é uma indicação cautelosa por parte do estudioso inglês, pois caso surgissem métodos de análise mais poderosos, tais corpos poderiam ser decompostos.<sup>78</sup>

---

<sup>75</sup> Ibid.

<sup>76</sup> Davy, “Agricultural Chemistry”, 32.

<sup>77</sup> Davy, “Chemical Philosophy”, 49.

<sup>78</sup> Knight, “Science and Power”, 77.

Entretanto, em sua principal publicação sobre química agrícola, mesmo sob um tom ainda cuidadoso quando se refere aos métodos de análise disponíveis até aquele momento, ele se vale do termo elemento.

Essa preocupação, advinda da necessidade de conhecer a composição dos objetos de pesquisa, solos e vegetais, remete a um questionamento de natureza epistemológica. Segundo Bachelard, se para obter os elementos é necessário se valer das afinidades, então o isolamento das substâncias nunca será completo, já que o ato químico da substância é essencialmente um ato de combinação.<sup>79</sup>

Ainda de acordo com o epistemólogo francês, seria nos problemas da composição que a ordem se apresentaria como mais útil e mais sistemática. Todavia, com a diversidade trazida pela composição química, há a necessidade de se definir distintivamente as propriedades dessas entidades. Assim, o problema da diversidade, agora, se transfere para a emergência da classificação das substâncias elementares.<sup>80</sup>

Davy acreditava que oxigênio, hidrogênio e carbono constituiria grande parte da matéria organizada, ou seja, dos vegetais. De forma semelhante, nitrogênio, fósforo, enxofre, manganês, ferro, silício, cálcio, alumínio e magnésio, em distintos arranjos, comporiam os diversos agentes aos quais os vegetais estariam expostos. Dessa forma, o estudo dos elementos seria de enorme valia para os agricultores<sup>81</sup>.

A partir do conhecimento das propriedades dessas substâncias e da compreensão dos poderes que atuam na matéria seria possível atender aos anseios dos agricultores que procuravam por técnicas capazes de aumentar a

---

<sup>79</sup> Bachelard, “Química Moderna”, 43.

<sup>80</sup> Ibid., 71.

<sup>81</sup> Davy, Agricultural Chemistry, 134-37.

produtividade de alimentos e matérias-primas a uma população crescente e a uma indústria em franca expansão.

A gravidade seria responsável pela manutenção da direção típica em que se encontram as raízes e os ramos das plantas; a coesão, que seria uma variação da força de gravidade, preservaria as formas de agregação das partes dos vegetais via a atração capilar e seria a principal causa da absorção dos fluidos por parte das raízes.<sup>82</sup>

Já a atração química se destacaria por promover a dissolução de várias substâncias na água, produzindo a seiva e assim, diferentes produtos da vegetação seriam mudados e assumiriam novas formas<sup>83</sup>.

Os diferentes poderes de atração tendem a preservar os arranjos da matéria ou a uni-las em novas formas. Caso não surjam poderes opostos, esta atingiria um estado, chamado por Davy, de um tipo de sono eterno do mundo físico.<sup>84</sup>

Nesse contexto, o calor se configuraria como uma força de repulsão entre as partículas. Assim, Davy sintetiza:

E pela influência do calor, luz e poderes químicos, há uma constante série de mudanças; a matéria assume novas formas, a destruição de uma ordem de seres tende a conservação de outra, dissolução e fusão, decomposição e renovação estão conectados e, enquanto as partes do sistema continuam em estado de flutuação e mudança, a ordem e harmonia do todo permanecem inalteráveis<sup>85</sup>.

Partindo de generalizações amplas, talvez oriundas das várias pesquisas que fazia ao mesmo tempo, o estudioso inglês identifica um processo cíclico que ele classificava como harmonioso e equilibrado. Ainda

---

<sup>82</sup> Davy, *Agricultural Chemistry*, 30-1.

<sup>83</sup> *Ibid.*

<sup>84</sup> Davy, *Agricultural Chemistry*, 32.

<sup>85</sup> *Ibid.*, 8.

assim, seus escritos contêm uma riqueza de detalhes que se torna acessível para pessoas leigas executarem as análises químicas.

Um dado interessante passível de menção é a visão de natureza de Davy, que segundo alguns autores, influenciou, entre outros trabalhos, os estudos de Charles Darwin no livro *A Origem das Espécies*.<sup>86</sup>

Ainda se reportando à influência da força de gravidade na vegetação, Davy pautava suas conclusões em experimentos executados por outro pesquisador, Sr. Knight. Inclusive ele reproduz as ilustrações com o objetivo de tornar o mais claro possível.

Sr. Knight, utilizando sementes de feijão, leva a cabo uma engenhosa experiência com o intuito de verificar a influência de forças externas no crescimento vegetal. Para tanto, fixa as sementes na circunferência da roda, esta é acionada através de outra roda acoplada perpendicularmente e, então, são movidas pela força da água.

De acordo com a velocidade de rotação das rodas e o posicionamento, vertical ou horizontal, verificava-se o direcionamento tomado pelas raízes e caule da planta relacionando-os ao crescimento do vegetal. Nos dois casos as sementes estavam em condições favoráveis de germinação.

Na primeira figura, a velocidade de rotação foi de 150 voltas por minuto e verificou-se um recuo no crescimento das plantas. Além disso, houve um direcionamento para fora da circunferência das radículas.

Já na segunda figura, a velocidade de rotação da roda foi de 250 voltas por minuto e verificou-se que todas as sementes cresceram. Em relação às

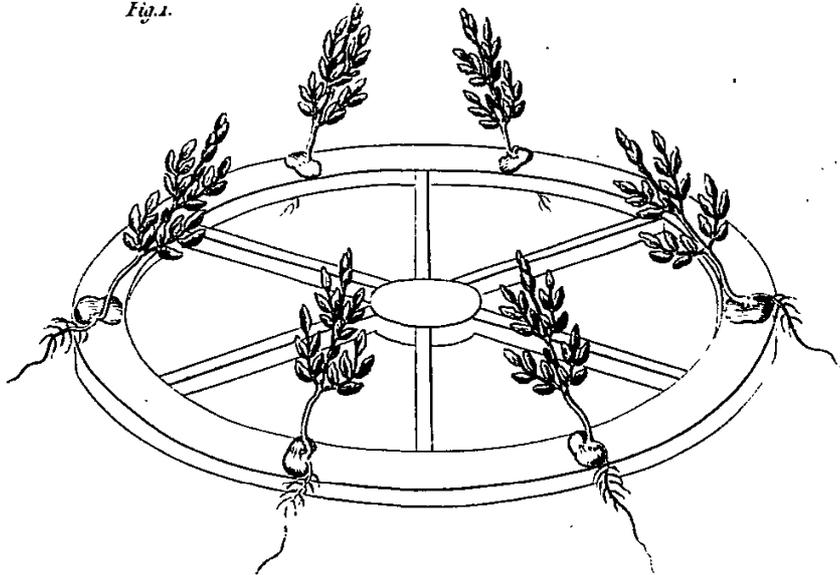
---

<sup>86</sup> Regner, “O conceito de natureza”, 697. A autora cita Schweber que aborda a questão da influência dos estudos de química agrícola de Humphry Davy, dos textos de química de Thomas Thomson, das ideias dos economistas ingleses como Adam Smith na concepção de natureza de Charles Darwin.

radículas, essas sofreram a influência do movimento e desceram, com referência a linha da circunferência, mais do que as primeiras.

A seguir as representações das rodas utilizadas pelo Sr. Knight.

*Fig. 1.*



*Fig. 2.*

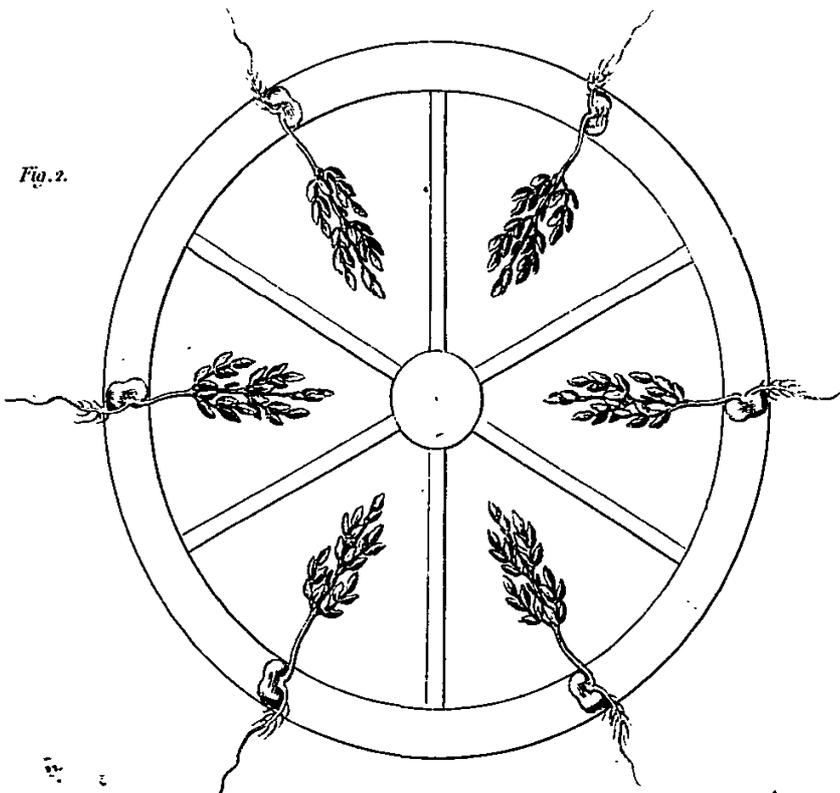


Figura 2 – Dispositivos utilizados por Sr. Knight em seus experimentos agrícolas

Desses resultados, Davy faz a seguinte proposição: se as plantas em geral devem sua direção perpendicular à gravidade, é evidente que o número de plantas por circunferência de terra não deve ser aumentado. Assim, as raízes se direcionam de forma a encontrarem os fluidos da terra, as folhas são expostas à luz e ao ar, ou seja, esse agente externo é essencial às funções da vida vegetal<sup>87</sup>.

Segundo o historiador da ciência David Knight, Humphry Davy era hábil em usar o seu conhecimento químico para dar respostas definitivas sobre a prática agrícola. Assim, quando perguntado se o esterco deveria ser usado fresco ou fermentado, respondia que o mesmo deveria ser usado fresco, já que após fermentado ele se tornaria uma mera massa coesa, perdendo a parte volátil que continha os constituintes mais úteis às plantas<sup>88</sup>.

De acordo com Knight, o pensador inglês acreditava que a água e a decomposição da matéria animal e vegetal existente no solo, constituiriam a verdadeira nutrição vegetal. Embora ele reconhecesse que minerais entrariam na composição vegetal, acreditava que apenas sais e terras alcalinas poderiam ser realmente descritos como “adubos fósseis”. Já outras substâncias inorgânicas poderiam apenas melhorar a textura do solo<sup>89</sup>.

De posse da concepção de nutrição vegetal e de como alguns materiais poderiam beneficiar as plantas, Davy ratifica a importância dessa prática. Em suas palavras.

Que certas substâncias vegetais e animais introduzidas no solo aceleram o crescimento vegetal e aumentam a produção das safras, isto é fato conhecido desde o primeiro período da agricultura; mas a maneira que os adubos agem, a melhor forma

---

<sup>87</sup> Davy, *Agricultural Chemistry*, 30.

<sup>88</sup> Knight, “*Agriculture and Chemistry*”, 192-93.

<sup>89</sup> *Ibid.*

de aplicá-los, seu relativo valor e durabilidade, ainda são assuntos de discussão<sup>90</sup>.

A explicação da atuação e funcionalidade tanto de adubos orgânicos quanto inorgânicos passa pela ideia de unidade da matéria, visto que Humphry Davy acreditava que os elementos químicos eram diferentes arranjos de uma mesma “matéria-prima”, ou seja, em última análise a matéria era a mesma. No que tange aos adubos minerais, Davy escreve:

Alguns investigadores adotando aquela nobre generalização dos antigos filósofos, que a matéria é a mesma em essência, e que as diferentes substâncias consideradas como elementos pelos químicos são meramente distintos arranjos das mesmas partículas indestrutíveis, têm-se esforçado para provar que todas as variedades de princípios encontrados nas plantas podem ser formadas a partir de substâncias na atmosfera; e que a vida vegetal é um processo no qual corpos, que o filósofo analítico é incapaz de mudar ou de formar, são constantemente compostos e decompostos. Essas opiniões não têm avançado meramente como hipóteses; tentativas têm sido feitas para apoiá-las por experimentos<sup>91</sup>.

Entretanto, quando da publicação de sua principal obra versando sobre química agrícola, surgiram também evidências que contradiziam a unidade da matéria. Por exemplo, Davy mostrou que água destilada geralmente continha sais, fato depreendido da eletrólise da água, bem como, do crescimento de plantas em água destilada. Quando da queima dessas plantas encontrava-se sais, indo de encontro à ideia que estes não eram produzidos durante o processo, mas, simplesmente, absorvidos através da água<sup>92</sup>. Pois, que encontra-se em seus estudos agrícolas um outro posicionamento frente a questão, nas palavras do estudioso inglês:

Que as diferentes terras e substâncias salinas encontradas nos órgãos das plantas são fornecidas pelos solos em que elas

---

<sup>90</sup> Davy, *Agricultural Chemistry*, 269.

<sup>91</sup> *Ibid.*, 271.

<sup>92</sup> Knight, “*Agriculture and Chemistry*”, 193.

crescem; e em nenhum caso composto por novos arranjos de elementos no ar ou na água. O que pode ser nosso ponto de vista final das leis da química ou quão longe nossas ideias dos princípios elementares podem ser simplificadas, é impossível dizer. Podemos apenas pensar conforme os fatos. Não podemos imitar os poderes da composição pertencentes às estruturas vegetais, mas pelo menos podemos entendê-los: e, na medida que nossas pesquisas tiverem desaparecido, parece que na vegetação formas compostas são uniformemente produzidas a partir dos mais simples; e os elementos dos solos, da atmosfera, e, a terra absorveu e produz partes de belas e diversificadas estruturas<sup>93</sup>.

Essa citação à primeira vista nos remete a um posicionamento completamente antagônico em relação ao anterior. Porém, segundo Knight, Humphry Davy se coloca frente às evidências da seguinte forma: “rearranjos acontecem apenas em compostos orgânicos e não envolvem transmutação”<sup>94</sup>.

Neste ponto, podemos identificar mais uma vez o legado baconiano nos estudos químicos desse período, em que pese ao homem não se limitar a apenas contemplar a natureza e, sim, ativamente transformá-la em benefício dos seres humanos.

Já em relação à análise de solos presente no *Elements of Agricultural Chemistry*, Davy considera o estudo de sua natureza e as proposições de melhoramento como a parte mais importante aos agricultores. Também o julga como a parte dos estudos agrícolas com maior potencial de utilização das investigações químicas.

Seguindo esta linha delineada pela forte inclinação à utilidade dos conhecimentos químicos, Humphry Davy aponta as qualidades de um bom analista. Este deve estar bem fundamentado com as informações químicas gerais; mas, lembra que não há melhor maneira de conhecê-las, senão na tentativa de investigações originais. Em seus experimentos, deve-se estar

---

<sup>93</sup> Davy, *Agricultural Chemistry*, 314.

<sup>94</sup> Knight, “Agriculture and Chemistry”, 194.

continuamente obrigado a aprender as propriedades das substâncias e, por fim, estar ciente de que as ideias teóricas serão mais valiosas se estiverem conectadas às operações práticas com vistas ao propósito da descoberta.<sup>95</sup>

Devido a uma gama muito grande de diversos tipos de solos, principalmente com relação à sua aparência e qualidade, o estudioso inglês chama a atenção para as diferentes proporções dos mesmos elementos que estão em várias situações de combinação química ou de mistura mecânica.

Ainda, insiste quanto à importância de descrição das propriedades características desses compostos, visto que, segundo sua vivência prática, em todos os experimentos e testes visando a determinação da composição dos solos são obtidos compostos.

Davy adverte que as primeiras tentativas de análise realizadas por pessoas sem o devido conhecimento químico, são passíveis de resultados um tanto quanto imprecisos. Todavia, aponta para o fato que nada é mais instrutivo na ciência experimental do que a detecção de erros.

Da estreita relação entre as observações e experimentos executados por Humphry Davy com a composição dos solos, podemos depreender que as plantas crescem apenas onde há disponibilidade de alimento, vale ressaltar que a nutrição vegetal, para ele, é oriunda fundamentalmente da decomposição de matéria orgânica. O solo é o provedor dessas substâncias, bem como, também deve apresentar uma composição capaz de permitir a fixação dos vegetais de maneira a obedecer às leis mecânicas pelas quais as radículas são mantidas abaixo da superfície, suas folhas expostas a atmosfera. É importante salientar que a atmosfera, para Davy, é provedora de umidade.

---

<sup>95</sup> Davy, *Agricultural Chemistry*, 152.

Da mesma forma, entendemos que de acordo com o tipo de planta, há um sistema distinto de adaptação e desenvolvimento no que diz respeito às raízes, ramos e folhas. Portanto, deve-se tentar as melhores condições com relação ao solo para as mais diferentes espécies de plantas.

Para o pensador inglês todas essas relações e as possíveis intervenções estão diretamente ligadas ao conhecimento químico, então, ele destaca alguns exemplos ligados à melhor composição do solo, pensando na matéria finamente dividida, de acordo com a cultura.

*Holkham e Norfolk* apresentavam bons solos para a cultura de nabo e a matéria finamente dividida consistia da seguinte composição:

Carbonato de cálcio-----	63 partes
Sílica-----	15 partes
Alumina-----	11 partes
Óxido de ferro-----	3 partes
Matéria vegetal e salina-----	5 partes
Umidade-----	3 partes <sup>96</sup>

Campo em *Sheffield-place, Sussex*, onde produzia-se prosperamente carvalhos, a matéria finamente dividida apresentava a seguinte composição:

Sílica-----	54 partes
Alumina-----	28 partes
Carbonato de cálcio-----	3 partes
Óxido de ferro-----	5 partes
Matéria vegetal em decomposição-----	4 partes
Umidade e perda-----	3 partes <sup>97</sup>

Um excelente solo para o plantio de trigo no bairro de *West Drayton, Middlesex*, a matéria finamente dividida apresentava a seguinte composição:

Carbonato de cálcio-----	28 partes
Sílica-----	32 partes
Alumina-----	29 partes
Matéria animal ou vegetal e umidade-----	11 partes <sup>98</sup>

---

<sup>96</sup> Ibid., 152-53.

<sup>97</sup> Ibid., 153.

<sup>98</sup> Ibid.

Segundo Humphry Davy o solo que apresenta melhor textura é que estava produzindo trigo, no entanto, para promover melhorias na produtividade dos demais solos, após a determinação da composição química, bastava ajustar a quantidade de matéria finamente dividida.<sup>99</sup>

Relacionando esses ajustes com a fertilidade dos solos, o estudioso inglês, afirma que quando a área de plantio apresenta a melhor constituição e textura possível, com relação as partes das terras, sua fertilidade pode ser considerada como permanentemente estabelecida.<sup>100</sup>

Toda essa discussão acerca da composição dos materiais, bem como suas formas de combinação, nos levam a depreender o quão importante é a composição química para o estudioso inglês, servindo-lhe como um guia para o desenvolvimento das técnicas capazes de melhorar os processos agrícolas, assim como se prestava ao grande intento de Davy, publicar uma obra referência em química agrícola. Para atingir essa meta, as forças associadas à matéria seriam o foco central e inovador de tais pesquisas.

## **2.2 – O modelo de Boscovich e os trabalhos de Davy**

Contudo, poderíamos ainda levantar a posição de Humphry Davy concernente à existência dos átomos. Existem autores que defendem que Davy teria sido um simpatizante do modelo atômico proposto por Roger Boscovich<sup>101</sup>.

Roger Boscovich nasceu em Ragusa em 8 de setembro de 1711. Recebeu sua educação primária e secundária no Colégio Jesuítico em sua cidade natal. Em 1725, tornou-se membro da ordem Jesuítica e foi enviado a

---

<sup>99</sup> Ibid.

<sup>100</sup> Davy, *On the Analysis of Soils*, 16.

<sup>101</sup> Por exemplo, L. P. Williams; Lancelot Law Whyte.

Roma, onde de 1728 a 1733 estudou filosofia, física e matemática no Colégio Romano. De 1733 a 1738 ensinou retórica e gramática em várias escolas jesuíticas. Tornou-se professor de matemática no Colégio Romano e continuou, ao mesmo tempo, seus estudos em teologia até 1744, tornando-se padre e membro de sua Ordem. Morreu em 13 de fevereiro de 1787 em Milão<sup>102</sup>.

O jesuíta publica, no ano de 1758 em Viena, sua principal obra, *Theoria Philosophiae Naturalis*. A esta edição se seguem outras quatro edições: uma segunda em Viena no ano seguinte e mais três edições corrigidas e ampliadas em Veneza nos anos de 1763 (edição bilíngue, latim-inglês), 1764 e 1765. A partir de 1765 o livro não é mais reeditado. Uma possível explicação, talvez seja as dificuldades que atravessava a Ordem dos jesuítas e o pouco apoio dos acadêmicos, em particular os franceses<sup>103</sup>.

Vale ressaltar que este é o período da expulsão dos jesuítas dos países europeus, especialmente da França, que tem uma grande relevância intelectual e científica.

Boscovich em seu *Theory of Natural Philosophy* de 1763 enuncia um modelo atômico de cunho matemático baseado nas ideias de Newton e Leibniz, apoiado em alguns postulados como: I) existe somente uma classe de partículas fundamentais, todas idênticas; II) estas partículas são pontos de força sem extensão; III) elas obedecem a uma lei de força oscilatória (sendo atrativa quando a distância entre elas é grande, e repulsiva quando a distância é pequena); IV) e esta lei complexa, cujas constantes devem ser determinadas

---

<sup>102</sup> Markovic, "Rudjer J. Boskovic". In: GILLISPIE, Charles Coulston, org. Dictionary of Scientific Biography. Nova Iorque, Charles Scribner's Sons, 1980, vol.3, pp. 326-332.

<sup>103</sup> Fuertes & Garcia, "Roger Boscovich", 80.

por experimentos, cobre todas as variedades de propriedades físicas e químicas.<sup>104</sup>

Quando Boscovich pensa num procedimento capaz de explicar as várias propriedades da matéria, ele se vale fundamentalmente de dois conceitos: a inextensão oriunda da lei de continuidade de Leibniz, (apesar de rejeitar todo o sistema do filósofo alemão); e as forças de atração e repulsão de Newton, que provavelmente foram tiradas de seus trabalhos alquímicos, oriundas da questão 31 da Óptica.<sup>105</sup>

O jesuíta utiliza o seguinte esquema para explicar sua lei oscilatória.

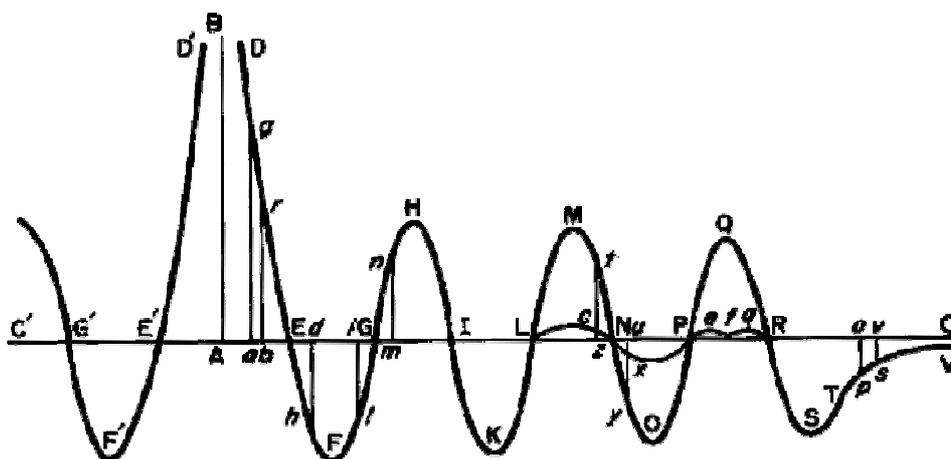


Figura 1 – Esquema utilizado por Roger Boscovich em seu Theory of Natural Philosophy para explicar a lei oscilatória<sup>106</sup>

Neste esquema, os átomos foram reduzidos a “pontos atômicos”. O contato direto entre esses átomos é impedido pela força repulsiva. Todavia, ela diminui a distâncias maiores e é sucedida pela força atrativa. Forças repulsivas e atrativas se alternam. Existem certas distâncias onde nenhuma força opera e os arranjos dos “pontos atômicos” são estáveis.

<sup>104</sup> Rocha, Atomismo, 72.

<sup>105</sup> Casini, Newton, 165.

<sup>106</sup> Boscovich, Natural Philosophy, 41-42.

A curva contínua representa qualitativamente as forças de interação entre dois átomos. Considerando a linha horizontal ( $c'$  e  $c$ ) como o eixo  $x$ , para qualquer ponto situado acima do eixo  $x$ , a força é repulsiva (em pequeníssimas distâncias as forças repulsivas aumentam indefinidamente). Para qualquer ponto situado abaixo do eixo  $x$ , a força é atrativa (como a distância torna-se cada vez maior, essa lei aproxima-se da lei do quadrado da distância de Newton).<sup>107</sup>

Pensando dessa forma, poderíamos dizer que a maioria dos fenômenos originam-se de arranjos espaciais e/ou substituições de partículas semelhantes que interagem aos pares obedecendo a lei oscilatória.

Dessa forma, uma combinação desses “pontos atômicos” formaria os elementos químicos, que por sua vez combinados, forneceriam os compostos químicos.

Boscovich argumentou que as teorias de impulso por contato entre partículas rígidas exigiriam uma descontinuidade do movimento, o que seria inaceitável. Porém, rejeitando o contato, o jesuíta defendeu forças de interação à distância e não explicáveis por qualquer mecanismo oculto<sup>108</sup>.

L. Pearce Williams argumenta que Davy mais que sugere que as ideias de Boscovich possam explicar certos fenômenos. Ele as usa como estrutura para um programa de pesquisa desencadeado por seus trabalhos relativos ao princípio da acidez. Além disso, sugere que o pensador inglês já apresentava sinais indiretos da existência dessas partículas no *Elements of Chemical*

---

<sup>107</sup> Rooney, “Chemical Theory”, 849.

<sup>108</sup> Martins, Descartes e a impossibilidade de ações a distância. In: Fuks, Saul (org.). Descartes – um legado científico e filosófico. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997, 121.

*Philosophy*, quando da descrição de fatos químicos a partir das configurações geométricas específicas das partículas.<sup>109</sup>

Um tanto mais ponderados, há autores mais cautelosos quando se referem à influência de Boscovich nos trabalhos de Humphry Davy. É o caso da afirmação de David Knight:

Davy resistiu à teoria atômica química, conservando uma crença nos átomos físicos como aqueles de Newton, e brincando com a visão que átomos não eram mais que centros de força, como Boscovich e Priestley tinham proposto. Ele foi um entre muitos céticos.<sup>110</sup>

Há, ainda, autores que se posicionam de forma mais incisiva contra essa influência sofrida por Davy, como é o caso de Robert Siegfried. O pesquisador redigiu um artigo como contraponto ao posicionamento defendido por Williams e elenca algumas inconsistências, segundo ele, no que tange à questão.

Inicialmente, Siegfried diz que Williams afirma que a pesquisa de Humphry Davy sobre a natureza do diamante serviu para provar a teoria de Boscovich. Mas, de acordo com sua visão, não há evidências e estas não são sugeridas no seu trabalho. A seguir, comenta sobre a insistência da fidelidade de Davy à teoria boscovichiana. No entanto, Siegfried recomenda mais cautela nessa e em outras insinuações, alegando serem extravagantes ao ponto de serem enganosas<sup>111</sup>.

Acreditamos que Humphry Davy chegou a ter contato com a teoria de Roger Boscovich<sup>112</sup>. Entretanto, em seus trabalhos agrícolas e mesmo anteriores, como os *Elements of Chemical Philosophy*, não há sinais que apresentem essa posição.

---

<sup>109</sup> Williams, Boscovich, 162.

<sup>110</sup> Knight, *Science and Power*, 76.

<sup>111</sup> Siegfried, "Boscovich and Davy", 236.

<sup>112</sup> James, "Reality or Rhetoric?", 578.

Davy se apresentava muito mais preocupado em definir o que seria um elemento químico e quais as leis que governavam suas interações e combinações, do que com a existência do átomo, seja o modelo de Boscovich seja o modelo de John Dalton.

Já com relação aos *Elements of Agricultural Chemistry*, o autor traz a tona todo o debate teórico que caracteriza sua obra anterior. Porém, esta carrega o desejo da aplicação e utilidade dos métodos e técnicas sugeridos por ele, além de todo o aporte teórico explicar e validar métodos e técnicas já existentes ou, ainda, melhorá-las.

Apesar da inegável importância dessa obra, vide por exemplo, a quantidade de traduções e edições que apareceram ao redor do mundo. Como também, há a inclusão de capítulos ou excertos desse livro em textos que versam acerca da química agrícola.<sup>113</sup> Davy não atinge seu intento de sistematizar o conhecimento químico agrícola.

Um motivo poderia ser a complexidade atribuída pelo autor às questões concernentes à agricultura, que lida com leis que devem reger a matéria viva e não-viva, ou seja, a interação do orgânico com o inorgânico. Ainda assim, uma contribuição presente na obra é sua conexão entre a atividade prática e as explicações de cunho essencialmente teórico.

No que se refere aos modelos atômicos discutidos naquele momento, Davy parece se mostrar um tanto quanto cético, ao passo que em suas pesquisas ele se preocupa muito mais com a composição da matéria do que com a estrutura. Seus estudos são basicamente focados nas propriedades dos

---

<sup>113</sup> Por exemplo, a obra organizada por M. Le Chaptal: *Chymistry Applied to Agriculturé* está incluso um capítulo sobre a organização e estrutura das plantas escrito por Humphry Davy. Há também uma publicação organizada por Sir John Sinclair e Sir Joseph Banks, *On Science of Agriculture*, que compara as obras agrícolas de Kirwan e Davy.

materiais e das substâncias. Assim, o devido conhecimento da composição é suficiente para explicar a maioria dos fenômenos em sua concepção.

Apesar dos *Elements of Agricultural Chemistry* apresentar poucas novidades, ainda assim, guarda algumas qualidades passíveis de menção. Ele apresenta sistemas viáveis de análise dos solos e relatos razoáveis no que diz respeito à nutrição das plantas.

Um ponto interessante se refere à emergência de um tratado de química agrícola numa época em que se assiste um crescimento demográfico muito grande, assim como, um forte aumento da demanda de matérias-primas às indústrias. Isso fez com que os setores da sociedade se voltassem para a publicação dessa obra, não só na Grã-Bretanha, como também em outros países como a França, Estados Unidos, entre outros.

## Considerações finais

A partir da análise dos trabalhos de Humphry Davy, particularmente aqueles dedicados à agricultura, pudemos traçar um breve panorama de como se encontrava esta atividade fundamental à sobrevivência humana num tempo de grandes transformações.

O final do século XVIII e início do século XIX se firma como um período marcado por profundas mudanças advindas das inter-relações entre diversas atividades humanas, como por exemplo, da agricultura, o desenvolvimento industrial e urbano.

Nesse contexto, os estudiosos dedicados à química desenvolvem trabalhos com o objetivo de consolidá-la como uma área do conhecimento autônoma.

Nesse sentido, Humphry Davy é um desses estudiosos que mais se destaca no que concerne a utilidade dos conhecimentos químicos em nome do progresso da sociedade.

A ideia de progresso dos primeiros anos do século XVII até a segunda metade do século XIX, traz consigo um pensamento relacionado a crescimento, avanço do saber, constituindo-se num fundo comum as áreas do conhecimento ligadas ao saber científico<sup>114</sup>.

Para Davy os objetivos da filosofia química seriam: determinar as causas de todos os fenômenos e descobrir as leis pelas quais eles são governados.

Partindo desses pressupostos, Humphry Davy vê na composição química a chave para direcionar suas pesquisas agrícolas.

---

<sup>114</sup> Rossi, Naufrágios sem espectador, 49.

A convite do *Board of Agriculture* inicia um ciclo de palestras sobre química agrícola que começa em 1802 e termina em 1812, e, neste meio tempo, publica um pequeno manual sobre análise dos solos já em 1805.

O livro é essencialmente de cunho prático, no entanto, apresenta enorme preocupação em fundamentar as técnicas propostas e explicar as já utilizadas pelos agricultores, a partir das propriedades das principais substâncias encontradas nos solos, bem como, no conhecimento da composição química.

Sua principal obra sobre o tema, o *Elements of Agricultural Chemistry*, é publicada em 1813 e tenta preencher uma lacuna no ramo da química agrícola. Já que a Inglaterra vivia um aumento demográfico significativo, as indústrias estavam em franco desenvolvimento e as condições eram favoráveis ao comércio, tudo isso, acarretava uma valorização por iniciativas capazes de incrementar a agricultura.

Dessa forma, os trabalhos agrícolas rendem grande notoriedade ao pensador inglês.

Todas as intervenções propostas têm origem em ajustes concernentes à composição química, por sua vez, da interação das substâncias surgem vários níveis de organização que estão sujeitas as forças de atração, repulsão entre as partículas.

Ainda assim, é no mínimo, precipitado supor que estas partículas referem-se ao átomo de Roger Boscovich. Apesar de Davy ter tido contato com este modelo atômico, não há menções a ele capazes de justificar sua adoção.

Por exemplo, L. Pearce Williams tenta atribuir a adoção do átomo de Boscovich pelo inglês, devido às forças de atração e repulsão entre as

partículas. Entretanto, Robert Siegfried argumenta que Davy atribui peso (massa) a esses corpúsculos como uma propriedade intrínseca à matéria juntamente com os poderes de atração e repulsão, ao passo que, para Boscovich peso é uma propriedade derivada com base no número de “pontos atômicos” em uma associação equilibrada de suas forças atrativas e repulsivas<sup>115</sup>.

Assim, podemos dizer que a questão atômica não gerou grandes preocupações por parte de Humphry Davy, visto que nem mesmo o modelo atômico de John Dalton lhe entusiasmou. Seus interesses estavam mais voltados aos elementos químicos, que eram passíveis de determinação de suas propriedades por métodos eletroquímicos, por exemplo.

Talvez, isto seja fruto da forte inclinação à aplicação da química, já que esses conhecimentos acerca das propriedades e composição da matéria lhe permitiam estudar e propor modificações nos fenômenos pesquisados.

Por fim, o livro de Davy não consegue promover a sistematização do conhecimento químico-agrícola, porém, aponta alguns caminhos capazes de gerar melhoramentos nas práticas agrícolas.

O obra de Humphry Davy foi mais tarde suplantada pela obra do alemão Justus von Liebig (1803-1873), que publicou *Chemistry in its Application to Agriculture and Physiology*, em 1842. Este livro, entre outras coisas, apresenta o que chamamos de lei do mínimo, ou seja, todos os elementos químicos que são utilizados pelas plantas, oriundos do solo, devem ser repostos, aquele que se apresentar em menor quantidade acabaria por determinar o rendimento da colheita. A produtividade do solo é dependente desse mínimo.

---

<sup>115</sup> Siegfried, “Boscovich and Davy”, 236.

Assim, abriu-se caminho para a larga utilização de adubos inorgânicos. Diferentemente, Davy acreditava que a nutrição vegetal estava necessariamente atrelada a adubos orgânicos, isto é, o produto da decomposição da matéria animal e vegetal presente no solo, o que hoje chamamos de húmus.

## Bibliografia

- Alfonso-Goldfarb, Ana Maria & Ferraz, Márcia Helena Mendes. "As Possíveis Origens da Química Moderna". *Química Nova* 16, 1 (jan.-fev. 1993): 63-68.
- Alfonso-Goldfarb, Ana M. *O que é História da Ciência*. São Paulo: Brasiliense, 1994.
- Alfonso-Goldfarb, Ana M.; Ferraz, Márcia H. M. & Beltran, Maria H. R. "A Historiografia Contemporânea e as Ciências da Matéria: uma longa rota cheia de percalços." In *Escrevendo a História da Ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas*, org. Ana M. Alfonso-Goldfarb & Maria H. R. Beltran, 49-66. São Paulo: Educ; Livraria Editora da Física; Fapesp, 2004.
- Bachelard, Gaston. *O Pluralismo Coerente da Química Moderna*. Trad. Estela dos Santos Abreu, Rio de Janeiro: Contraponto, 2009.
- Baiardi, Amílcar. "A Evolução das Ciências Agrárias nos Momentos Epistemológicos da Civilização Ocidental." In *Filosofia e História da Ciência no Cone Sul: 3º Encontro*, org. Roberto de A. Martins; Lilian A. C. P. Martins, Cibele C. Silva & Juliana M. H. Ferreira, 23-8. Campinas: AFHIC, 2004.
- Beltran, Maria Helena Roxo. "Humphry Davy e as Cores dos Antigos". *Química Nova* 31, 1 (2008): 181-86.
- Boscovich, Roger J. *A Theory of Natural Philosophy*. Trad. Roger J. Boscovich, Chicago/Londres: Open Court Publishing Company, 1922.
- Casini, Paolo. *Newton e a Consciência Europeia*. Trad. Roberto Leal Ferreira, São Paulo: Unesp, 1995.
- Crosland, Maurice. "Lavoisier's Theory of Acidity". *Isis* 64, 3 (set. 1973): 306-325.
- Davy, Humphry. *On the Analysis of Soils as connected with their improvement*. London: W. Bulmer and Co. Cleveland-Row, 1805.
- Davy, Humphry. "The Bakerian Lecture, on some new phenomena of chemical changes produced by Electricity, particularly the Decomposition of the fixed alkalis, and the exhibition of the new substances which constitute their bases; and on the general nature of alkaline bodies." In *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, part I, 1-44. Londres: W. Bulmer and Co. Cleveland-Row, 1808.
- Davy, Humphry. *Elements of Chemical Philosophy*. London: J. Johnson, 1812.

- Davy, Humphry. *The Elements of Agricultural Chemistry*. London: W. Bulmer and Co. Cleveland-Row, 1813.
- Duncan, Alistair. *Laws and Order in Eighteenth-Century Chemistry*. New York: Oxford University Press, 1996.
- Farrar, W. V. "Nineteenth-Century Speculations on the Complexity of the Chemical Elements." *The British Journal for the History of Science* 2, 4 (dez. 1965): 297-323.
- Fauque, Danielle. "O Papel Iniciador de Lavoisier". *Química Nova* 18, 6 (nov.-dez. 1995): 567-573.
- Ferraz, Márcia H. M. "O Processo de Transformação da Teoria do Flogístico no Século XVIII." Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, 1991.
- Ferreira, Ricardo. "No Bicentenário de Davy (1778-1829) e de Gay-Lussac (1778-1850)". *Química Nova* 1, 4 (out.1978): 36-38.
- Fuertes, Jose F. & Garcia, Jose L. "Roger Boscovich y su tiempo". *LLULL* 18 (1995): 67-92.
- Fulmer, June Z. *Sir Humphry Davy's Published Works*. Cambridge/Massachusetts: Harvard University Press, 1969.
- Fulmer, June Z. *Young Humphry Davy – the making of an experimental chemist*. Philadelphia: American Philosophical Society, 2000.
- Gardelli, Daniel. "Concepções de Interação Física: subsídios para uma abordagem histórica do assunto no ensino médio." Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, 2004.
- Hobsbawm, Eric J. *A Era das Revoluções*. 13ª ed. Trad. Maria Tereza Lopes & Marcos Penchel. São Paulo/Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2001.
- Iglésias, Francisco. *A Revolução Industrial*. 9ª ed. São Paulo: Brasiliense, 1987.
- James, Frank A. J. L. "Reality or Rhetoric? Boscovichianism in Britain: the cases of Davy, Herschel and Faraday." In *R. J. Boscovich Vita e Attività Scientifica*, 577-85. Roma: Istituto della Enciclopedia Italiana, 1993.
- Lavoisier, Antoine. *Elements of Chemistry*. Trad. Robert Kerr. New York: Dover Publications, 1965.
- Knight, David M. "Steps Towards a Dynamical Chemistry". *Ambix* 14, (1967): 179-197.
- Knight, David M., "Humphry Davy". In *Dictionary of Scientific Biography*. Vol. 3, org. Charles Coulston Gillispie, 598-604. Nova Iorque: Charles Scribner's Sons, 1980.

- Knight, David. *The Age of Science – the scientific world-view in the nineteenth century*. s. l.: Basil Blackwell, 1996.
- Knight, David. *Humphry Davy – science and power*. Cambridge: Cambridge University Press, 1992.
- Knight, David. “Agriculture and Chemistry in Britain around 1800”. In *Science in the Romantic Era*, org. David Knight, 137-146. Ashgate: Ashgate Variorum, 1998.
- Knight, David. “Lavoisier; Discovery, Interpretation and Revolution” In *Science in the Romantic Era*, org. David Knight, 267-275. Ashgate: Ashgate Variorum, 1998.
- Mantoux, Paul. *A Revolução Industrial no Século XVIII*. trad. Sonia Rangel. São Paulo: Unesp/Hucitec, s.d.
- Markovic, Zeljko. “Rudjer J. Boskovic”. In *Dictionary of Scientific Biography*. Vol. 3, org. Charles Coulston Gillispie, 326-32. Nova Iorque: Charles Scribner’s Sons, 1980.
- Martins, Roberto de Andrade. “Descartes e a impossibilidade de ações à distância” In *Descartes – um legado científico e filosófico*. org. Saul Fuks, 79-126. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.
- Martins, Roberto de Andrade. “Ciência versus historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência” In *Escrevendo a História da Ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas*, org. Ana M. Alfonso-Goldfarb & Maria H. R. Beltran, 115-45. São Paulo: Educ/Livraria Editora da Física/ Fapesp, 2004.
- Meinel, Christoph. “Theory or Practice? The eighteenth-century debate on the scientific status of chemistry”. *Ambix* 3, (1983): 121-132.
- Miles, Wyndham D. “Sir Humphry Davy, the Prince of Agricultural Chemists”. *Chymia* 7, (1961): 128-134.
- Mocellin, Ronei C. “A Química Newtoniana.” *Química Nova* 29, 2 (mar.-abr. 2006): 388-396.
- Mulatti, Edaival. “As Origens da Royal Institution (1799-1806): “ciência útil” e difusão do conhecimento”. Dissertação de mestrado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2008.
- Newton, Isaac. *Óptica*. Trad. André Koch Torres Assis. São Paulo: Edusp, 2002.
- Overton, Mark & Campbell, Bruce. “Productivity change in European agricultural development”. In *Land, Labour, and livestock: historical studies in European*

- agricultural productivity, ed. Bruce Campbell & Mark Overton, 1-50. Manchester: Manchester University Press, 1991.
- Regner, Ana Carolina K. P. "O Conceito de Natureza em A Origem das Espécies". *História, Ciências, Saúde – Manguinhos* 3 (set.-dez 2001): 689-712.
- Rocha, Gustavo R. *História do Atomismo – como chegamos a conceber o mundo como o conhecemos*. Belo Horizonte: Argvnrntvm, 2007.
- Romeiro, Ademar R. "Revolução Industrial e Mudança Tecnológica na Agricultura Europeia". *Revista de História*, 123-124 (ago. 1991): 5-33.
- Rooney, R. "Roger Boscovich and the Development of Chemical Theory". *Journal of Chemical Education* 62, 10 (out. 1985): p. 848-51.
- Rossi, Paolo. *Naufrações sem Espectador: a idéia de progresso*. Trad. Álvaro Lorencini. São Paulo: Unesp, 2000.
- Roudart, Laurence & Mazoyer, Marcel. *História das Agriculturas no Mundo – do Neolítico à crise Contemporânea*. Trad. Maria Regina Pilla. São Paulo: Unesp, 2010.
- Siegfried, Robert. "Humphry Davy and the Elementary Nature of Chlorine". *Journal of Chemical Education* 36, 11, (nov. 1959): 568-570.
- Siegfried, "Robert. Boscovich and Davy: Cautionary Remarks". *Isis* 58, 2 (1967): 236-238.
- Viana, Hélio E. B. "A Construção da Teoria Atômica de Dalton como Estudo de Caso – e algumas reflexões para o ensino de química". Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, 2007.
- Williams, L. P. "Boscovich and the British Chemists". In *Roger Joseph Boscovich (1711-1787) – studies of his life and work on the 250th anniversary of his birth*, ed. Lancelot L. Whyte, 153-67. Londres: George Allen & Unwin Ltd, 1961.
- Woodward, E. L. *Uma História da Inglaterra*. Trad. Álvaro Cabral. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1964.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)