



A QUÍMICA EM DOMINGOS VANDELLI: UMA ARTE OU UMA CIÊNCIA?

VANDELLI NA REFORMA POMBALINA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Nos finais do século XVIII pela mão do Marquês de Pombal chegavam as Luzes ao governo do Reino de Portugal. Contava-se com a já então florescente “ciência moderna” para abrir as portas da utilização de produtos naturais e a sua industrialização, acompanhados por um «bem regulado comércio», para colocar Portugal na senda do desenvolvimento que a Europa já trilhava¹. «É exactamente dentro desse espírito que o rei D. José I promulgou em 1772 os *Estatutos da Universidade de Coimbra* “acomodados ao bem, e aumento da sobredita Universidade; e muito uteis para os progressos das Sciencias, e Artes, que nella se devem ensinar”»². Daí a Faculdade de Filosofia (Natural) ter sido planeada para dar expressão aos «3 Reynos da Natureza», à Química e à Física. Foram criados o Museu de História Natural, o Jardim Botânico, o Laboratório Chymico e o Gabinete de Física. De Pádua foram chamados dois professores distintos: Domingos Vandelli e Giovanni Antonio Dalla Bella que já se encontravam em Portugal, desde 1764, para leccionar matérias científicas no Real Colégio dos Nobres³. Mas a experiência não foi bem sucedida, perante o pouco interesse da aristocracia em dar formação científica aos seus filhos. Pelo que tais professores foram envolvidos na Reforma da Universidade em Coimbra.

O primeiro, figura em torno da qual foi organizado o projecto *Transnatural*, formou-se na sua cidade natal em medicina, tal como seu pai, e veio a tornar-se conhecido como naturalista e químico. Vandelli terá começado a exercer funções docentes na Universidade de Coimbra, nos domínios da História Natural e da Química, em Maio de 1773, com 38 anos de idade. Para além das funções de leccionação, havia também sido incumbido pelo Marquês de Pombal, juntamente com o seu compatriota, para elaborarem um plano para o Jardim Botânico da Universidade de Coimbra. «Elaborou o primeiro plano para o Jardim Botânico, tendo escolhido o local para o instalar, em 1773. Todavia, Pombal não aprovou este plano por considerá-lo demasiado extravagante e dispendioso»⁴.

Encontra-se no Arquivo Histórico Colonial uma carta de Vandelli datada de 17 de Maio de 1774, tendo em anexo o texto da sua “Primeira Aula de Química” em Coimbra, que foi ministrada numa 4ª feira, a 14 de Maio de 1773⁵. Vandelli iniciou-a do seguinte modo: «Nunca me vejo ao pensamento, que eu devese ser o primeiro, que em esta Ilustre Universidade houvesse de insinar a Sciencia Chimica, a qual eu tão soamente me tenho aplicado p.^a investigar os segredos na Natureza corporea, quanto pela experiencia se pode alcançar; e juntamente p.^a descobrir os usos, que as diferentes produções da Natureza podem subministrar as Artes, a Economia e ao Comercio».

Para um pouco adiante escrever: «Não me dilatarei pois em demonstrar, e espender se a Chimica he huma arte, ou huma Sciencia, como no outro tempo inútil me pareço o explicar também se a Historia Natural he huma semplice Nomenclatura, ou huma Sciencia».

Química, uma arte ou uma ciência? Questão retórica da parte de Vandelli, sem dúvida, mas que está a camuflar a sua polarização para a química vista mais como uma *arte*. Quanto à *ciência* melhor se compreende a sua prudência, se reconhecermos que só em Outubro de 1774 o químico inglês Joseph Priestley jantaria em casa dos Lavoisier em Paris, e teria revelado uma estranha descoberta sobre os seus estudos do gás recolhido na redução do *mercurius calcinatus*: «uma espécie de ar no qual uma vela ardia muito melhor do que no ar comum, mas que ainda não lhe tinha dado um nome. Neste ponto, toda a gente, o Sr. e também a Sr.^a Lavoisier, expressaram grande surpresa»⁶. Afinal, o que Priestley havia revelado a uma «mente preparada» como a deste químico francês, é que o gás produzido na ausência de carvão era algo diferente do ar fixo normal⁷.

Uma das dificuldades vigentes nos químicos pneumáticos do tempo é que o «ar fixo» tanto incluía o dióxido de carbono como o oxigénio, distinção que o próprio Lavoisier ainda não havia adquirido quando entregou a sua carta selada à Academia das Ciências de Paris em finais de 1772⁸.

Bem antes desta primeira aula de Vandelli, Lavoisier já havia enunciado, ainda numa linguagem próxima da do flogisto, *le principe oxygene*. Mas fruto da sua actividade na *Ferme Générale* e do estudo de assuntos financeiros do Estado francês, havia reconhecido o «valor do peso exacto das quantidades medidas com rigor», competência de contabilista rigoroso e exigente que transferiu para os seus trabalhos em química⁹.

Guillaume-François Rouelle, o professor de química de Lavoisier mais actualizado, entendia a química como «uma *arte* que nos ensina a separar, por meio de instrumentos, vários corpos; a combiná-los até ao fim para estarem de acordo com as suas propriedades e torná-los úteis para as várias artes»¹⁰.

Apesar de seguir a doutrina do flogisto, Rouelle era um pouco céptico a seu respeito. A relevância deste químico encontra-se no êxito do seu ensino, que muitos seguiam, como os cientistas Macquer, Bayen e Cadet, entre outros, e no facto de já ter “demonstrado” que os *sais* eram o produto das reacções entre ácidos e bases. Reconhecia ainda a existência de sais ácidos e mesmo de sais básicos, se bem que de uma forma mais confusa¹¹.

Mas sobre o estado do ensino de Rouelle, o “aluno” Antoine Lavoisier escreveria: «combina muito método no seu modo de apresentar as ideias com muita obscuridade na maneira de as articular»¹². A teorização da química que lhe havia sido ensinada era muito débil e cheia de contradições; fazia muitas suposições ao invés de *provar*. Claramente, ainda não era o que Lavoisier entendia dever ser uma *ciência*, e o jantar com Priestley acabou por lhe ser indispensável no fecho do «hiato lógico» que ainda permanecia em si sobre a combustão e a calcinação. E mesmo nas mãos de Lavoisier, a química mostrou-se resistente a uma completa matematização ao modo da força gravítica de Newton para a física, pois acaba por ser “cientificada” (quantificada) não em termos de *forças* mas de *pesos*, através do uso sistemático e rigoroso da balança.

O TERMO DE «QUÍMICA FÍSICA» NA PRIMEIRA AULA DE QUÍMICA

Prosseguindo na Aula de Vandelli, encontramos, por um lado, um entendimento químico próximo de um Rouelle: «A Chimica insigna a descompor os corpos, que a Natureza oferece p.^a chegar aos seus princípios, e deduzir todas as quellas verdades, que dellas dependem; de sorte, que a Chimica he a Algebra dos corpos, da mesma sorte, que a Algebra he a Chimica das quantidades». Mas, por outro lado, Vandelli almeja princípios químicos e uma linguagem com a clareza e a coerência dedutiva de uma álgebra. Horizonte de que esta ciência se encontrava ainda longe em 1773.

Reconhecemos em Vandelli um distanciamento da visão alquímica da química, a visão de um conhecimento global abarcando filosofia e religião, e na qual o *laboratório* tem uma função mais demonstrativa para ilustrar a teoria mas não para a pôr em questionamento. Explana sim uma visão iluminista.

«Fallando geralmente a Chimica se pode dividir em Chimica física, Técnica, Comerciante, e Economica. A Chimica Fisica he a pratica da Chimica feita em pequeno, e com este método se podem descobrir algumas das causas dos effectos físicos, como são os Vulcanos, os Terremotos, as Vegetações, e deste modo fazer na Natureza novos descobrimentos».

De certo modo, surpreende, na sua Primeira Aula de química, o uso do termo de «Química Física», como destinado ao estudo dos *efeitos* e não por aplicação dos

métodos físicos que só vem a surgir muito mais tardiamente. Encontramo-nos em 1773, e a aplicação deste termo, quando dedicado ao emprego de métodos da física ao estudo dos fenómenos químicos, terá sido feito, segundo David Knight¹³, pela primeira vez por Edward Frankland em 1877, praticamente um século mais tarde, em: *Experimental Researches in Pure, Applied and Physical Chemistry*, London, 1877. A especialidade de química-física, com o significado actual, porém, só vem a emergir na Alemanha em 1887 com os nomes de van't Hoff e Wilhelm Ostwald.

Contudo, como bem refere Keith Laidler¹⁴, o famoso livro *The Sceptical Chymist or Chymico-Physical Doubts & Paradoxes* de Robert Boyle, publicado em Londres em 1661, já continha o termo «química física» no seu título completo. Também refere que trabalhos posteriores no século XVIII, de Joseph Black e Antoine Lavoisier podem bem ser classificados como de química-física. E que a obra de 1855 de William Allen Miller, *Chemical Physics*, também poderia ter sido apelidada de *Physical Chemistry*.

Apesar de Vandelli ter relegado para um segundo plano o ensino da química na Universidade de Coimbra em detrimento da sua dedicação à botânica¹⁵, mostra-se actualizado na sua Primeira Aula. Curiosamente, esta associação entre botânica e química em Vandelli não é única nos cientistas do tempo. O químico (pneumático) Stephen Hales (1677-1761), que o antecedeu em meio século, era também um distinto botânico. Hales publicou a obra *Vegetable Statics* em 1727 e nela apresenta diversos estudos experimentais de fisiologia vegetal. Graças a uma simples montagem pneumática de recolha de gases, estudou as quantidades de ar «fixado» por plantas e animais, que era libertado por aquecimento (destilação). Um território que Knight afirma tanto poder ser química como física, porque ao tempo não era claro se o próprio ar não seria uma “espécie”¹⁶. Quiçá, os estudos de Boyle e os de Hales terão reforçado em Vandelli o uso do termo “química física” para classificar uma área da Química realizada em pequena escala com carácter demonstrativo e investigativo. Aliás, nem o Laboratorio Chymico tinha ainda condições para trabalhos a uma escala superior.

Hales e Vandelli surgem unidos na história da botânica, pois ambos viram os seus nomes perpetuados em plantas: Hales tem uma árvore *Halesia* classificada com o seu nome, tal como Vandelli, que se correspondia com Lineu, teve uma planta nova classificada como *Vandellia*.

UMA VISÃO FISIOCRÁTICA

Além de ser um homem das Luzes, Vandelli possuía um certo pensamento

fisiocrático fruto de uma escola de pensamento do seu século e que é a primeira escola de «economia científica», na qual toda a riqueza provém da terra; a indústria apenas diversifica o produto e o comércio distribui¹⁷. Esta perspectiva vai-se reflectir no seu modo de organizar a Química.

Como explana na sua Primeira Aula de química: «a *Química Técnica* tem por objectivo a aplicação da *Química física* a uma utilidade imediata de uma dada Arte, propondo o método de inventar ou aperfeiçoar a mesma Arte». A este respeito ilustra com práticas de metalurgia, cerâmica e do vidro, tinturaria, manufactura do sabão, destilação da aguardente, nas artes dos vinhos, pintura, preparação de colas, na arte de «conservar madeiras cheias de corrosão», «na pólvora; e, enfim, na arte farmacêutica».

«A *Química Comerciante* é a aplicação da *Química Física* e da *Técnica* ao estabelecimento, e adiantamento de algumas partes do Comércio em particular, empregando-se na execução em grande de todas as Artes Químicas, das quais se pode tirar proveito. Ensina também os diferentes métodos de preparar, condensar, conservar, e fazer mais fáceis para se transportarem as substâncias naturais, e artificiais, ajuntando a isso o método com que se devem defender das injúrias do tempo, do mar, e de muitos outros acidentes».

«A *Química económica* não é outra coisa mais, do que a aplicação das sobreditas à utilidade, e necessidades ordinárias da vida». Nesta vertente, entre outras, se inclui a química em medicina.

Parece que Vandelli queria actuar em cada um dos ramos em que dividia a química. Mas na Universidade de Coimbra iria dedicar-se principalmente aos dois primeiros aspectos da química [a Química Física e a Química Técnica], em suas aulas e nos trabalhos que desenvolveu também em conjunto com seus discípulos¹⁸.

Em Química, Vandelli seguia o livro “*Fundamentae Chemia*” de Scopoli que seguia a teoria do flogisto. A escolha reflecte alguma consonância de pensamento entre a botânica e a química, pois o autor era também um botânico. O químico Joseph Macquer teria escrito em forma de “sebenta” o primeiro “Dicionário de Química”, incorporando conceitos teóricos de uma química geral, e que acabou por vir a lume anonimamente em 1766. Mas o sucesso imediato que granjeou, levou o seu autor a publicar uma 2ª edição em 1778. Foi então que Scopoli o traduziu e expandiu extensivamente tendo surgido em Praga, 1777, a edição que veio a ser mais utilizada em Coimbra. Uma 2ª edição desta “tradução” veio a ser publicada em Veneza em 1784-85¹⁹.

Vandelli não terá tido na «filosofia e artes da química» o mesmo pioneirismo do que em *História Natural*²⁰, mas é de salientar a sua capacidade em preparar

e incentivar discípulos, «um notável conjunto de bachareis formados e de doutores». Quiçá fruto de estar «inserido numa sociedade de grupos e arcádias» e ao seu dinamismo para inaugurar outros grupos, como bem referiu Eduardo Proença-Mamede na abertura da exposição do «Gabinete de Curiosidades de Domenico Vandelli». Outros disseram «ser o tempo por excelência para a criação de clubes»²¹.

Martim Portugal, regista no seu estudo «apenas os seus alunos que tiveram relevo na Universidade ou nas Artes de Minas, em Portugal ou no Brasil». Um número apreciável destes alunos era nascido no Brasil. Como refere Amorim da Costa, «A reforma [pombalina] fora promulgada em 1772, sendo administrada pelo monge beneditino, D. Francisco de Lemos (1735-1822), natural de Santo António de Jacutinga, Rio de Janeiro. A origem de D. Francisco de Lemos parece ser uma das razões subjacentes à grande afluência de estudantes brasileiros neste período. Entre 1772 e 1758, matricularam-se em Coimbra e outras universidades europeias cerca de 300 estudantes brasileiros, embora Coimbra fosse o destino preferencial»²².

São dezasseis os nomes referidos por Martim Portugal, que incluem três doutores envolvidos em «viagens filosóficas» e outros quatro que foram bolseiros no estrangeiro. Graças a tais viagens de estudo e colheita de material museográfico no território metropolitano, no Brasil, em Angola e em Cabo Verde, foram enriquecidas as colecções do Museu de História Natural, em minerais, plantas, e outras *curiosidades*²³. Era, de certo modo, a resposta ao mote do séc. XVIII, como o viu D. G. Charlton: «observar pelo prazer de observar»²⁴. «Sinais de um interesse científico acrescido são também detectáveis no desenvolvimento do espírito de curiosidade e de colecção, quer ao nível particular, quer a nível público. Herbários, fósseis, laboratórios experimentais, gabinetes de leitura, jardins botânicos, observatórios astronómicos, museus, passam a constituir referências para o registo e catalogação de avanços no conhecimento científico, para além de consubstanciarem o deleite e o deslumbramento provocados pela natureza intensamente vivida»²⁵. Mas como refere José Luís Cardoso, em Vandelli, «nesse mundo descoberto pela história natural, [...] a atenção não se fixa apenas nas curiosidades, nas coisas atractivas e úteis. Os naturalistas inventariaram as produções naturais de forma rigorosa e sistemática, [...]»²⁶. Aos discípulos do Dr. Vandelli apresentados por Martim Portugal, acrescento ainda o nome de Vicente Coelho Seabra, também nascido em Congonhas do Campo (Minas Gerais) no Brasil, e que se salientou como químico. Sobre ele escreveu Amorim da Costa: «Seabra foi, até certo ponto, uma figura singular no panorama da química portuguesa do seu tempo. Estava a par dos

últimos desenvolvimentos desta ciência e as suas obras, *Elementos de Chimica e Nomenclatura Chimica Portuguesa* estão em consonância com as teorias de Lavoisier, cujas contribuições não foram de imediato aceites pela generalidade dos químicos europeus da época. Quer o trabalho experimental de Seabra, quer as suas preocupações teóricas e espírito crítico constituíram elementos valiosos para um desenvolvimento da química em Portugal. Contudo, os seus sucessores parecem não ter estado à altura do seu legado»²⁷.

A adesão de Seabra à química de Lavoisier, ocorreu em 1787, quando teria 23 anos de idade. A sua obra principal, os *Elementos de Chimica* começou a ser escrita quando ainda era estudante, aos 24 anos. Dividiu o seu compêndio em duas partes: a primeira veio a lume um ano antes de Lavoisier dar à estampa o *Traité Élémentaire de Chimie* (1789); a segunda foi editada um ano depois da publicação da obra magna de Lavoisier²⁸. «Seabra justificou a publicação do seu compêndio pela escassez de bons manuais de química na Europa, pelo que decidiu escrever um livro em que o conhecimento químico pudesse ser apresentado em Português de uma forma sistemática»²⁹.

O PAPEL DA DIMENSÃO TÁCITA DA QUÍMICA EM VANDELLI

Quanto tomamos como referência o impacto de Dalla Bella no que concerne à preparação de discípulos ou dos académicos que se seguiram a Vandelli na segunda geração, isto é, após 1810, temos de reconhecer o assinalável sucesso deste botânico e químico nascido em Pádua. Haverá razões para tal?

Em abono de Dalla Bella é por bem reconhecer que a sua actividade se focalizou mais no seio da universidade, com a elaboração de um compêndio de Física Experimental, que concretizou entre 1789 e 1790 em três volumes com o título de *Physices Elementa*, bem como um compêndio para um curso de agricultura, e no aperfeiçoamento e invenção de instrumentos de física bem como ao estabelecimento do Gabinete de Física³⁰.

Mas em Vandelli comecemos por atentar de novo na frase da Primeira Aula de Química: «Não me dilatarei em demonstrar ou sustentar se a Química é uma arte ou uma ciência». Dela decorre haver neste cientista italiano, mais tarde naturalizado português, um apelo artesanal para o ensino da química, algo que se aprende através de uma relação de mestre-aprendiz, imitando e fazendo. Hoje, com Michael Polanyi³¹, sabemos que esta *dimensão tácita* da ciência está muito mais enraizada nos nossos modos de conhecimento, do que ser simplesmente «um modo de ver a ciência com arte». Mas, nesta ocasião, tal nos basta.

Nalgumas ciências, como em física, é menor o papel desta componente

tácita, mas noutras como na química, e muito em especial em medicina, são mais fortes tais presenças. Não nos podemos esquecer que Vandelli tinha uma formação inicial em medicina. E a aprendizagem do tácito requer uma associação pessoal do aprendiz aos seus mestres, quer no pensamento quer nas práticas científicas.

Aliás Vandelli concluiu a sua Primeira Aula recomendando, após as 15 demonstrações experimentais destinadas a exemplificar os princípios da afinidade ou atracção química: «Elas são muito suficientes para dar uma boa ideia da Química, querendo porém adiantar-vos nesta ciência, deveis ler principalmente um Lemery, um Hoffmann, um Boerhaave, Geoffroy, Pott, Maquer, Baumé e outros; e além disso deveis por vós mesmos fazer muitos ensaios de experiências; d'outra sorte ficareis com uma simples tintura desta ciência, e o mesmo sucederá na História Natural, se não vos exercitardes a examinar as produções da Natureza, e isto com método sistemático». Portanto, recomenda aos seus estudantes que imitem para saber fazer.

Márcia Ferraz «traindo os desejos desse professor italiano da Universidade de Coimbra, que adoptara Portugal como sua nova pátria, visitou alguns de seus trabalhos reservados a poucos privilegiados: seus alunos do Curso Filosófico e seus colegas, os “imortais” da Academia Real das Ciências de Lisboa». Verifica-se, pois, que Vandelli partilhava os trabalhos que realizava com os seus alunos, possivelmente os melhores³².

Em 1777 o Laboratório Chymico já se encontrava operacional para o ensino da química, mormente para «demonstrações e processos químicos», e nele Vandelli vai realizar uma série de trabalhos e também orientar discípulos na realização de outros³³. Como exemplo, Márcia Ferraz cita «Francisco d' Almeida Beja e Noronha que realizou as análises das águas minerais de Falla, na região de Coimbra, fazendo publicar em 1790 um trabalho dedicado a seu mestre: *Analyse das aguas hepatisadas marciais do lugar de Falla junto a Coimbra*. Neste trabalho, Noronha apoia-se nas publicações do francês A. F. de Fourcroy para discutir aspectos da composição das águas minerais, principalmente quanto à polémica presença do ferro. Ele utiliza a nomenclatura e apresenta a composição da matéria em termos da química flogística, mesmo num período em que Fourcroy já havia aderido à nova química»³⁴.

Idêntica atitude encontra esta historiadora numa memória manuscrita de Vandelli, “Descrição e Analyse Chimica do Cobre virgem ou nativo ...” descoberto em 1782 na Baía, no que será uma cópia existente em arquivo brasileiro: «Depois de uma descrição mineralógica, passa às análises químicas nomeando quatro naturalistas, ex-alunos do Curso Filosófico, com quem

realizou os ensaios»³⁵.

Encontramos nestes exemplos razões para o sucesso de Vandelli através dos seus discípulos. Se bem que, como refere Amorim da Costa, internamente «relegaria para um plano secundário o ensino da química, facto que suscitou a atenção do Reitor da Universidade, D. Francisco de Lemos, em 1774. Os múltiplos cargos e os interesses de Vandelli pela botânica, história natural e pela indústria, terão contribuído para esta situação»³⁶. Contudo, é capaz de mobilizar os seus melhores alunos em diversas actividades científicas, ao modo de grupos informais de “pesquisa científica” quer em Química quer em História Natural. Pois, também «em 1778, Domingos Vandelli arregimentou, entre seus melhores ex-alunos de Coimbra, a equipe que passaria a trabalhar na organização do acervo do Museu de História Natural da Ajuda, em Lisboa»³⁷.

VANDELLI E A REVOLUÇÃO QUÍMICA DE LAVOISIER

Em 1797, «Vandelli estaria ao corrente dos experimentos realizados pelos químicos britânicos, e pelo grupo de Lavoisier, sobre a decomposição da água, mas não parece ter aceiteado ainda a nova nomenclatura proposta em 1787 pelo grupo francês. Se assim fosse teria dito “muriato de soda” para o sal marinho e “gás hidrogénio” para o gás inflamável [...]. Ao mesmo tempo em que enfatiza os aspectos práticos, Vandelli parece estar desprezando a explicação teórica»³⁸. Numa memória de uma página, publicada pela Academia Real das Ciências de Lisboa, no início do século XIX, sobre o sal-gema das ilhas de Cabo Verde, é o próprio Vandelli a afirmar: «Em lugar de gastar o tempo procurando adivinhar a origem, e modo pelo qual se formaram tantas riquíssimas minas de sal nestas ilhas, não será melhor investigar os meios mais convenientes, para que estas minas possam ser mais úteis ao reino?»³⁹.

E Márcia Ferraz conclui: «Entretanto, as publicações que comentamos se apresentam quase sempre desprovidas das discussões teóricas e criticam mesmo aqueles que poderiam ter a pretensão de fazê-lo»⁴⁰.

O prestígio de Vandelli como químico surge-nos desvalorizado na história por três razões fundamentais: i) ser um flogista que rejeita a especulação teórica e a química do oxigénio; ii) ter-se eximido sempre à incumbência da Faculdade para a escrita de um compêndio de química e outros requisitos para uma boa leccionação⁴¹; iii) o depoimento pouco elogioso que sobre ele deixou H. Friedrich Link em “*Voyage en Portugal depuis 1797 jusqu'en 1799*”: «*Il est bien arrièrè pour les connaissances. A peine connaît-il les plantes qu'il a jadis décrites lui-même, il est également mauvais mineralogiste et ses 'Mémoires de Chimie', insérés dans les Memorias de l'Academie, l'ont couvert de ridicule auprès des savants*»⁴².

Examinemos estes factos no contexto de uma época de revolução na química. O flogisto, à sua época, foi um passo em frente na racionalização da química, como esquema lógico e coerente. O modelo da ciência no século XVII era a física e a matemática, pelo que nesse tempo a química não era vista como uma ciência. Para tal a química carecia de uma profunda teoria organizativa que começou por ser a “teoria do flogisto”. Esta teoria foi iniciada por Joachim Becker (1635-1682) e continuada por Georg Stahl (1670-1734). Se esta teoria foi, de algum modo, um regresso ao passado especulativo da alquimia, veio a ser a primeira teoria em química, o que teve a vantagem de conferir à química as características de uma «ciência independente»⁴³.

A grande problemática alquímica centrada sobre a *metalidade* foi perturbada pela grande inovação de Stahl - a corrosão dos metais e a combustão da madeira remetem para o mesmo fenómeno! E as práticas mineiras e metalúrgicas de «redução dos minerais» encontram, assim, no flogisto uma explicação luminosa.

Havia, contudo, uma falha em todo este edifício. Em 1630, Jean Rey já havia estudado a calcinação do estanho e verificado que a cal pesava mais do que o metal a partir do qual tinha sido formada. A explicação que apresentou tem analogias com o que Lavoisier viria a propor cerca de século e meio depois, mas veio claramente «antes do tempo».

Outras explicações foram entretanto surgindo. Alguns atribuíam ao flogisto um peso negativo. Então o seu escape devia deixar o resíduo mais pesado. Outros químicos tão eminentes como Macquer e Guyton de Morveau confundiam as noções de *peso* e *peso específico*⁴⁴. O argumento corria de que a «cal» seria mais leve para o respectivo volume do que o metal original; então o que deveria ser tido em consideração seria o peso específico e não o peso absoluto. Outros argumentavam que o metal calcinado ganhava peso a partir da chama à medida que o flogisto se escapava, e o ganho em peso era mais do que suficiente para compensar a perda de peso por libertação do flogisto; um regresso às noções de Boyle. Era, de facto, o caos teórico em química, ao tempo em que Lavoisier se iniciou no estudo do domínio.

Vandelli, tal como Lavoisier, mostrava grande interesse nas aplicações da ciência para o bem público. Pelos testemunhos escritos que deixou, como reconhece José Luís Cardoso, Vandelli revelou sempre «uma intenção programada de exercício científico que ultrapassa a simples obtenção de níveis acrescidos de conhecimentos, para se afirmar como instrumento de configuração de uma estratégia e de um modelo de desenvolvimento económico»⁴⁵. Lavoisier, todavia, tinha «a ambição científica de prover a química da definição clara que a física

tinha atingido não muito antes»⁴⁶. Como se veio a revelar necessário com o avanço dos seus estudos, para tal teria de teorizar a química em oposição ao flogisto. Numa linguagem dos nossos dias, teria de embarcar num «conflito de paradigmas». E quem se debruce sobre as controvérsias científicas ao longo da história, mormente as que advogam *novas regras* de pensamento, reconhece a sensatez das palavras de Max Planck: «As novas teorias vingam, não porque se convençam os adversários, mas porque eles morrem!». Por isso a revolução química de Lavoisier é atípica, por que começou a vingar ainda com bastantes químicos flogistas vivos.

Com efeito, os mais novos podem empenhar-se no esforço de uma organização mental segundo as novas regras de alguma novel teoria, porque vislumbram as promessas do seu maior alcance e fertilidade que pode ter reflexos na carreira pessoal. Mas para os mais idosos, aqueles que vêem o fim da carreira académica mais próximo, um tal esforço mental só pode sentir-se compensado pelo prazer lúdico de um novo modo de pensar a ciência. Daí ser muito menor a força motriz para a mudança.

Mas no caso da revolução lavoisiana intrometeu-se a *linguagem*. E num certo paralelismo com a língua corrente, como Teixeira de Pascoaes reconhecia: «A língua, não determinando rigidamente a cultura de um povo, traça-lhe não obstante vias de orientação; [...] cada língua constitui um modelo do universo, um sistema semiótico de compreensão do mundo, um verdadeiro mundo que o espírito coloca entre si os objectos pelo trabalho interno da sua força»⁴⁷. No caso da química, a nova nomenclatura também determinou um certo modo de viver e construir esta ciência.

Nos começos de 1787 Louis Guyton de Morveau, um jurista de formação e profissão mas um químico de vocação, viajou até Paris para consultar químicos eminentes sobre uma reforma da *nomenclatura química* tornada premente há vários anos. Juntaram-se-lhe nesta tarefa Lavoisier, Berthollet e Fourcroy. De facto, muitos nomes dos compostos eram nomes tradicionais e associados a localidades, a pessoas, à aparência do material e assim por diante: pó de Algarote, sal de Glauber, sal de Rochelle, óleo de vitríolo, manteiga de arsénio, água forte, água régia, verde de vitríolo, gás silvestre, negro de magnésia, leite de magnésia, etc. A nova nomenclatura foi aprovada para publicação pela Academia das Ciências de Paris, mas a mesma Academia não recomendou o seu uso perante o parecer de um comité de apreciação constituído por: Baumé (autor de um livro (1787) baseado no flogisto), Sage (flogista), D'Arcet e Cadet.

Guyton tinha sido adepto da teoria do flogisto, mas perante as novas evidências, aproximou-se bastante das ideias de Lavoisier. A *linguagem química* reflectia a

visão nova que se aproximava. Cada nova substância simples devia ter um nome único. As substâncias compostas receberiam dois nomes reveladores da sua constituição elementar. Por exemplo, a cal de chumbo foi atribuída ao género óxido e à espécie do chumbo. E assim, no domínio da química inorgânica surgiram os nomes nossos familiares de sulfureto, nitratos, nitritos, etc.. Os promotores da nova nomenclatura encontravam nela claras vantagens para o ensino da química ao facilitar os raciocínios neste campo. Os opositores reclamaram que os novos termos eram baseados em hipóteses que poderiam cair; químicos experimentados não entendiam esses termos estrangeiros que sentem como uma pressão para impor a nova teoria, forçando os que se iniciavam no estudo da química a aprender a nova linguagem. Mas a verdade é que os professores a começaram a ensinar e centenas de estudantes por ano aprendiam-na nas convincentes lições de Fourcroy em Paris, de Morveau em Dijon, de Chaptal em Montpellier. Os adeptos do flogisto tiveram de a começar a aprender para se fazerem entender, incluindo o próprio editor do *Journal de physique*.

Foi a necessidade de uma nova linguagem bem construída e cerzida com a nova química do oxigénio que forçou em tão pouco tempo o triunfo de ambas⁴⁸, mas tais circunstâncias não são usuais quer em ciência quer nas artes. Como referiu Fernando Pessoa: «Todo o autor, na proporção em que é grande e ao mesmo tempo *original*, tem tido sempre que criar o sentido estético pelo qual há de ser apreciado; assim foi sempre e assim continuará a ser ...»⁴⁹. Há na heterodoxia científica um paralelo com a artística, um sentido estético para a literatura e para as artes, e um sentido cognitivo para as ciências.

Com a «nova química» houve uma conversão de praticamente toda a comunidade dos químicos; os mais novos primeiro e com entusiasmo; os mais velhos com mais dificuldade e menos entusiasmo. Mas a pressão para a mudança era grande e tornou-se maior com a publicação de tratados anti-flogisto, especialmente o *Traité Elementaire de Chimie* do próprio Lavoisier em 1789. Nesta obra confirma as suas ideias sobre a necessidade de precisão no desenvolvimento da teoria [...], e critica as teorias anteriores por partirem de conceitos vagos e desconhecidos para através deles atingir “factos conhecidos e palpáveis”. A sua proposta era exactamente o contrário, partir de factos conhecidos para chegar a conceitos gerais⁵⁰. É nesta viragem de pensamento que encontramos ideias seminais de Rouelle, que associa sistematicamente as noções de elemento-princípio e de instrumento. Esta associação foi nova na época e realçou os valores que a química das luzes francesas veio a reivindicar - «o químico não é ninguém sem os seus instrumentos».

Por meados da década de 90 a nova química estava assente em França, na Inglaterra e na Escócia e esta ciência aproximou-se muito mais da ciência irmã, a Física. Contudo, Joseph Priestley permaneceu fiel ao flogisto. E neste contexto, a posição de Vandelli também foi o *by default*, quando se reconhece que o seu interesse prático pela mineração e refinação de metais era bem coberto pelo flogisto.

É segundo este enquadramento que vamos examinar a posição de Vandelli. Terá sido racional e coerente em se manter afecto à teoria do flogisto até ao fim da vida? Pela idade com que veio leccionar para Coimbra, não seria dos que se converteria mais facilmente. Acresce que era muito pouco motivado pela especulação teórica, digamos pela química como “ciência”, mas sentia um enorme apelo pela resolução de problemas práticos com reflexos económicos, isto é, por uma química como “arte” eficaz. Escrevia Vandelli em 1797: «Este é o resultado de algumas experiências, as quais para não enfastiar os leitores, não ornei de supérflua erudição, nem de fastidiosos detalhes, nem de inúteis teorias»⁵¹. Julgo mesmo que, quem como ele escreveu ser a «Química a Álgebra dos corpos», deveria entender a teorização de Lavoisier como longe de objectivos correctos. Teria preferido uma “cientificação” newtoniana da química, à base de forças e não de massas, pois na sua Primeira Aula referese a dois mecanicistas empenhados como Boyle e Boerhaave. Paralelamente, como aponta José Luís Cardoso, há o apelo da História Natural: «Estamos num século em que a história natural será dos domínios científicos que acolhe maior adesão e popularidade»⁵².

Mas Vandelli conhecia os trabalhos de Lavoisier e ter-se-á apercebido que do confronto das duas visões, mesmo que a teoria do flogisto saísse vencedora, não ficaria inalterada. Não era nada motivador neste clima de debate e transformação de ideias investir na escrita de qualquer compêndio. Arriscava-se a que a obra ficasse obsoleta muito depressa, retirando tempo a outros interesses, mormente para quem se dividia um pouco entre Coimbra e Lisboa. E não podemos ignorar que quem o fez na linha da teoria do oxigénio, Vicente Coelho Seabra, dedicou-a à Sociedade Literária do Rio de Janeiro, mas não teve o prazer de a ver utilizada pela Universidade de Coimbra.

Sobre a opinião de Friedrich Link, não podemos ignorar que desde os seus 25 anos foi um antiflogista, logo em 1792. O seu encontro com Vandelli foi naturalmente pautado pela diferença de idades (37 anos) e por duas visões distintas e em conflito do mundo da química, e tal ter-se-á reflectido inevitavelmente numa opinião muito desfavorável a respeito do químico italiano. Sendo uma autoridade competente, não é a autoridade suprema, e

devemos ver a sua opinião como a de um *referee* dos tempos modernos.

Na “Memória sobre as minas de ouro do Brazil” (cerca de 1790), Vandelli cita Sage e o seu *Tratado da Arte de Ensayar* para corroborar as suas ideias, ao mesmo tempo que critica Mr. Macquer, Cadet, Lavoisier, Baumé, Cornet e Bertholet consultados pelo Ministro da Fazenda de França [...] acerca do problema e teriam garantido que a perda de ouro era mínima e não prejudicava os trabalhos nas casas da moeda. Vandelli não aceitou esse argumento e acrescentou: «Porém estes célebres químicos não podem negar, que por esta solução do ouro na água forte ... os Ensaios feitos ... sem verificar a porção de ouro dissolvido na mesma não são exactos, e são de grande prejuízo; sendo bem conhecido que qualquer mínima diferença, ou levíssima falta do metal ensaiado, respectivo ao grande, vem a ser considerável, e por consequência o ensaio falso, inútil, e prejudicial»⁵³.

Uma outra questão grave com implicações económicas dizia respeito ao facto de «os ensaiadores não conhecerem a platina presente no ouro do Brasil (o chamado ouro preto) que chegava de Goiás e Jacobina, “e assim eles dão um valor ou toque ao Ouro, que contem a Platina como se não tivesse”, [...]. Acontece que a platina também é solúvel na água régia e os ensaios apontavam 24 quilates como o toque do ouro purificado, quando na verdade, se fosse realizada a separação da platina, o toque poderia alcançar 18 quilates, observa Vandelli na “Memória sobre as minas de Ouro do Brasil”. Procurando aliviar Portugal dessas perdas, foi criado em 1802, na mesma Casa da Moeda de Lisboa, um “Curso Docimástico” para a formação de químicos e ensaiadores de metal sob a direcção do brasileiro José Bonifácio de Andrada e Silva. Entretanto, por uma série de razões, o curso só vai funcionar cerca de 20 anos depois. Nesse período, os futuros ensaiadores continuaram a ser formados por seus pais. Podemos imaginar que muito pouco mudaram os processos, apesar das críticas de Vandelli»⁵⁴. Novamente este químico e botânico de Coimbra se envolve na resolução de uma dificuldade estratégica de índole química, e mobiliza um dos seus discípulos para, com competência, contribuir para a resolução do problema.

Em 1808 quando se iniciou a revolução contra as tropas francesas que invadiram Portugal, no Laboratório Chymico da Universidade de Coimbra a fabricação da pólvora esteve a cargo de Tomé Rodrigues Sobral, então o catedrático de Química e também director do Laboratório. Por esta sua acção veio a ser conhecido por «mestre da pólvora»⁵⁵. Mas outros estudos relativos aos compostos de nitrogénio e à pólvora haviam sido realizados anteriormente pelo seu mestre Domingos Vandelli, para «acrescentar força à pólvora», como

descreve Márcia Ferraz.

Retomemos, mais uma vez, o seu artigo sobre a memória de Vandelli publicada em 1797, intitulada “Várias Observações de Química, e História Natural”. O texto é «composto de várias partes, a saber: “Flor de anil, ou azul da Prússia fóssil das Minas Gerais”; “Método de acrescentar a força à pólvora”; “Método de fixar o Mercúrio”; “Transmutar o ferro em perfeito aço”; e “Cobre Nativo do Brasil”. Esses ensaios, ..., são, na verdade, textos de conteúdo químico (ficando a “história natural” do título restrita a algumas frases) em que Vandelli descreve algumas análises e experimentos realizados utilizando, ainda, a antiga terminologia na denominação dos compostos químicos. Assim, ao tratar da pólvora nos diz: “purificando o nitro ... para livrá-lo totalmente do sal marinho, o fiz dissolver com água impregnada de Gás inflamável, que obtive na decomposição da água...”⁵⁶.

Estes exemplos parecem-me o bastante para ilustrar ser Vandelli um químico competente. Não teria, com certeza, um saber enciclopédico, ao modelo de Friedrich Link. Nem teria especial apetência pelos aspectos lúdicos da ciência, pois aborda-os em tom depreciativo⁵⁷.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não nos podemos esquecer que Vandelli veio para Portugal pouco depois dos seus 30 anos de idade, e tinha outros legítimos interesses na vida, e de relevância nacional, para além dos decorrentes de ser professor na Universidade de Coimbra e membro activo da Academia Real de Ciências de Lisboa. «Em 1787 foi viver para Lisboa, onde se tornou o primeiro director do Jardim Botânico da Ajuda, sendo nomeado Deputado da “Real Junta do Comércio, Agricultura, Fábricas e Navegação destes Reinos e seus Domínios”. Continuou a ser director do Laboratório Químico da Universidade até 1791, apesar de estar ausente de Coimbra. Neste laboratório foi sendo sucessivamente substituído em funções de responsabilidade efectiva por Manuel Joaquim Henriques de Paiva (1752-1829), Constantino António Botelho de Lacerda Lobo (1754-1820), Tomé Rodrigues Sobral (1759-1829) e Vicente Coelho Seabra (1764-1804), até abandonar o cargo em 1791, sucedendo-lhe como director Tomé Rodrigues Sobral»⁵⁸.

Jubilou-se aos 56 anos, tendo fixado residência em Lisboa. Desde aí, «a sua proximidade junto da corte permitiu revelá-lo como conselheiro no âmbito político, diplomático e financeiro», e «teve papel ímpar no desenvolvimento das doutrinas e políticas económicas e financeiras de Portugal»⁵⁹.

Sobre ele escreveram os historiadores Jorge Pedreira e Fernando Dores Costa: «Domingos Vandelli, homem ilustrado e de vários saberes, há muito radicado

no reino, autor de numerosas memórias e pareceres, uns com alvitres oferecidos ao príncipe, outros exprimindo reflexões que ficaram por certo num domínio mais reservado, constitui um precioso testemunho dessa época, até porque constitui o exemplo de um homem que procurou activamente orientar a acção do regente. Vandelli escrevia a D. João sobre assuntos financeiros e económicos, mas também sob aspectos diplomáticos e militares. Mais do que isso, registava alguns elementos destinados à caracterização do governo»⁶⁰.

Em ciência julgo que Vandelli terá seguido o exemplo de outro químico que refere, Robert Boyle, apelidado por vezes de «*father of chemistry*», e que tinha outros interesses para além da química. Boyle escreveu livros sobre uma apreciável variedade de temas, incluindo filosofia, sociologia e religião. E nos seus trabalhos científicos era auxiliado por um grande número de assistentes, para poder dedicar também o seu tempo a outros temas e a causas filantrópicas⁶¹.

Vandelli foi químico numa época de profundas transformações de ideias e de linguagem. Se a teoria do flogisto perturbou e adiou a correcta interpretação do aumento de peso observado por Jean Rey na calcinação do estanho, a verdade é que não impediu o progresso da química pneumática. Tal como o facto de a teoria do calor, incorrecta ao interpretar o calórico como uma substância e não uma forma de energia, não impediu os estudos de um Lavoisier, Black ou Carnot. Pelo contrário, ambas estimularam novas investigações e quando novas teorias surgiram, os factos brutos não foram perdidos, mas sim reinterpretados segundo novos formalismos conceptuais.

Questão distinta é a linguagem da química do tempo de Vandelli. Esta linguagem não tinha nada a ver com o flogisto. Guyton de Morveau, era um flogista, mas como jurista de formação e profissão buscava a «precisão do conceito». Tal requeria uma linguagem clara e que seria impossível de alcançar com um vocabulário impreciso, por vezes mesmo contraditório, como era o da química do seu tempo. Mas não abandonou o flogisto sem tristeza: «*J'avoue que je n'ai pas vu sans peine ces phénomènes se réaliser sous mes yeux, tant que je n'ai pu les envisager que sous un aspect qui menaçait d'une ruine prochaine la plus belle partie de nos connaissances*». Compreende-se a «dor da partida» pois a «partir de 1775, pela primeira vez na história da química, os químicos ficaram de acordo sobre os fundamentos da sua ciência, e isto graças à “sublime teoria” de Stahl, este mensageiro da paz, que finalmente conseguiu proporcionar uma explicação consensual e tranquilizante a respeito dos fenómenos mais conflituosos que a química havia enfrentado: as combustões e as calcinações»⁶².

Os primeiros a juntar-se a Lavoisier, após 1777, foram os matemáticos Laplace e Monge. O primeiro químico a imitá-los foi Pierre Bayen (1725-1798), apesar de

já ter 52 anos, mas havia sido o primeiro a mostrar a perda de peso por redução de uma “cal de mercúrio” mediante aquecimento em 1774⁶³. Em 1785 aderiu à «teoria do oxigénio» Berthollet, e esta foi uma conversão importante, pois era dos maiores químicos do seu tempo e que, após a morte do grande opositor flogista Pierre Macquer, em 1784, teve o efeito agregador da convicção de uma das maiores autoridades do domínio. No ano de 1787, Guyton de Morveau deixou a sua cidade natal para passar oito meses em Paris e aproveitou para fazer diversas visitas a Lavoisier, participando mesmo nas suas experiências. Acabou por se converter.

Durante o mesmo ano o contágio passou a Mancha, e aderiu ao oxigénio Thomas Beddoes (1760–1808), professor em Oxford, e depois foi tocado pela mesma graça Joseph Black (1728–1799). Restava Richard Kirwan (1733–1812), que se destaca em Londres no seu ardor e talento em defender o flogisto, julgando mesmo ter demonstrado a evidência da sua existência no «ar combustível», o nosso hidrogénio. E para divulgar e sustentar as suas ideias publica, em 1784, a obra *An Essay on Phlogiston*, com a qual esperava ter encerrado a controvérsia a favor do flogisto.

Lavoisier não foi indiferente à opinião de Kirwan e, em 1788, Madame Lavoisier empreende a “tradução” da obra, apoiada por quase todos os apoiantes do seu marido, Fourcroy, Berthollet, Monge, Laplace e Guyton de Morveau. Uma estranha tradução, diga-se, pois as notas e as refutações com que é acompanhada, ultrapassam o texto original. Releve-se o extraordinário *fair-play* de Kirwan, que em 1791 escreve uma extensa carta a Berthollet onde se dá por vencido e convencido: «*Enfin je mets bas les armes et j'abandonne le phlogistique*». A partir deste momento, restaram poucos aderentes, e em menos de um ano assiste-se à jubilação de Vandelli. Joseph Priestley (falecido em 1804) e Henry Cavendish (falecido em 1810), tal como Vandelli (falecido em 1816) não mudaram de opinião⁶⁴.

A ciência está assente num sistema de convicções no qual explicações e teorias contrárias aos paradigmas vigentes são rejeitadas ou ignoradas, mesmo que correctas e provadas⁶⁵. É, pois, um *sistema de convicções* a que os cientistas aderiram, e Priestley e Cavendish que haviam aderido por boas razões ao flogisto, em 1791 ou já se sentiam demasiado idosos para empreenderem o esforço da mudança, pois se encontravam quase na casa dos 60, ou não encontraram boas razões para a empreenderem. Vandelli, só dois anos mais novo que Priestley, acompanhou-os.

- ¹ Márcia H. M. Ferraz, "Domingos Vandelli e os Estudos Químicos em Portugal no Final do Século XVIII", *Química Nova*, 18, nº 5, 500-504 (1995); Textos de Sebastião José de Carvalho e Melo, em "Portugal como Problema. A Economia como Solução 1625-1820. Do Mercantilismo à Ilustração", vol. V, José Luís Cardoso (coord.), Público/Fundação Luso Americana, Lisboa, 2006, pág. Cap. VII.
- ² M. Ferraz, "Domingos Vandelli ...", *ob. cit.*
- ³ M. R. Portugal Vasconcelos Ferreira, "200 Anos de Mineralogia e Arte de Minas: Desde a Faculdade de Filosofia (1772) até à Faculdade de Ciências e Tecnologia (1972)", FCTUC, Coimbra, 1998, pág. 27.
- ⁴ A. Amorim da Costa, "Domenico (Domingos) Vandelli (1730-1816)"; acesso à internet em 5 de Janeiro de 2008: <http://www.spq.pt/docs/Biografias/Domingos%20Vandelli%20ing.pdf>.
- ⁵ A. Amorim da Costa, "Primórdios da ciência química em Portugal" (PCQP), Instituto de Cultura e Língua Portuguesa, Biblioteca Breve, Lisboa, 1984, pág. 38.
- ⁶ Madison Smartt Bell, "Lavoisier no Ano Um. O nascimento de uma nova ciência numa época de revolução", Gradiva, Lisboa, 2007, pág. 103.
- ⁷ *Ibid.*, pág. 107.
- ⁸ *Ibid.*, pág. 92.
- ⁹ *Ibid.*, págs. 25, 26, 65.
- ¹⁰ *Ibid.*, pág. 44; sublinhado meu.
- ¹¹ Aaron J. Idhe, "The development of Modern Chemistry", A Harper International Student Edition, New York, 1964, pág. 59.
- ¹² Smartt Bell, *ob. cit.*, pág. 45.
- ¹³ David Knight, "Ideas in Chemistry. A history of the science", The Athlone Press, Londres, 1992, págs. 163, 206.
- ¹⁴ Keith J. Laidler, "The World of Physical Chemistry", Oxford University Press, Oxford, 1993, pág. 1.
- ¹⁵ Amorim da Costa, PCQP, *ob. cit.*, pág. 40.
- ¹⁶ Knight, *ob. cit.*, pág. 45.
- ¹⁷ José Luís Cardoso (introd. e coord.), "Memórias de História Natural. Domingos Vandelli", Porto Editora, Porto, 2003; introd. págs. 19, 20.
- ¹⁸ M. Ferraz, "Domingos Vandelli ...", *ob. cit.*
- ¹⁹ Em http://en.wikipedia.org/wiki/Giovanni_Antonio_Scopoli; acesso em 5 de Janeiro de 2008.
- ²⁰ M. R. Portugal Vasconcelos Ferreira, "200 Anos de Mineralogia e Arte de Minas: Desde a Faculdade de Filosofia (1772) até à Faculdade de Ciências e Tecnologia (1972)", FCTUC, Coimbra, 1998, pág. 28.
- ²¹ Jorge Pedreira e Fernando Dores Costa, "D. João VI. O Clemente", série Reis de Portugal, Círculo de Leitores, Lisboa, 2006, pág. 88.
- ²² A. Amorim da Costa, "Vicente Coelho de Seabra Silva Telles (c.1764-1804)"; em <http://www.spq.pt/docs/Biografias/Vicente%20Coelho%20de%20Seabra%20%20.port.pdf>; acesso em 6 de Janeiro de 2008.
- ²³ Portugal Vasconcelos Ferreira, *ob. cit.*, pág. 36.
- ²⁴ Citado em Cardoso, *ob. cit.*, introd. pág. 11.
- ²⁵ Cardoso, *ob. cit.*, introd. págs. 11 e 12.
- ²⁶ Cardoso, *ob. cit.*, introd. pág. 17.
- ²⁷ Amorim da Costa, "Vicente Coelho de Seabra ...", *ob. cit.*
- ²⁸ António Jorge Andrade de Gouveia, "Químico esclarecido Luso-brasileiro, Vicente Seabra (1764-1804), *Mem. Acad. Ciências Lisboa*, XXI, 8-35 (1976-77); "Vicente Seabra and the Chemical Revolution in Portugal", *Ambix*, 32/3, 97-109 (1985); "Vicente Seabra e a Revolução Química em Portugal", em História e Desenvolvimento da Ciência em Portugal, *Publicações do II Centenário da Academia das Ciências de Lisboa*, vol. 1, 7-35 (1986).
- ²⁹ Amorim da Costa, "Vicente Coelho de Seabra ...", *ob. cit.*
- ³⁰ Fernando Reis, "Dalla Bella (1730-c.1823)", <http://www.instituto-camoes.pt/cvc/ciencia/p34.html>; acesso em 6 de Janeiro de 2008; ver também Amorim da Costa, PCQP, *ob. cit.*, págs.115, 116.
- ³¹ Michael Polanyi, "Personal Knowledge. Towards a Post-critical Philosophy", Routledge & Kegan Paul, Londres, 1958, ed. compulsada 1969. Ver também, S. J. Formosinho, "A importância do conhecimento tácito em Química. Um tributo a Alberto Romão Dias", *Química. Bol. Soc. Port. Quim.*, submetido a publicação.
- ³² M. Ferraz, "Domingos Vandelli ..." *ob. cit.*

³³ *Ibid.*.

³⁴ *Ibid.*.

³⁵ *Ibid.*.

³⁶ Amorim da Costa, "Vicente Coelho de Seabra ...", *ob. cit.*.

³⁷ Viagens & Expedições: http://www.cedope.ufpr.br/joao_feijo.htm, acesso em 6 de Janeiro de 2008.

³⁸ M. Ferraz, "Domingos Vandelli ...", *ob. cit.*.

³⁹ Em M. Ferraz, "Domingos Vandelli ...", *ob. cit.*.

⁴⁰ M. Ferraz, "Domingos Vandelli ...", *ob. cit.*.

⁴¹ Amorim da Costa, PCQP, *ob. cit.*, págs. 40-45, 52-55.

⁴² Citado em Amorim da Costa, PCQP, *ob. cit.*, págs. 54, 55.

⁴³ Knight, *ob. cit.*, cap. 4.

⁴⁴ Aaron J. Idhe, "The development of Modern Chemistry", A Harper International Student Edition, New York, 1964, pág. 58. Ver ainda a seguinte experiência: Consideremos dois pedaços de chumbo com o mesmo peso. Quando colocados cada um no prato de uma balança, verifica-se equilíbrio. Mas juntamos ao prato A uma rolha de cortiça (representando o flogisto) ligada com o pedaço de chumbo. O prato A baixa. Mas se mergulharmos o conjunto em água, agora é o prato B que desce. E Guyton de Morveau conclui: «*Voilà donc une addition de matière qui produit une diminution du poids dans l'eau*». Claro que em água temos o efeito da impulsão, que é proporcional ao volume da água deslocada. O facto de de Morveau desconhecer o princípio de Arquimedes resulta de ser um autodidacta em ciência, apesar de ser um químico competente. Mas este facto também revela os escolhos que se colocaram aos químicos adeptos do flogisto; em "Guyton de Morveau. Chimie et Revolution", internet : <http://pagesperso-orange.fr/ours.courageux/guyton.htm>; acesso 13 de Janeiro de 2008.

⁴⁵ Cardoso, *ob. cit.*, pág. 5.

⁴⁶ Smartt Bell, *ob. cit.*, pág. 27.

⁴⁷ Teixeira de Pascoaes, em "Portugal como Problema. Século XX, os Dramas de Alternativa", vol. IV, org. Pedro Calafate, Fundação Luso-Americana/Público, Lisboa, Setembro de 2006, pág. 59.

⁴⁸ Smartt Bell, *ob. cit.*, pág. 146.

⁴⁹ Fernando Pessoa, "Apreciações Literárias. Bosquejos e Esquemas Críticos", Editora Estante, Aveiro, 1990, pág. 16.

⁵⁰ Ana Maria Alfonso-Goldfarb e Márcia H. M. Ferraz, "As Possíveis Origens da Química Moderna", *Química Nova*, 16, nº 1, 63-68 (1993).

⁵¹ Cardoso, *ob. cit.*, introd. págs. 6, 7.

⁵² Cardoso, *ob. cit.*, introd. pág. 11.

⁵³ Cardoso, *ob. cit.*, pág. 38-39; M. Ferraz, "Domingos Vandelli ...", *ob. cit.*.

⁵⁴ M. Ferraz, "Domingos Vandelli ...", *ob. cit.*.

⁵⁵ Amorim da Costa, PCQP, *ob. cit.*, págs. 77-81.

⁵⁶ M. Ferraz, "Domingos Vandelli ...", *ob. cit.*.

⁵⁷ Cardoso, *ob. cit.*, introd. pág. 9.

⁵⁸ Fernando Reis, "Domingos Vandelli (1735-1816)"; <http://www.instituto-camoes.pt/cvc/ciencia/p10.html>; acesso 12 de Janeiro de 2008.

⁵⁹ Cardoso, *ob. cit.*, introd. págs. 3, 4.

⁶⁰ J. Pedreira e F. Dores Costa, *ob. cit.*, pág. 68.

⁶¹ Keith J. Laidler, "To Light Such a Candle", Oxford Univ. Press, New York, 1998, pág. 326.

⁶² B. Bourdoncle, "Guyton de Morveau. Chimie et Revolution", em <http://pagesperso-orange.fr/ours.courageux/guyton.htm>; acesso 13 de Janeiro de 2008.

⁶³ Idhe, *ob. cit.*, pág. 63.

⁶⁴ B. Bourdoncle, "Guyton de Morveau. Chimie et Revolution", em <http://pagesperso-orange.fr/ours.courageux/guyton.htm>; acesso 13 de Janeiro de 2008.

⁶⁵ M. Polanyi, "Personal Knowledge", *ob. cit.*, pág. 171.