



Aspectos históricos do ensino superior de química

Juergen HEINRICH MAAR



RESUMO

O presente trabalho pretende, sem ser exaustivo, apresentar aspectos históricos essenciais relacionados com a *formação do químico* em nível superior, “os pequenos fatos significativos”, como dizia Taine, e apresentar as características dos diferentes períodos da evolução da química como atividade acadêmica, ou como *disciplina* universitária, bem como os fatores decisivos para as mudanças estruturais e institucionais observadas. Não entraremos por ora no mérito de currículos, práticas, textos ou programas. Uma história que sem querer ser rankeana, do *wie es wirklich gewesen ist*, (“como realmente aconteceu”) procura relacionar dados antes de discutir com maior profundidade os conteúdos, métodos e resultados do ensino superior de química em cada um dos períodos abordados, o que ficará para trabalhos posteriores, mas que procura inserir a química no contexto universitário como um todo. Cronologicamente, limitar-nos-emos ao período que vai da universidade medieval e da alquimia às primeiras décadas do século XIX, isto é, até a consolidação da química como disciplina universitária. Depois de uma discussão sobre a relação informal entre a alquimia e a universidade medieval, abordaremos a química (quimiatría) associada à medicina e à farmácia (séculos XVI e XVII), a química mais “aplicada” associada à metalurgia e à indústria (século XVIII), uma química independente alocada na faculdade não de medicina mas de filosofia (pela primeira vez em 1789). Na transição do século XVIII ao XIX consolida-se a química como disciplina universitária.

PALAVRAS-CHAVE • História das instituições científicas. História da química. História do ensino superior de química. Química universitária. Química dos cursos técnicos. Química científica.

*Informação fragmentária jamais constituiiu
empecilho para a descoberta...*

Manfred Eigen

INTRODUÇÃO

Os textos de história da química, quer aqueles que discutem a evolução da química numa ordenação mais cronológica, quer aqueles que se organizam em torno de temas ou de problemas a serem pesquisados, ou em torno de idéias ou teorias norteadoras,

normalmente abordam apenas de passagem a formação profissional ou acadêmica dos personagens envolvidos ou responsáveis por essa história: egressos da medicina ou da farmácia, da metalurgia ou outras áreas tecnológicas, das ciências naturais como um todo, e não raro cientistas autodidatas ou amadores, há uma diversidade imensa nas modalidades de *formação do químico* e, apesar disso, ou até quem sabe exatamente por isso, as histórias da química tratam desse aspecto *en passant*, talvez mencionando junto com os dados biográficos dos químicos sua formação ou sua *peregrinatio academica*, ou seja, sua viagem de estudos. Na melhor das hipóteses, discute-se a formação química, sobretudo a de laboratório, desde a evolução da química depois de Lavoisier e Dalton, quando a química passou a ter *status* não só de ciência independente, ou de ciência racionalmente organizada, mas de ciência independente racionalmente organizada em torno de princípios e teorias ainda hoje aceitas, pelo menos em suas linhas gerais. Mas na verdade há uma preparação formal teórica e prática do químico desde inícios do século xvii, vinculada estreitamente, como quimiatria, ao ensino da medicina e, mais tarde, como química aplicada, às atividades tecnológicas.

1. A ORIGEM DA QUÍMICA/QUIMIATRIA NAS UNIVERSIDADES

A química e a quimiatria¹ universitárias têm, pois, várias origens:

- 1) nos cursos de medicina, no ensino do preparo de fármacos, origem remota do ensino da química que viria ser a química orgânica e a bioquímica;
- 2) nos cursos tecnológicos, desde o século xviii, inicialmente nas escolas de minas, depois nas de engenharia, no ensino sistemático do que viria a ser a química inorgânica e a química analítica;
- 3) como disciplina científica “pura”, desde a reforma universitária de Humboldt e Fichte (1810), de certa forma já antecipada pelos aspectos organizacionais e didáticos da Universidade de Halle, criada em 1694.
- 4) as “noções de física e química” freqüentemente citadas como unidade de ensino ou disciplina têm na realidade origem heterogênea: a física desenvolveu-se a partir da filosofia natural e da matemática, a química a partir da medicina. A alocação de uma disciplina de química em uma faculdade de filosofia e não numa faculdade de medicina, como ocorreu em Jena a partir de 1789, deu início à efetiva interação da física com a química, e ao início do ensino do que seria a físico-química.

¹ Ver conceito de quimiatria e comentários no item 4.

Se nas universidades dos séculos XVII e XVIII a química estava geralmente nas mãos de médicos e farmacêuticos, ou se o professor de química era também o professor de física, ou de mineralogia, ou de botânica, isso quer dizer, como sugere Rheinboldt (Rheinboldt, 1936), que a química estava nas mãos de profissionais que não tinham para com ela a mínima compreensão, a menor intimidade? Não poderia significar também que o alcance da química daquele tempo ultrapassava as limitações que depois Lavoisier estabeleceria, que as áreas de contato da química iam da metalurgia e dos procedimentos industriais até os fenômenos vitais, uma espécie de multidisciplinaridade ou até interdisciplinaridade precursora? De qualquer forma, não havia até o século XVIII professor universitário de química que se dedicasse unicamente a sua disciplina. Alguns acumulavam a química e a farmácia, outros a química e a botânica, ou a mineralogia, e outras disciplinas mais.

Mas para Aaron Ihde, até 1800 o melhor lugar para se aprender química continua sendo a farmácia (cf. Ihde, 1984, p. 290-1). De fato, se olharmos para a formação profissional dos químicos anteriores a Lavoisier, veremos que muitos têm origem na farmácia, alguns deles práticos sem formação acadêmica. Johann Rudolf Glauber (1604-1670), o mais importante químico prático de seu tempo, afirmava, com uma certa dose de orgulho, “não estudei em universidade alguma e nunca tive a intenção de fazê-lo” e, como Paracelso, “estudei no livro da natureza, escrito por Deus”. Hoje em dia, conforme averiguou Müller-Jahncke, não se acredita mais nisso, Glauber deve ter tido algum estudo formal, pois era *Apothekarius* da corte de Hessen-Darmstadt, cargo que exigia estudos universitários (cf. Müller-Jahncke & Link, 1995).

Os químicos egressos dos cursos de medicina não ingressavam de imediato nos laboratórios de química das universidades, academias ou outras instituições, mas iniciavam uma “peregrinação acadêmica” de dois ou três anos de duração, que os levava aos laboratórios dos grandes químicos de sua época, seguramente os melhores lugares para se aprender uma ciência experimental. Assim Glauber realizou sua *peregrinatio academica*, que o levou de sua Karlstadt natal a lugares como Wiener Neustadt, Salzburg, Basileia, Marburg, Frankfurt, Bonn e Amsterdam, numa espécie de simbiose entre aprendizagem e exercício profissional. Johann Georg Gmelin (1674-1728), o patriarca da dinastia química dos Gmelin, viajou durante 7 anos, passando por Ulm, Dresden, Leipzig, Delft e Estocolmo (cf. Walden, 1954).

2. O NASCIMENTO DA QUÍMICA MODERNA

No entender de Jost Weyer, a química moderna nasceu por volta de 1600, da confluência de três fatores: os aspectos práticos da alquimia, a filosofia natural e as artes práticas

(cf. Weyer, 1992). A alquimia² empírica forneceu os materiais, os equipamentos e as operações (as “chaves” da alquimia não deixam de ser precursoras das operações unitárias de hoje); a filosofia natural constituiu um enquadramento teórico necessário para que a nova ciência prosperasse e frutificasse; e as artes práticas forneciam um amplo campo de trabalho, que ia desde a mineração e metalurgia até a preparação de fármacos, ou o refino de açúcar, ou o fabrico de salitre ou de soda, ou dos ácidos minerais.

Corroborando a proposta de Weyer podemos citar três eventos ocorridos no limiar do século XVII e que são sinais indicativos do nascimento de uma atividade química independente: o primeiro é a publicação do primeiro livro-texto de química, a *Alquimia* (apesar do nome é um texto de química) de Andreas Libavius (1550-1616) em 1597, com nova edição em 1606; o segundo é a publicação da primeira monografia no campo da química, *A carruagem triunfal do antimônio*, do discutido Basílio Valentino ou de seu editor Johann Thölde, em 1604; e finalmente a criação da primeira cátedra de química numa universidade, a cadeira de quimiatria na Universidade de Marburg, em 1610, confiada ao paracelsiano Johannes Hartmann (1568-1631).

3. HAVIA ALQUIMIA NAS UNIVERSIDADES MEDIEVAIS?

Consultado sobre qual seria a melhor universidade, o pensador espanhol Don Miguel de Unamuno (1864-1936) teria respondido: aquela que tivesse uma cadeira de alquimia (cf. Serratos, 1969). Não cabe aqui discutir até que ponto essa afirmação merece crédito, mas o fato é que nos dias de hoje há historiadores e filósofos da ciência que discutem as conseqüências do abandono de todas as facetas da alquimia nos aspectos não só científicos, mas filosóficos e sobretudo éticos da prática científica e tecnológica dos nossos dias (cf. Re, 1997).

A Alquimia não foi propriamente uma precursora da química, ou a “química” dos antigos, como muitas vezes se diz, mas alguns aspectos práticos da alquimia, juntamente com outras formas de conhecimento não científico, levaram ao campo de conhecimento científico que hoje é a química (cf. Weyer, 1992). Essa origem de conhecimento

² A alquimia tem obrigatoriamente dois componentes: o científico (experimental e teórico) e o psíquico-religioso-filosófico (simbólico). Faltando o primeiro, estaremos diante de misticismo; faltando o segundo, diante de técnica ou tecnologia. Ao invés de procurar caracterizá-la por meio de uma das muitas definições complexas de alquimia, preferimos considerá-la como uma “forma de aquisição de conhecimento sobre a natureza”, que faz uso de uma interpretação subjetiva de dados experimentais, e não exclui a imaginação (no sentido de especulação) nem a revelação como formas lícitas de se chegar ao conhecimento, conhecimento do qual se pretende ter uma visão unificadora (cf. por exemplo Holmyard, 1990).

científico a partir de conhecimento pré-científico e conhecimento não científico é outro assunto a despertar a curiosidade e o interesse do filósofo da química. Talvez a reflexão sobre a formação profissional do químico forneça alguns subsídios para tanto.

A opinião dominante entre os historiadores da alquimia latina medieval é a de não ter havido ensino de alquimia nas universidades medievais. Teria muito antes havido uma contraposição entre a “cultura escolástica” e a “alquimia”, esta “marginalizada e excêntrica”. Chiara Crisciani (1999) estudou o relacionamento entre a alquimia e a universidade, e apontou razões pelas quais não houve uma disciplina de alquimia ou alguma outra modalidade formal de seu ensino na instituição universitária: em primeiro lugar, em função da própria natureza da alquimia, uma atividade essencialmente operativa, os alquimistas só adquiriam o conhecimento operando, atuando enquanto se aperfeiçoavam como indivíduos, o *ora et labora*;³ além disso, a atividade operativa significava uma intervenção para “aperfeiçoar” e mesmo “criar” matéria. Em outras palavras, no dizer de William Newman (*apud* Crisciani, 1999), para o alquimista, “operar” significa algo como “um sonho tecnológico”. Onde poderia ser realizado o “sonho”? Na medicina escolástica da universidade, onde vimos que não havia lugar para a alquimia.

Em segundo lugar, menciona Crisciani o excesso de operatividade e a freqüente condenação da alquimia pelas autoridades religiosas. Salienta Crisciani ao mesmo tempo que não há uma radicalidade, uma oposição absoluta entre a alquimia e o conhecimento escolástico. Os alquimistas faziam uso de doutrinas ensinadas nas universidades, a teoria médica dos humores⁴ por exemplo, que eles devem ter assimilado no contexto universitário. Por outro lado, os “doutores” das universidades dispunham de conhecimentos alquímicos (cf. Crisciani, 1999), por exemplo no preparo de medicamentos.

Em suma, havia na Idade Média uma espécie de *relação informal*, via medicina, entre o saber escolástico e a alquimia. R. Halleux menciona a riqueza textual e doutrinária dos alquimistas, a existência de diversos *corpora* de textos de diversas correntes, e uma evolução dinâmica e não linear da alquimia (cf. Halleux *apud* Crisciani, 1999). E W. Ganzenmüller acrescenta que o verdadeiro alquimista é um sábio como o teólogo ou o jurista, possuindo uma formação científica sólida: o que importa não é fazer ouro, mas o conhecimento da natureza. Aliás, é esse o real motivo porque tantos príncipes e

3 O *ora et labora*, “reza e trabalha”, dos alquimistas traduz numa fórmula sintética o aperfeiçoamento pessoal do adepto ou praticante à medida que realiza a “grande obra”, a busca da perfeição.

4 A “doutrina humoral” é a base da explicação pelo alquimista/quimiatra de toda a fisiopatologia, e os quatro humores (sangue, bilis negra, bilis amarela e fleugma) são como que réplicas dos quatro elementos aristotélicos (respectivamente ar, terra, fogo e água) e de seu equilíbrio ou desequilíbrio nascem saúde ou doença (cf. Costa, 1999, p. 65-82).

potentados valiam-se dos serviços de um alquimista (cf. Weyer, 1992). No que se refere à oposição entre alquimia e religião, ela aqui importa por causa da grande influência das ordens e instituições religiosas na universidade medieval. A condenação da alquimia não parte das universidades, mas das instituições religiosas; não obstante, como negar a poderosa influência de idéias alquimistas em religiosos como Alberto Magno ou Roger Bacon (ca. 1220-1292)? Este último, ao classificar as ciências, considerou a alquimia como uma das sete ciências, dividindo-a em alquimia especulativa e alquimia prática.

Uma pequena “revolução científica” foi promovida em plena época áurea do medievo por Robert Grosseteste (ca. 1170-1253), continuada por seus alunos e seguidores como Bacon e Alberto Magno, “revolução” esta que preconizava não só o abandono dos comentadores de Aristóteles e o retorno aos textos do próprio Aristóteles, agora disponíveis nas traduções latinas feitas a partir do século XII, mas também uma nova postura a respeito da natureza da pesquisa científica. A ciência começa com a “experiência” dos fenômenos pelo homem, sendo a finalidade da ciência descobrir as razões para essa “experiência”. Descobertas as causas ou “agentes causais”, essas são analisadas, reconstruindo-se o fenômeno observado com base em uma hipótese derivada dessa análise, hipótese que deve ser testada e provada (cf. Crombie, 1971). Tem-se assim em Grosseteste uma remota origem do “método experimental”.

4. PARACELSO E OS QUIMIATRAS

Observa-se em pleno Renascimento a “revolução química” de Paracelso, que defendia o abandono de Aristóteles e o retorno aos próprios fatos da natureza. A formação médica e alquimista de Paracelso (1493-1541) era essencialmente informal, colhida entre gentes de toda espécie, sábios e bispos, mineiros e fundidores, soldados e salteadores. Mas há quem defenda no Paracelso telúrico a busca do contraponto, do rigor formal de um estudo médico em Ferrara. Mas novamente discute-se se seu mestre em Ferrara fora realmente o médico Niccolo Leonicino (1428-1524?), ou o alquimista do *Splendor solis*, o misterioso Trismosin. Não há, pois, em Paracelso um estudo formal universitário comprovado, nem médico, muito menos alquímico. No entanto, seus conhecimentos práticos são inegáveis. Provavelmente é Paracelso o primeiro cientista autodidata moderno (cf. Debus, 1973).

A *quimiatria* é uma fase da história da medicina e da história da química (1530 a 1670) que se caracteriza essencialmente por dois fatos (cf. Schweiberger, 1989, p. 107):

ASPECTOS HISTÓRICOS DO ENSINO...

- 1) a abordagem das doenças de acordo com os ensinamentos de Paracelso (medicina “química”; a química no caso engloba tanto o tratamento de doenças como a natureza dos processos fisiológicos);
- 2) o preparo dos remédios de acordo com os procedimentos e técnicas alquimistas.

A visão médico/química de Paracelso, ou da quimiatria, difundiu-se a partir da Universidade de Basiléia na Suíça, desde mais ou menos 1560. O próprio Paracelso ali lecionou em 1527/1528, enquanto o permitiu seu temperamento difícil. A Universidade de Basiléia, fundada em 1460, foi também com Erasmo de Rotterdam (1466-1536)

um grande centro de irradiação do humanismo, e também os ensinamentos de Vesálio (1514-1564) foram difundidos a partir dela. Quanto aos quimiatras paracelsianos, ali estudaram Khunrath, Bodenstein, Libavius, Ruland, Quercetanus, Michael Maier e outros, com o que Basiléia passa a ser a primeira universidade a praticar o ensino químico/quimiátrico. Não havia, contudo, uma “escola” uniforme dos quimiatras egresos de Basiléia, havendo aqueles mais empíricos (pré-químicos) como Libavius, até outros essencialmente místicos, como Khunrath. Embora mais antigas, a Escola de Medicina de Salerno e a Universidade de Montpellier, na última das quais atuou o alquimista Arnaldo de Villanova (ca. 1235-1312), são muito mais centros de ensino médico.

O ensino universitário de quimiatria num sentido mais restrito iniciou com a criação na Universidade de Marburg, em 1610, pelo landgrave⁵ Maurício de Hessen-Kassel, (1572-1632), “o sábio”, ele próprio escritor e compositor, e que se fez rodear de alquimistas, como Michael Maier (1569-1632) (cf. Moran, 1985). A universidade fora fundada em 1527 pelo landgrave Filipe I o Magnânimo (1504-1567) como primeira universidade luterana da Europa. A nova cadeira de quimiatria foi confiada ao



Figura 1. Paracelso (1493-1541), contemporâneo da revolução científica de Copérnico e Vesálio, fez da Basiléia, apesar do pouco tempo que lá atuou, o primeiro centro de ensino e difusão da quimiatria.

⁵ Landgrave, *Landgraf*, o Conde (*Graf*), que como soberano semi-independente do antigo Império Romano-Germânico administrava um *Land* (Estado), conservando até o século XVII algumas regalias vindas da Idade Média.

paracelsiano Johannes Hartmann (1568-1631), que estudara medicina ali mesmo. Esse ensino universitário de quimiatria era ainda um ensino que atendia às necessidades científicas básicas de outras áreas, como a medicina e a farmácia, mas era já um ensino prático, e para dar conta de sua tarefa Hartmann não só escreveu textos, mais tarde reunidos no compêndio *Praxis chymiatrica*, mas elaborou normas de comportamento e de trabalho em laboratório, além de roteiros sobre aulas práticas de química médica, que já sugerem o que se faz ainda hoje (sem querermos comentar a validade didático-pedagógica desse tipo de prática) (cf. Ganzenmüller, 1941). Entre os preparados médicos obtidos estava por exemplo o *Laudanum opiatum*, cuja fórmula seus alunos eram obrigados a manter em segredo – por razões econômicas. Para as aulas teóricas foram adotados tratados como o *Basilica chemica* (1608) de Oswald Croll (ca. 1560/1580-1609), que sistematiza os ensinamentos de Paracelso, ou o *Tyrocinium chymicum* ou o *Principiante químico* (1610) de Jean Beguin (ca. 1550-1620), texto que apresenta os conhecimentos quimiátricos do ponto de vista do químico, do físico e do médico, e que é inspirado no texto mais abrangente de Libavius. Depois da partida de Hartmann para Kassel só em 1685 Marburg teve um novo laboratório químico, com Johann Jacob Waldschmiedt (1644-1689).

A cátedra de Johannes Hartmann em Marburg é tida geralmente como a mais antiga cátedra de quimiatria do mundo. Allen Debus fala de uma cadeira de quimiatria anterior mas efêmera na Universidade de Valência, na Espanha (1591), também no espírito paracelsiano (cf. Debus, 1998). O exemplo de Marburg foi seguido por outras universidades. Daniel Sennert (1572-1637) passou a ensinar, como professor de medicina da Universidade de Wittenberg, conteúdos de quimiatria, mesmo não existindo ali ainda uma disciplina específica para tanto. A segunda universidade a oferecer aos seus alunos um curso de quimiatria, também endereçado aos futuros médicos, foi a Universidade de Jena, fundada em 1544 como academia luterana pelo Príncipe Eleitor da Saxônia, João Frederico (1503-1555), o Magnânimo, recebendo *status* de universidade em 1558. A partir de 1612 foram encarregados de lecionar quimiatria os médicos Zacharias Brendel pai (1533-1629), Zacharias Brendel filho (1592-1638), o primeiro oferecendo as aulas “*disputatoria, anatomica, botanica et chemica exercitia*” (exercícios de disputas anatômicas, botânicas e químicas), sucedendo a eles Wolfgang Rathmann como *Director Collegii Chimici*, e o farmacêutico Valerius Theodorus Clemens (1591-1637). A cátedra, já como cátedra de quimiatria (desde 1639), foi ocupada pelo médico Werner Rolfinck (1599-1673), em 1641, como *exercitii chymia*. Rolfinck, que fora aluno de Sennert em Wittenberg, foi criador também do Teatro Anatômico e do Jardim Botânico, o que mostra entre os primeiros praticantes da quimiatria nas universidades um conhecimento mais multidisciplinar que envolvia a quimiatria, a medicina, a anatomia e a farmácia (cf. Schwedt, 1999, p. 127-31). O sucessor de Rolfinck foi seu aluno

Georg Wolfgang Wedel (1645-1721), o professor de Georg Ernst Stahl (1660-1734) e de Friedrich Hoffmann (1660-1742), que teriam ambos papel de destaque na organização do ensino de química e de medicina da nova Universidade de Halle (1694).

Mesmo não se tratando de universidade, cabe aqui falar da criação de uma escola a meio-termo entre a “escola trivial” (o *trivium* era a primeira parte das disciplinas liberais que constituíam o ensino superior medieval) e a “Academia”, fundada em 1598 em Coburg pelo Duque João Casimiro de Saxônia-Coburgo-Gotha (1564-1633) e inaugurada em 1605 como *Casimirianum*. A escola oferecia aulas públicas e gratuitas, mantendo para tanto um internato. Foi seu primeiro reitor o químico Andreas Libavius (ca. 1550-1616), o mais importante de seu tempo e autor do já mencionado texto

Alquimia de 1597. Libavius foi um espírito versátil, médico de profissão, professor de história e poesia (*poeta laureatus*)⁶ da Universidade de Jena, e que a partir de 1591 lecionou no Ginásio de Rothenburg uma matéria “ciências naturais”, algo de revolucionário na época. Libavius, na *Alquimia*, descreve a construção, instalação e organização de um laboratório de química, incluindo as comodidades e necessidades que o trabalho dos químicos exige; além de laboratórios, sala de destilação, de sublimação, e outras, havia depósitos (de carvão, de lenha), abastecimento de água, banheiros e salas de repouso para os laboratoristas (cf. Rheinboldt, 1988, p. 247-50). O primeiro laboratório construído segundo os



Figura 2. Andreas Libavius (ca. 1550-1616).

preceitos de Libavius foi o da Universidade de Altdorf, fundada em 1623 como universidade da Cidade Livre de Nürnberg e assimilada em 1809 pela Universidade de Erlangen. O laboratório de Altdorf foi inaugurado em 1683 e confiado a Johann Moritz Hofmann (1621-1698), sendo posteriormente copiado pela Universidade de Oxford. O sonho de Libavius de ver o *Casimirianum* convertido em universidade nunca se realizou, apesar

⁶ *Poeta laureatus*, uma honraria concedida a poetas (não obrigatoriamente os melhores), literalmente o “poeta coroado com louros”, comum até o século XVII em cortes, universidades etc. Essa é prática copiada provavelmente da antiga Roma, que honrava seus poetas no Capitólio. Em 1341, Petrarca foi assim laureado.



Frente sul



Frente norte

Figura 3. O laboratório de Libavius. Duas vistas (frente sul e frente norte) e planta baixa do laboratório-modelo de Libavius, 1606. Concretizado pela primeira vez na Universidade de Altford, serviu de modelo para o laboratório da Universidade de Oxford em 1682.

de uma proclamação imperial de 1705, ano do centenário da instituição. O imperador e a Igreja não tinham interesse numa nova universidade protestante, e os pequenos estados turíngios não dispunham de recursos para mais uma universidade além da de Jena.

Além das universidades de Marburg, Jena e Altdorf, criaram cadeiras de química, até o final do século XVII, as universidades de Leipzig (1668, com Michael Heinrich Horn), Erfurt (1673), Wittenberg, Helmstedt (1688), Königsberg e Halle, na Alemanha; na Suécia, Uppsala (1655) e Estocolmo (1683); na Holanda, Utrecht (1668), e Leiden, em 1669, com Carel de Maets ou Carolus Dematius (1640-1690); na Inglaterra, Oxford (1683) e Cambridge (1702), sendo nesta última o primeiro professor o farmacêutico italiano Giovan Francesco Viganì (ca. 1650-1713); na França, Montpellier (1670), Estrasburgo (1683); na Suíça, Basileia (1685, com Theodor Zwinger); na Bélgica, Lovaina (1695) (cf. Meinel, 1988).

Na França, a quimiatria paracelsiana teve início não na universidade de Paris, mas na de Montpellier (fundada em 1220), onde já havia uma certa tradição com relação a remédios químicos (Arnaldo de Villanova, que se baseava em Dioscórides), e que segundo Allen Debus foi a primeira na França a estabelecer uma cadeira de química num curso de medicina, da qual foi professor Arnaldus Fonsorbe e “demonstrador” Sebastian Matte, cabendo a cadeira depois a Raymond Vieussens (1637-1715) (cf. Debus, 1992). Os médicos galênicos da Universidade de Paris opunham-se energeticamente ao emprego da química na medicina, seja na forma de medicamentos, seja como explicação para os aspectos pertinentes da fisiologia. A disputa entre paracelsianos e

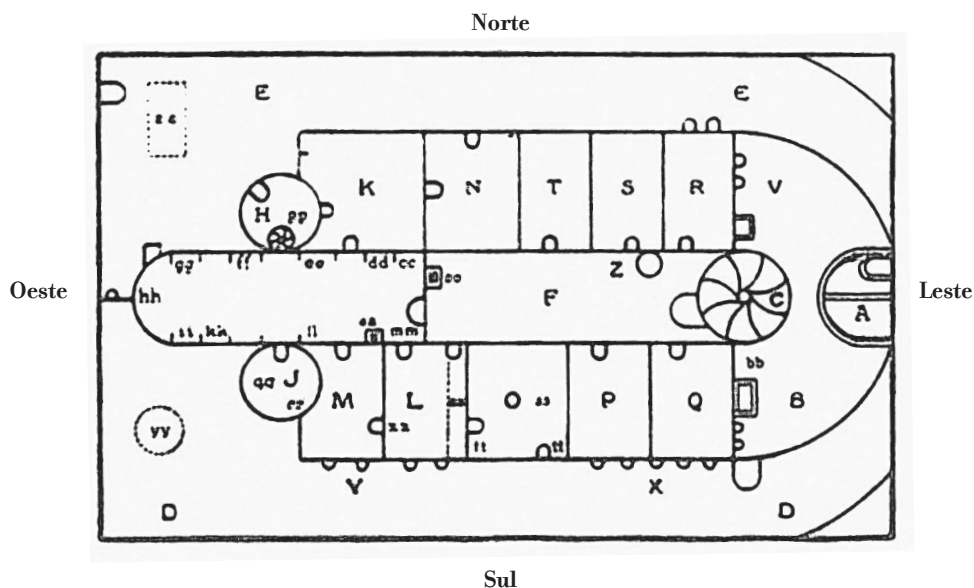


Figura 4. No laboratório de Libavius:

- | | |
|--|--|
| A) portão oriental, com entrada | aa) porta do porão do laboratório |
| B) pátio com galerias | bb) entrada da adega |
| C) escada em caracol | cc) banho de vapor (para aquecimento) |
| D) jardim | dd) banho de cinzas (para aquecimento) |
| E) corredor | ee) banho-maria |
| F) vestíbulo do laboratório | ff) aparelho de destilação <i>per descensio</i> |
| G) laboratório químico | gg) aparelho de sublimação |
| H) laboratório privativo com escada em caracol para a sala de estudo | hh) forno comum |
| J) laboratório analítico | ii) forno de revérbero |
| K) farmácia química | kk) aparelho de destilação |
| L) sala de preparação | ll) aparelho de destilação com serpentinas |
| M) dormitório do laboratorista | mm) banho de material orgânico |
| N) despensa | nn) foles portáteis |
| O) sala de cristalização (<i>coagulatorium</i>) | oo) abóbada para carvão |
| P) depósito de lenha | pp) “forno filosófico” no laboratório particular |
| Q) abóbada sul | qq) fornos para ensaios |
| R) depósito de frutas | rr) balanças analíticas |
| S) banheiro | ss) cubas e tinas |
| T) sanitários | tt) aparelho de destilação |
| V) porão com depósito de verduras | uu) prensa |
| X) adega | xx) mesas para experimentação e preparo |
| Y) porão do laboratório | yy) reservatório de água |
| Z) abastecimento de água | zz) local para preparação de salitre, alúmen e vitríolos |

antiparacelsianos foi bastante acirrada na França (“a guerra dos cem anos do antimônio”),⁷ iniciada com uma oposição aos antimoniais, e ampliando-se para uma resistência sistemática a remédios químicos. A expulsão de Turquet de Mayerne da Universidade em 1603, depois da publicação de sua *Apologia*, é exemplificativa, e o decano da Faculdade de Medicina de Paris, Guy Patin (1602-1672), médico famoso, embora medíocre na opinião dos historiadores, tornou-se expoente do combate aos remédios químicos, não só aos sais de antimônio, mas também à quinina e muitos outros. A Universidade de Paris só criaria uma cadeira de química em 1696. Na verdade a prática e o ensino da quimiatria na França tiveram início com os farmacêuticos huguenotes do *Jardin du Roi* (Jardim do Rei), criado em 1626 por carta-patente do Cardeal de Richelieu (1585-1642), a pedido de Guy de la Brosse (1571-1641), seu real fundador, juntamente com Jean Hérouard (1600-1627) e Charles Bouvard (1571-1652), médicos do rei e primeiros superintendentes do Jardim do Rei, embora o trabalho químico ficasse a cargo de de la Brosse (cf. Milt, 1941). Guy de la Brosse escreveu em 1628 um tratado sobre utilização de plantas medicinais, que incluiu uma longa discussão da química, pioneira dos posteriores tratados franceses, famosos e usados nas universidades em toda a Europa, de William Davidson ou Davisson (1596-1669), Nicolas LeFèvre (1600-1669), Christophe Glaser (1628-1678) e Nicolas de Lémery (1645-1715), os últimos como “demonstradores” e professores de quimiatria do Jardim do Rei, que no século XVIII converteu-se no *Jardin des Plantes* e em 1792 foi absorvido pelo Museu de História Natural de Paris. A cadeira de química do *Jardin du Roi*, criada em 1648 e confiada a um *démonstrateur*, foi a primeira da França.

Os primeiros quimiатras franceses eram em grande parte huguenotes, seguidores da fé reformada de João Calvino, e só a partir do Edito de Nantes,⁸ proclamado em 1598 pelo rei Henrique IV (1553-1610), os huguenotes alcançaram a liberdade política e religiosa, integrando-se à vida cultural francesa. Antes de Nantes eram importantes para esses dissidentes religiosos as *academias calvinistas*, em cidades como Saumur, organizada em 1600 pelo líder calvinista Philippe de Mornay (1549-1623), Montauban

⁷ O embate entre paracelsianos e anti-paracelsianos tornou-se particularmente áspero na França, tendo como ponto de partida a prescrição pelos paracelsianos de remédios antimoniais, tidos como muito tóxicos pelos anti-paracelsianos, e condenados por estes. Com o correr do tempo a recusa incluiu todo e qualquer fármaco químico de origem mineral, numa polêmica que durou perto de cem anos (cerca de 1550 a 1650). Um defensor dos antimoniais na França foi Jean Ribit ou Jean de la Rivière, médico do rei.

⁸ O rei Henrique IV converteu-se ao catolicismo em 1593 (“Paris vale uma missa”) e pelo Edito de Nantes de 1598 concedeu liberdade política e religiosa aos huguenotes, o que permitiu que quimiатras como Jean Beguin, Turquet de Mayerne, Moysse Charas e Nicolas LeFèvre pudessem exercer suas atividades, integrados ao universo cultural francês. A revogação do Edito de Nantes em 1685 provocou a emigração de muitos huguenotes franceses para outros países.

(1600), Sedan, Dié, Genebra e Lausanne. Embora destinadas prioritariamente ao ensino de teologia e filosofia, outras disciplinas também eram alvo de interesse. Com a revogação do Edito de Nantes em 1685 desapareceram as academias calvinistas. Mas não foram na França os huguenotes os únicos a se interessarem por um ensino prático. Em 1530, o rei Francisco I (1494-1547), inspirado para isso por Guillaume Budé (1467-1540) e Jean du Bellay (1498-1560), criou o *Collège de France*, que independentemente da titulação dos professores e com base no mérito ensinaria, desde 1572 só com professores católicos, disciplinas inexistentes na Universidade de Paris. Já na fundação, grego e hebraico, por exemplo; mais tarde surgiram disciplinas exóticas como chinês, sânscrito ou árabe, mas também botânica, astronomia, e química, disciplina criada em 1775 e ministrada por Louis Darcet (1727-1801). O *Collège de France* foi assimilado pela Universidade de Paris em 1661 e definitivamente em 1766 (desde 1744 o rei era autoridade suprema do *Collège*, desde 1795 o ministro do Interior e desde 1832 o ministro da Instrução).

No século XVII também a ciência institucionalizou-se, com a criação das primeiras *academias científicas* modernas (havia precedentes, como as *sodalitas* medievais em cidades como Viena (*Sodalitas danubiana*), Cracóvia e Worms), como a *Accademia Nazionale dei Lincei* (1603, Roma), a Academia Leopoldina (1652, Halle), a *Accademia del Cimento* (1657 Florença, extinta em 1667), a *Royal Society* de Londres (1660), a Academia de Ciências de Paris (1666) e a Academia Real de Ciências da Prússia em Berlim (1700). No dizer de Paolo Rossi, o objetivo comum das academias era “o avanço e o progresso das ciências e das artes através da colaboração”, e interessando-se por “uma construção progressiva [da ciência] fundada na cooperação”, por uma “lenta acumulação da experiência ... fonte e garantia do progresso do gênero humano – uma atividade não terminada mas perfectível” (Rossi, 1989, p. 85-6).

5. A DISCIPLINA QUÍMICA NO SÉCULO XVII: O RACIONALISMO PEDAGÓGICO

Observa Peter Burke que em 1450 o currículo das universidades européias “era notavelmente uniforme permitindo que assim um estudante se transferisse de uma instituição para outra” (Burke, 2003, p. 87). Concluía-se um “1º grau” com um bacharelado em uma das sete artes liberais (as três do *trivium* e as quatro do *quadrivium*, seguindo-se um curso de “2º grau” em uma das faculdades tradicionais: teologia, direito, medicina). No século XVI (século em que a química era prática e ausente da universidade), não houve reforma mas simplesmente uma ampliação dos conteúdos. O século XVII presenciou uma reformulação dos estudos com ênfase na diferenciação e na especialização. Bernard de Fontenelle (1657-1757) compara a física de 1650 a “um grande reino

desmembrado”, com a criação de disciplinas independentes como a óptica, a astronomia, e a química. Para a química, como para a botânica (já lecionada aqui e ali no século anterior), essa diferenciação trouxe a respeitabilidade acadêmica a certas formas tradicionais de conhecimentos, antes nas mãos de alquimistas, e agora lecionados por médicos (cf. Burke, 2003, p. 94).

No século XVII, a ciência assumiu novos modelos de estudo e conseqüentemente de ensino, derivados do mecanicismo racionalista de Descartes (“a verdade está em nós e não nas coisas”, proposição que aponta no mesmo sentido que o conhecido *cogito ergo sum*) por um lado, e do empirismo e indutivismo de Francis Bacon e John Locke (*nihil est in intellectu quod non ante fuerit in sensu*) por outro, e influenciados pelo pensamento pedagógico de Ratke e Comenius e pelas idéias de Montaigne, Vives, Wolff, Thomasius, entre outros. No que se refere ao ensino das ciências e das técnicas, a resultante é o que denominamos hoje de *realismo pedagógico*, que preconiza que os fatos e conhecimentos devem ser apresentados antes das teorias explicativas ou, na melhor das hipóteses, ao mesmo tempo que estas. Na formação do indivíduo, o entendimento do mundo exterior predomina sobre o mundo interior. Descartes, em suas *Regras para a direção do espírito* (provavelmente 1628), deixa clara a importância de um formalismo, que pertence ao mundo exterior. A verdade que está em nós é a verdade criada na nossa mente pela metodologia reducionista. Na química, o modelo mecanicista/reducionista cartesiano é observado principalmente nas concepções cartesianas sobre a matéria, que não aceitam a realidade do “átomo”, mas que não se opõem a uma arbitrária subdivisão da matéria, permitindo assim a aplicação de leis mecânicas ao estudo da matéria em princípio contínua.

As idéias básicas do realismo pedagógico já são pronunciadas por Wolfgang Ratke (1571-1635) no “memorial” sobre reforma de ensino que apresentou à Dieta⁹ de Frankfurt em 1612 (cf. Larroyo, 1982, p. 411-5):

- o ensino deve ser ministrado conforme a ordem e o curso da natureza, isto é, do fácil para o difícil, do simples para o complexo, do conhecido para o desconhecido;
- não se deve aprender mais do que uma coisa de cada vez, repetindo-se com frequência o aprendido (concentração linear do ensino);
- aprender tudo na língua materna; só depois estudar-se-ão outras línguas;

⁹ A “Dieta” (*Reichstag*) era no antigo Império Romano-Germânico, até sua dissolução por Napoleão Bonaparte em 1806, um órgão deliberativo constituído pela nobreza soberana e que ao lado do Imperador decidia ou aconselhava nas questões de interesse do Império como um todo.

- aprender inicialmente a coisa em si mesma, depois os usos e modos de ser das coisas (*no modus rei ante rem*); as regras serão formuladas depois de conhecer-se a linguagem;
- o mestre apenas ensina; a disciplina ficará por conta de outro funcionário;
- os métodos de ensino, os livros e as regras apresentarão uniformidade e harmonia;
- *per inductionem et experientia omnes*; tudo aprender-se-á por partes, por indução e experiência;
- só devem ser retidas pela memória as idéias bem compreendidas pelo intelecto;
- inicialmente os objetos serão apresentados de forma resumida, para serem depois desenvolvidos detalhadamente.

Entendo tais procedimentos, no contexto no qual foram formulados e mesmo aos nossos olhos, como mais realistas do que os da “ciência universal”, a *Pansofia* de Comenius (1592-1670), que encara o homem como um microcosmo, um “resumo do universo”. O método natural de Comenius visa “rapidez, facilidade e consistência no aprendizado”. Não posso deixar de ver tal “objetivo” como um equivalente ao método francamente pré-capitalista preconizado na mesma época por Glauber, quando se refere ao fabrico de produtos químicos, visando produtos com a melhor qualidade possível e com o mínimo de custos. Aliás, as etapas do ensino, segundo Comenius, revelam um fim nitidamente utilitarista: a observação por si mesmo e intuição (*autopsia*); o exercício pessoal do aprendido (*autopraxia*); e a aplicação do estudado (*autocresia*) (cf. Gasparin, 1994).

O momento culminante do realismo pedagógico no campo do *ensino superior de ciências* é a fundação em 1694, pelo Eleitor¹⁰ Frederico III, o futuro rei Frederico I da Prússia (1657-1713), da Universidade de Halle, talvez a primeira universidade moderna. Nessa fundação abandonou-se a autoridade eclesiástica e a dos textos canônicos, substituindo-os por uma visão objetiva e racional das disciplinas a lecionar; os currículos tornam-se flexíveis, os professores adquirem liberdade de pesquisar e ensinar, abolindo-se o latim como língua docente, e os seminários entram no lugar das disputações. F. Larroyo resume: a nova universidade acolheu as novas correntes filosóficas e as ciências naturais; deu categoria de língua acadêmica ao vernáculo; e garantiu a livre-docência e livre-investigação (cf. Larroyo, 1982, p. 435-7). Se no campo filosófico

¹⁰ Aos “Príncipes Eleitores” ou “Eleitores” (*Kurfürsten*) cabia no antigo Império Romano-Germânico, pelo menos nominalmente, a escolha do Imperador. Eram inicialmente 7, mais tarde 9, e 11 em 1803. A prática extinguiu-se com o Império em 1806.

e jurídico as inovações foram concretizadas por Christian Barão von Wolff (1679-1754), cuja filosofia derivada de Leibniz influenciaria depois Lomonossov (que traduziu suas obras para o russo) e por Christian Thomasius (1655-1728), precursor do Iluminismo, no campo da química, ainda atrelada à medicina, há a atuação de Friedrich Hoffmann (1660-1742) e de Georg Ernst Stahl (1660-1734). O iatrofísico¹¹ Hoffmann organizou o curso de medicina da nova universidade, reservou para si as disciplinas de física e de química e outras de natureza médica, e convidou o vitalista Stahl para lecionar medicina teórica, farmacologia, botânica e outras. Stahl fora aluno do iatroquímico Georg Wolfgang Wedel (1645-1721) em Jena, e a amizade inicial entre Hoffmann e Stahl converteu-se em posturas intelectuais discordantes e, por fim, em franca inimizade. Nasceu em Halle a primeira “genealogia química” nas seqüências mestre – discípulo:

Sennert → Rolfinck → Wedel → Stahl → Neumann
Marggraf → V. Rose → Klaproth

6. A DISCIPLINA QUÍMICA NO SÉCULO XVIII ILUMINISTA

No século XVIII, a instituição universitária sofreu um certo declínio, e com isso também a química passou a ser cultivada em academias científicas, em outras instituições de ensino, como as escolas de minas, em laboratórios de entidades públicas ou privadas várias. Mas antes de comentar essas novas instituições, não se pode deixar de falar de Hermann Boerhaave (1668-1738), professor na Universidade de Leiden, na Holanda, e autor do mais difundido livro-texto de química da época, os *Elementa chemiae* (*Elementos de química*), publicado em 1732 e amplamente usado e até publicado clandestinamente, tanto é que Boerhaave só considerava autênticos os exemplares por ele próprio assinados. Mas a química de Boerhaave era ainda uma química voltada à medicina, sendo ele considerado autoridade suprema do



Figura 5. Herman Boerhaave (1668-1738). Litografia de G. Engelmann. Boerhaave foi um dos mais influentes químicos da Europa de seu tempo, reformador tanto do ensino de química como de medicina.

¹¹ O iatroquímico, do grego *iatros* (médico), era o químico atuando na medicina (através de medicamentos na cura); analogamente o iatrofísico aplicava à “medicina heróica” dos séculos XVII e XVIII princípios físicos (sangrias, frio, calor) e explicava as manifestações vitais por movimentos ou outros fenômenos físicos.

magistério das duas ciências. Os seus textos alcançaram o Novo Mundo, como o mostram os catálogos da biblioteca da Universidade do México. Foi sucessor de Boerhaave em Leiden o médico Hieronymus David Gaub ou Gaubius (1705-1780).

Christoph Meinel (Meinel, 1988) observa que o *status* da química como atividade acadêmica não estava ainda estabelecido no século XVIII, havendo diante dela uma diversidade de posturas. Pois no lugar de elegância literária e de belas bibliotecas, ela oferecia a fuligem, o mau cheiro e a poeira dos fornos, destiladores e outros equipamentos. Surge um novo local para uma prática acadêmica: o laboratório (ainda que de início um laboratório de demonstração e não de pesquisa). A química como disciplina apresenta, ainda segundo Meinel, várias formas de institucionalização, baseadas na função e na finalidade a que se destinava seu ensino. Na origem de uma nova visão da química no século XVIII estão a iatroquímica de médicos-químicos como Boerhaave e Friedrich Hoffmann, a visão cartesiana-newtoniana do conhecimento científico, e a própria necessidade de valorização do químico como cientista. Meinel considera quatro formas de institucionalização da química nas universidades (cf. Meinel, 1988):

1. a disciplina de química de estrutura tradicional, auxiliar na formação de médicos e localizada nas faculdades de medicina;
2. cátedras mais independentes de química e botânica ou de química e farmácia, mas ainda no âmbito das faculdades de medicina;
3. disciplinas de química associadas ao ensino de metalurgia, tecnologia, comercialística, fora do contexto dos cursos de medicina;
4. disciplinas verdadeiramente independentes de química (embora às vezes ainda associadas à farmácia) alocadas preponderantemente nas faculdades de filosofia.

No decorrer deste trabalho serão descritos exemplos dessas várias formas de institucionalização.

Ao lado desses aspectos operacionais da institucionalização da química, Meinel aponta como embasamento teórico dois caminhos que levaram não só a uma institucionalização da química mas a uma química independente: o primeiro seria a escola iatromecânica¹² de Leiden (de Boerhaave), buscando uma interpretação mecanicista

¹² “Iatromecânica”, “iatrofísica”, “iatroquímica” são termos freqüentemente usados indistintamente, embora não devam ser entendidos como equivalentes: a “iatromecânica” como escola médica remete diretamente ao mecanicismo reducionista; a “iatroquímica” e a “iatrofísica” remetem, respectivamente, a uma química e a uma física direcionadas às artes médicas. Iatroquímico foi Stahl, e pode-se considerar a iatroquímica (1670/1730) como uma etapa posterior à quimiatria, etapa que já incorpora uma abordagem teórica dos conhecimentos inicialmente empíricos; a iatrofísica tem seu representante respeitado em Friedrich Hoffmann, sendo *L’homme machine (O homem máquina)* de Julien de Lamettrie (1709-1751) a mais exaltada manifestação do mecanicismo “iatrofísico”.

da fisiologia e das manifestações patológicas; e o segundo, partindo da visão de Descartes e de Newton, ao estabelecimento da química como “uma ampla ciência da matéria”, organizada e explicada em termos de corpúsculos e de forças.

Mas ainda no século XIX em muitas universidades tentou-se banir a química experimental da universidade ou pelo menos das faculdades de filosofia. Otto Bernhard Kühn (1800-1863) assumiu em 1830 a cadeira de química na faculdade de medicina da Universidade de Leipzig, escrevendo que “o laboratório e as demonstrações públicas encontraram resistências no seio da Universidade”, pois, no protesto do teólogo Olearius, eles envolviam “*arsenicalia* ... e também *antimonialia* e *spiritus urinosi* e seu pavoroso cheiro” (Alma, 1984, p. 113-4).

Surgiram no século XVIII duas novas entidades que ministravam em nível superior disciplinas e conhecimentos de química, a saber, instituições como as *escolas de minas*, que mantinham disciplinas formais de química; e como corpo de conhecimentos a disciplina universitária da *cameralística* (cf. Burke, 2003, p. 95-7; Meinel, 1988), típica das universidades alemãs e destinada à formação de servidores públicos, disciplina que ao lado de assuntos de interesse específico do futuro administrador lecionava rudimentos de tecnologia e, por extensão, de tecnologia química, do que derivou inclusive a disciplina universitária de *tecnologia química*.

A *cameralística* (do latim *camera*), a *Staatswissenschaft* ou *cameralia oeconomica*, é uma disciplina desenvolvida no período absolutista e mercantilista (séculos XVI a XVIII), nas diversas cortes alemãs, com a finalidade inicial de ensinar os fundamentos econômicos e administrativos para a exploração e o aproveitamento dos bens principescos e para a organização das finanças dos Estados (cf. Gelius, 1989, p. 116). Entre os primeiros cameralistas há um químico/alquimista famoso, Johann Joachim Becher (1635-1682), o precursor da teoria do flogístico¹³ de Stahl, e que é considerado por Schmauderer (cf. Schmauderer, 1970), ao lado de Johann Rudolf Glauber (1604-1670) e Johann Kunckel (1630-1703), como um dos criadores da tecnologia química. A disciplina universitária devidamente organizada surgiu nas universidades de Halle e Frankfurt/Oder em 1727; e depois sucessivamente em 1730 surgiu em Rinteln; 1751 em Viena; 1755 em Göttingen; 1764 em Leipzig, existindo até inícios do século XX em Tübingen. Entre seus professores podemos incluir Johann Heinrich von Justi (1705-1771), um

¹³ A teoria do flogístico, que teve Becher como precursor e Stahl como sistematizador, foi a primeira teoria racional da química, e embora baseada em premissas falsas, é internamente coerente. De acordo com essa teoria, a combustão não corresponde a uma combinação (com o oxigênio do ar), mas à liberação de flogístico, um princípio análogo aos vários fluidos da ciência oitocentista (elétrico, magnético etc.), e como estes não existe em liberdade, mas pode ser transferido de uma substância para outra. A teoria do oxigênio de Lavoisier, mais simples, mais abrangente e mais “próxima da realidade” substituiu com vantagem a teoria do flogístico.

economista que fez de Göttingen o núcleo da cameralística; Justus Christoph Dithmar (1677-1737), em Frankfurt/Oder; Christian Jakob Kraus (1753-1807), professor de “filosofia prática” e cameralística em Königsberg e difusor do pensamento econômico liberal de Adam Smith; o sucessor de Kraus, Johann Gottfried Hoffmann (1765-1847); e Friedrich Gottlob Schulze (1795-1860), professor em Jena desde 1826. A cameralística foi mesmo a origem de famosos centros de ensino e investigação química, como o da Universidade de Heidelberg, que incorporou em 1784 como Escola Superior de Economia Política a *Hohe Kameralsschule* fundada em 1774 em Lautern pelo príncipe-eleitor do Palatinado, e na qual o naturalista Georg Adolf Succow (1751-1813) lecionou matemática, história natural, química e botânica (cf. Freudenberg, 1957). Dessas disciplinas de cameralística veio também o criador do ensino universitário formal e racionalizado de *tecnologia química*, o economista Johann Beckmann (1729-1811), professor em Göttingen desde 1766. Normalmente tem-se Johann Conrad Barchusen (1666-1723) como o primeiro a lecionar conteúdos tecnológicos (metalurgia) numa universidade (Utrecht/Holanda). Além da tecnologia química, outras disciplinas aplicadas e de interesse econômico derivaram da cameralística, como a silvicultura, ensinada inicialmente em instituições privadas, depois em academias ou escolas públicas (a primeira em Berlim em 1770, transferida para Eberswalde em 1830), ou a economia política (Nápoles, 1754, com Antonio Genovesi (1713-1769), a primeira da Europa). As “ciências econômicas” daquele tempo ocupavam-se essencialmente com o comércio, a agricultura e a tecnologia (cf. Burke, 2003), e o que restou de conhecimentos “cameralísticos” propriamente passou a ser ministrado nos cursos de direito e de economia.

Stichweh (*apud* Meinel, 1988, p. 97), analisando o papel e desempenho da cameralística, explica porque essa disciplina foi tão útil para a química na sua evolução como disciplina universitária: (1) os cameralistas enfatizaram o papel da química na sociedade; (2) eles incluíram a química nos objetivos econômicos e administrativos mais amplos dos Estados; (3) dessa forma justificaram o desejo da química de ser uma atividade acadêmica independente; (4) eles sublinharam a importância de uma produção tecnológica ou industrial cientificamente fundamentada; e (5) mostraram à sociedade novas perspectivas de desenvolvimento, que poderia ser atingido através das universidades ou por profissionais por ela formados.

A mineração e metalurgia foram ao lado da medicina e farmácia a segunda grande área de interesse dos praticantes da “química”, cristalizando-se bem as duas atividades a partir do século XVI com Biringuccio e Agricola, de um lado, e Paracelso, Libavius, Helmont e os paracelsianos em geral, do outro.

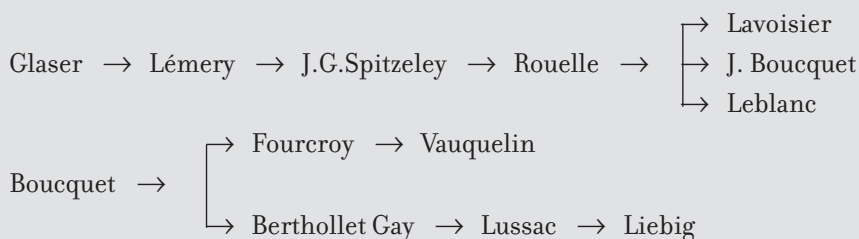
Apesar das inovações do realismo pedagógico e do esforço dos cameralistas, a instituição da universidade entrou em descrédito no século XVIII, talvez por sua origem escolástica ou religiosa, pelo dogmatismo vigente na maioria dessas instituições e, por

último, devido a certo anacronismo de conteúdos, métodos e interesses. Outras instituições acadêmicas produziram mais química (e ciência em geral) do que as universidades. Na França, tal dicotomia ainda está presente no século XVIII, com as “grandes escolas” desenvolvendo a pesquisa científica mais do que as universidades. Entre essas entidades acadêmicas produtoras de conhecimento químico, e nas quais desde sua criação se ensinava química, estão as *escolas de minas*, surgidas numa época em que a mineração e a metalurgia constituíam *tecnologias de ponta*, para as quais a química era imprescindível. Habashi aponta algumas diferenças entre as universidades e as escolas de orientação mais práticas (cf. Habashi, 1997). Nas universidades, o ensino era mais dogmático, rígido e livresco; nas escolas de minas, as atividades tinham cunho quase exclusivamente empírico; mesmo estando as ciências (inclusive a química) num estado ainda incipiente de sistematização, elas procuravam as universidades, visando nelas se integrarem, mas encontravam uma oposição forte por parte das disciplinas humanísticas e clássicas que ali prevaleciam, pois a ciência só era necessária enquanto útil para a defesa de princípios teológicos ou filosóficos. A mineração e a metalurgia necessitavam naquele tempo mais de colaboração entre seus praticantes do que de competição (já que a produção de todos os tipos de produtos químico-metalúrgicos estava ainda abaixo do necessário), o que criou regras de comportamento não tão competitivas como nas universidades. O pensador positivista francês Ernest Renan (1823-1892) deixou claras essas tendências antagônicas, ao caracterizar o *Collège de France* como uma “universidade alternativa” à da *Sorbonne*: “A universidade é depositária do conhecimento adquirido – ela não aceita o conhecimento científico antes de haver uma prova da “vida” que nele existe. Ao contrário, o *Collège de France* favorece as ciências no processo de formação. Ele favorece a pesquisa científica” (Renan, 1868, p. 143).

Embora já existissem desde 1711 algumas *escolas de minas* que hoje chamaríamos de “técnicas” em algumas cidades do Império Austríaco (então importante produtor de minérios e metais), a primeira escola de minas de nível superior surgiu no Novo Mundo, em Potosí, no Vice-Reinado do Peru (hoje Bolívia) em 1757, na qual lecionaram química os professores Gregório de Irigoyen e Domingo de Mora (cf. Habashi, 1997). Outras foram fundadas em Kongsberg na Noruega (1757, extinta em 1814); em Schemnitz na Hungria (hoje Banská Stiavnica na Eslováquia) em 1762, extinta em 1919, e onde lecionaram Nicholas Joseph von Jacquin (1729-1817) e Giovanni Antonio Scopoli (1723-1788); em Freiberg na Saxônia em 1765, onde lecionou Christlieb Ehregott Gellert (1713-1795); em Berlim (1770); em São Petersburgo (1773); em Clausthal, Hannover (1775), em Vergara e Almadén (Espanha, 1773, com Cristóbal Störr); em Paris, a *École de Mines*, 1783, Balthasar Georges Sage (1749-1825); e, em 1782, a famosa Escola de Minas do México, fundada e dirigida por Fausto de Elhuyar (1755-1833) e onde lecionaram o mineralogista Andrés Manuel del Río (1765-1849), o descobridor do vanádio,

e, como professor de química, Luis Lindner (17...-1805). Na opinião de Humboldt, que a conheceu, era o mais importante núcleo de pesquisa científica no continente americano, não encontrando igual nem nos Estados Unidos.

Mesmo antes de se conceber a indissociabilidade entre pesquisa e ensino, as *academias científicas* (e muitas novas surgiram no século XVIII: São Petersburgo (1725); Estocolmo (1730); Madrid (1734), como Academia de Medicina, já que uma academia nacional de ciências só surgiria em 1847; Munique (1759); Lisboa (1779); Turim (1783); e outras; entre nós, houve a breve Academia Científica do Rio de Janeiro (1771/1779), sucedida pela também breve Sociedade Literária (1786/1794), nas quais dedicando-se à pesquisa química, dedicavam-se implicitamente ao ensino, transformando seus assistentes e demonstradores em pesquisadores de alto nível. Em Paris, houve na Academia e no *Jardin du Roi* as aulas entusiásticas de Guillaume François Rouelle (1703-1770), em cuja audiência não havia só químicos, como Lavoisier, Boucquet, Darcet, Leblanc, Pelletier ou Proust, mas também filósofos e intelectuais como Diderot, Rousseau e Turgot (cf. Lemay & Oesper, 1953). E houve o concorrido *Cours de Chymie et de Pharmacie experimentale et raisonnée* de Pierre Joseph Macquer (1718-1784) e seu assistente Antoine Baumé (1728-1804). Tem-se, assim, uma nova “genealogia química”, mas diferentemente de Halle, fora do contexto acadêmico:



Quanto ao *contexto acadêmico*, o século XVIII presencia o declínio de muitas universidades, algumas bastante antigas, surgidas muitas vezes como fruto da vaidade pessoal de algum monarca ou príncipe, outras da real vontade de Estados em formar suas elites, mas quase sempre universidades nas quais os dogmatismos religiosos foram substituídos por provincianismos e interesses locais quase tão dogmáticos como os anteriores. As exceções são as novas universidades surgidas no espírito do Iluminismo, Halle como precursora (1694), Göttingen (1737) e Erlangen (1743); ou as antigas universidades que se voltaram para uma orientação mais científica, como as escocesas Glasgow e Edimburgo. Mas mesmo as universidades inglesas estavam longe de uma abertura, fechadas que estavam para não-anglicanos, tais como, dissidentes protestantes, católicos e judeus, bem como para mulheres. Grandes químicos como Priestley,

Cavendish, Dalton e Faraday não tiveram oportunidade na universidade. No dizer de Rossato, o século XVIII foi para a universidade se não o período mais pobre, o menos estudado: as novas idéias liberais foram difundidas a partir das academias; os crescentes conhecimentos técnicos especializados foram ministrados nas *Grandes Écoles* de modelo francês, como a Escola de Pontes e Calçadas de Paris, criada em 1747 pelo engenheiro Jean Rodolphe Perronet (1708-1794); a Escola de Veterinária de Alfort em 1766; e a Escola de Minas de Paris em 1783 (cf. Rossato, 1998).

Para Kant, o *Iluminismo* é a superação da menoridade do homem, entendendo-se por menoridade a incapacidade do homem em fazer uso da sua racionalidade sem a orientação de outros. O iluminismo marcou, ao mesmo tempo, o fim da universidade medieval-escolástica e humanista-clássica, e o surgimento da nova universidade liberal, científico-tecnológica. Movimento cultural e político-social preparado pelo Renascimento e pela Reforma, o iluminismo visava libertar o homem dos grilhões da ignorância mediante o esclarecimento promovido pelo exercício da razão crítica, com isso visava criar cidadãos livres. Os primeiros apelos iluministas surgem na Holanda, com o jurista Hugo Grocius (1583-1645) e, na Inglaterra, apoiados na idéia de tolerância depois das guerras religiosas do século XVII e com suporte na burguesia, encontramos autores como John Locke (1632-1704), David Hume (1711-1776), Sir Isaac Newton (1642-1727), Adam Smith (1723-1790), Adam Ferguson (1723-1816), e os deístas da escola escocesa (defensores de uma “religião racional” e inimigos de qualquer revelação, milagres ou fenômenos espiritualistas). O iluminismo não foi um movimento uniforme. O iluminismo francês, desenvolvido a partir de Pierre Bayle (1647-1707), caracterizou-se, desde logo, pelos interesses científicos e tecnológicos, materializados na *Encyclopédie* (1751-1780) de Denis Diderot (1713-1784) e Jean d’Alembert (1717-1783), mas também anticlericais, como os de Voltaire (1694-1778), liberais e anti-absolutistas, de Charles Louis de Montesquieu (1689-1775), ou sensualistas, como Etienne de Condillac (1715-1780), o filósofo que influenciou de modo marcante o pensamento científico de Lavoisier. O pensamento passional, voltado à natureza, de Jean Jacques Rousseau (1712-1778), já introduz o Romantismo, e influencia decididamente o *pensamento pedagógico* de Johann Heinrich Pestalozzi (1746-1827) e Johann Bernhard Basedow (1723-1790), assim como o *Philanthropinum* de Dessau (1774). A visão que a *Encyclopédie* tinha da química não era nada uniforme, como o mostra a simples comparação das idéias expressas por Diderot no prefácio com o verbete “Química” de Gabriel François Venel (1723-1775), desde 1759 professor em Montpellier, bastante pessimista com relação à possibilidade de uma organização racional da química e ansioso para que surgisse “um novo Paracelso” (cf. Levin, 1984; Smeaton, 1954). Para Geymonat, o iluminismo francês desemboca na Escola Politécnica de Paris e no positivismo (cf. Geymonat, 1985).

O iluminismo alemão também mostra um grande leque de tendências. Golinski considera que “já não é mais possível entender o iluminismo como uma entidade in-telectual coerente” (Golinski *apud* Pozzo & Oberhausen, 2002, p. 353), e enquanto Frederico II (1712-1786) defende o iluminismo francês antes de aderir a um “absolu-tismo esclarecido”, a referência dominante deriva do pensamento idealista e concilia-dor de Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) e de Christian Wolff (1679-1754), for-temente impregnado de aspectos religiosos, encontrando expressão em filósofos “populares” como Georg Christoph Lichtenberg (1742-1799), Moses Mendelssohn (1729-1786) e Christoph Friedrich Nicolai (1733-1811), mas principalmente no vulto proeminente de Gotthold Ephraim Lessing (1729-1781) e no racionalismo de Immanuel Kant (1724-1804).

Qual o reflexo do iluminismo nas universidades e no ensino de ciências? De um modo geral, com relação ao ensinar ciências pode-se dizer:

1. A ciência adquire precedência diante das humanidades; no dizer de Michel Serres, a ciência chega ao poder, em substituição às humanidades (cf. Serres, 1996); explica-se o fato por ser a ciência uma prática verificável, seja pela comprovação por terceiros, seja pelo que Karl Popper chamaria depois de falseabilidade (cf. Popper, 1975); mas para um estudioso como Jan Golinski não se pode atribuir ao iluminismo o papel cen-tral que a ciência passaria a desempenhar a partir do século XIX (cf. Golinski, 1986).
2. A ciência é empírica e racional, sendo ambos procedimentos necessários para che-gar à verdade, o que se percebe, por exemplo, ao analisar a *Erkennbarkeit* (cognoscibili-dade) e a *Erfahrbarkeit* (apercepção) do *Ding an Sich*, da “coisa em si” ou *Wesen der Welt* (a essência do mundo) do pensamento kantiano. O exercício da razão, embora não possa acessar a totalidade do conhecimento, é um requisito indispensável para um método dito “científico”; mas a racionalidade sem a experiência, sem o experimental, não pode chegar à verdade (cf. Rothbart & Scherer, 1997).
3. Embora de modo geral as correntes iluministas não prezem a tradição e procurem construir um conhecimento científico *ex nihilo*, como Lavoisier,¹⁴ por exemplo, ou como o espírito da *tabula rasa* de Locke, isso não ocorre sempre. A resistência à ciência moderna em algumas culturas deve-se ao embate com a tradição, como no caso da pos-tura do erudito mexicano José Antonio de Alzate (1737-1799), que advoga a revalorização da ciência autóctone, contra Lineu e Lavoisier, representantes da ciência eurocêntrica (cf. Pastraña, 1985).

¹⁴ Lavoisier quis construir uma nova química a partir de dados empíricos inteiramente novos, desconsiderando completamente todas as teorias e interpretações anteriores, motivo da quase total inexistência de referências histó-ricas no *Tratado elementar de química*: queria ele construir uma química a partir do nada, *ex nihilo*. Para “fundar” uma nova química, Lavoisier delimitou o campo de atuação dessa ciência, retirando de seu horizonte de preocupações muitos assuntos que hoje tentamos fazer retornar à química.

4. O iluminismo acata a independência de cada ramo da ciência ou da técnica, embora reconheça, como se lê no prefácio da *Encyclopédie*, que existe um certo relacionamento entre elas, o qual permite que se vise a integração da ciência e da técnica, cujo resultado se expressa nas diversas “artes” e ofícios.
5. A classificação deixa de ser descritiva para ser taxonômica, como em Lineu a taxonomia botânica e zoológica, ou as classificações mineralógicas em bases químicas (Cronstedt, Bergman); com isso, passa a fazer parte da atividade científica.
6. A linguagem passa a ter importância pelo menos tão marcante quanto a própria racionalidade do pensamento. É o caso, por exemplo, da influência de Condillac sobre Lavoisier e a nova nomenclatura química de Guyton de Morveau e Lavoisier.
7. Adquirem importância as ciências que se ocupam, racional e empiricamente, com novas áreas do conhecimento, tais como a geologia, a mineralogia, a geografia, a arqueologia.
8. De um modo geral, o iluminismo preocupa-se muito mais do que em épocas anteriores com a difusão do conhecimento existente, para torná-lo útil aos homens, como atividade tão importante quanto a própria criação do conhecimento. A literatura de *divulgação científica* que surgiu em grande quantidade desde 1800 é reflexo dessa postura (cf. Bahar, 2001). No caso da química, há a mencionar as obras de Jane Marcet, Frederick Accum, Samuel Parker, Friedlieb F. Runge, e mesmo Justus von Liebig com os *Chemische Briefe (Cartas sobre química)* (1841), encomendados pelo editor do *Augsburger Allgemeine Zeitung (Journal Geral de Augsburg)*, que são para Wilhelm Ostwald o “protótipo da literatura de divulgação científica”. Mas esse tipo de literatura já existia em plena época das luzes. O *Newtonianismo para as damas* do conde Francesco Algarotti (1712-1764) foi tão importante para a divulgação do pensamento de Newton como os *Elementos da filosofia de Newton* de Voltaire. Esse tipo de literatura foi fundamental no despertar de vocações e para capitalizar o interesse do grande público para a ciência, que se tornará a principal força motriz do século XIX.

No caso específico da química, Christoph Meinel é de opinião que o iluminismo lhe trouxe importantes vantagens no caminho de sua equiparação a outras ciências já mais consolidadas. A química conseguiu impor-se no território das universidades, deixando de ser um complemento do ensino médico, e dispensando a partir de inícios do século XIX também o vínculo com a cameralística; a química passa a ter seus próprios campos de trabalho, encontrados nos temas de interesse do Estado. Também do ponto de vista de ciência autônoma, “as capacidades da química do século XVIII em relação às propriedades das substâncias, às interpretações teóricas, à qualidade dos equipamentos e à aptidão prática [dos químicos] eram mais adequados para alcançar os objetivos propostos do que o eram a metalurgia, a fabricação de vidro e a cerâmica, o tingimento de têxteis; mais do que [...] as questões mais complexas da tradição médica

e farmacêutica” (Meinel, 1984, p. 345). A química abriu destarte o caminho para sua plena institucionalização, e os químicos para sua profissionalização.

A já citada Universidade de Halle é a primeira universidade que segue preceitos do iluminismo, e com isso torna-se a primeira universidade “moderna”. Mas a primeira universidade iluminista é a Universidade de Göttingen, fundada em 1737 pelo rei Jorge II (1683-1760) da Inglaterra na sua qualidade de Príncipe Eleitor de Hannover desde 1727. A universidade foi planejada pelo *Geheimrat*¹⁵ da corte de Hannover, Adolf barão de Münchhausen (1688-1770), a pessoa indicada, pois formara-se na moderna universidade de Halle. Göttingen instituiu inovações como o ensino de disciplinas modernas (geografia, física) e de disciplinas extracurriculares (desenho, línguas vivas), além dos primeiros vínculos entre ensino e pesquisa. A química, apesar de lecionada em diversas cadeiras desde a fundação, só recebeu uma cátedra própria em 1783, com Johann Friedrich Gmelin (1748-1804) como professor, sucedido por Johann Friedrich Stromeyer (1776-1835), criador em 1805 do primeiro laboratório moderno de química numa universidade européia (cf. Lockemann & Oesper, 1954). Tomando Göttingen como exemplo, o margrave Frederico de Bayreuth (1711-1763) criou uma universidade no espírito iluminista em Erlangen em 1743, auxiliado pela margravina Guilhermina (1709-1758; irmã de Frederico II) e pelo médico e filósofo Daniel de Superville (1696-1773), que foi o primeiro reitor, ou “chanceler”, como então se dizia. A universidade possuía as tradicionais quatro faculdades, Teologia, Direito, Medicina e Filosofia (Immanuel Kant recusou em 1769 um convite para transferir-se para Erlangen), mas administradas no novo espírito trazido por Superville. O margrave¹⁶ Alexandre de Ansbach-Bayreuth (1736-1806), herdeiro de Bayreuth, deu novo estímulo à universidade, que com a venda do margraviado passou para a Prússia em 1792. Outros exemplos efêmeros de universidades iluministas foram a *Karlsschule* de Stuttgart, fundada em 1770 pelo duque Carlos Eugênio de Württemberg (1728-1793), um tirânico soberano nada iluminista, e já extinta em 1794, na qual a química ficara a cargo do naturalista Karl Friedrich von Kiemeyer (1765-1844) (Schiller e Cuvier foram alunos da *Karlsschule*); e a *Kurkölnische Universität* em Bonn, existente de 1783 a 1798. Ainda na Alemanha, a disciplina de química foi pela primeira vez alocada na Faculdade de Filosofia, e não na Faculdade de Medicina, na Universidade de Jena (1789), por obra não de um cientista mas do poeta (com boa dedicação à ciência) Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832), na sua qualidade de ministro de estado do duque

¹⁵ Literalmente “conselheiro secreto”, aconselhava e orientava o soberano em questões de sua especialidade, pode ser considerado como um antecessor dos ministros de hoje.

¹⁶ O margrave (*Markgraf*) era o Conde (*Graf*) que administrava uma “marca” (*Mark*), uma região fronteira.

Carlos Augusto de Saxônia-Weimar (cf. Schwedt, 1999; Walden, 1954). A cátedra foi confiada a Johann Friedrich August Göttling (1755-1809), um farmacêutico adepto de Lavoisier. A transferência da química da Faculdade de Medicina para a de Filosofia não foi apenas um gesto burocrático, mas corresponde, como vimos, a uma das formas de institucionalização da química. A junção da química à física e à matemática nas faculdades de filosofia permitiu, através de uma maior convivência profissional, uma interação das três disciplinas (explicações físicas para fenômenos químicos já no século XVIII, matematização da química). E, mais importante, a química começa a preocupar-se com seu próprio embasamento filosófico, superando o aspecto de aplicabilidade para ingressar no de estruturação racional do conhecimento químico (independente da tentativa de se “reduzir” a química à física).

Uma realocação semelhante, inspirada não pela busca integrada de conhecimento, mas por uma visão pragmática da química, que deveria servir não só à medicina e farmácia, mas também às crescentes necessidades da mineração, metalurgia e agricultura, como propugnado pelos cameralistas, ocorreu na Universidade de Uppsala, onde a disciplina de química (ministrada desde 1655 no curso de medicina) foi alocada como *chemia applicata* em 1750 na Faculdade de Artes (cf. Lundgren, 1988), entendendo-se “artes” no sentido dado pela *Encyclopédie*: os engenhos criados pelo homem. Foram professores dessa nova cátedra Johann Gottschalk Wallerius (1709-1766), em 1750, e Torbern Bergman (1735-1784), depois Johan Afzelius (1753-1837). O mesmo ocorreu na Universidade de Lund em 1758. Na Finlândia (então pertencente à Suécia), a primeira cátedra de química criou-se em 1761 na Universidade de Abo (fundada em 1640; hoje Turku), e confiada sucessivamente a Peter Adrian Gadd (1727-1797), Johan Gadolin (1760-1852; até 1822) e Pehr Adolf von Bonsdorff (1791-1835). Na então sueca Greifswald (universidade fundada em 1456), lecionou química e botânica o naturalista Christian Ehrenfried von Weigel (1749-1831). Pode-se dizer, conforme Meinel, que com Wallerius, em seu texto *Chemia physica* (1759), estabeleceu-se em definitivo a divisão “química teórica” e “química aplicada”, mas a *chemia applicata* não poderia impor-se tão rápida e definitivamente se não existisse já um clima



Figura 6. J. G. Wallerius (1709-1766). Medalhão em gesso de Johan Tobias Sergel (1740-1814).

favorável a uma química utilitária, se não fossem outros pesquisadores com idéias semelhantes, como Lomonossov ou o círculo dos iluministas franceses (cf. Meinel, 1984).

E, no entanto, a consolidação da química como uma ciência autônoma não era de modo algum consenso. Para Kant, por exemplo, em *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaften* (*Princípios metafísicos das ciências naturais*), de 1786, a química não é uma “ciência”, mas uma “arte sistemática”, isto é, ela não é uma ciência que investiga a natureza (ou o mundo externo) como atividade precípua, mas somente em função de sua utilidade (ou “produtividade”) para outras ciências (cf. Pozzo & Oberhausen, 2002). Observa Seils que no século XVIII, ao lado da matematização como requisito para a cientificidade da química, há também a busca da incorporação da química às ciências naturais através de seus aspectos qualitativos (cf. Seils, 1997), pois muitas das grandes descobertas químicas do século independem totalmente de qualquer matematização (por exemplo, as descobertas de Black, Scheele ou Priestley). Seils vê esse comportamento nas Universidades de Halle, com Friedrich Albert Gren (1760-1798) e Wenceslaus Gustav Karsten (1732-1787), e de Göttingen, com Georg Christoph Lichtenberg (1742-1799).

Nem todas as novas criações universitárias envolviam a prática da química. A primeira universidade da Rússia (Leicester, 1947) foi fundada em Moscou em 1752, pela imperatriz Elisabeth I (1709-1762) e seu ministro conde Ivan Schuvalov (1727-1798). Apesar de inspirada por um grande químico, Michail Lomonossov (1711-1765), cujo nome ela traz desde 1940, nenhuma química lá se fazia. O próprio Lomonossov continuava a atuar na Academia de São Petersburgo, cujo caráter demasiado internacional (quase todos os cientistas que a compunham eram estrangeiros) levou-o a sugerir uma “universidade russa”. Para o poeta Alexander Pushkin, Lomonossov “não fundou nossa primeira universidade, ele era nossa primeira universidade”. Para Max Blokh, a química moderna e autônoma do século XVIII chegou à Rússia elaborada “e sem precisar sofrer das doenças infantis da química” (cf. Blokh, 1926). O berço da química superior russa é a Universidade de Kazan (cf. Lewis, 1994), fundada em 1804, por iniciativa do czar Alexandre I (1777-1825), a mais oriental das universidades européias, que absorveu a língua, a história e a geografia tártaras, e onde atuariam químicos do porte de Nikolai Zinin (1812-1880) e seu sucessor Alexander Butlerov (1828-1886). Ao lado da “universidade imperial” de Kazan, Alexandre I criou outras: reabriu a antiga universidade sueca de Dorpat (inativa desde 1710) em 1802, e o antigo colégio jesuíta de Vilna foi transformado na “universidade imperial” de Vilna em 1803, onde atuou o químico polonês Jędrzej Sniadecki (1768-1838); a universidade de Kharkov data de 1805.

Na Inglaterra, as tradicionais universidades de Oxford e Cambridge centravam seus interesses nas humanidades e nos estudos clássicos. No século XVIII, ensinou-se química em nível superior e com regularidade nas antigas universidades escocesas de Glasgow (fundada em 1451) e Edimburgo (1583). Em Edimburgo, a cátedra de química

surgiu em 1713, por iniciativa do reitor William Carstares (1649-1715), confiada ao médico James Crawford (1682-1731). Mas a figura centralizadora desse ensino era Joseph Black (1727-1799), para muitos uma espécie de “pai do moderno ensino de química” (cf. Johnstone, 1984), que atuou tanto em Glasgow (1756/1766), sucedendo a seu professor William Cullen (1710-1790), que ministrava aulas de química desde 1747, inclusive em laboratório, como em Edimburgo (1766/1799), onde foi o quinto ocupante da cátedra. Black escreveu seus próprios textos didáticos, avidamente disputados, e foram discípulos seus os futuros professores de química em Glasgow: John Robison (1766/1769), William Irvine (1769/1787), Thomas Hope (1787/1791), que ministrou o primeiro curso lavoisieriano de química no Reino Unido, e Robert Cleghorn (1791/1817); e em Edimburgo, Thomas Hope (1799/1844). Graças ao entusiasmo de Black, Edimburgo tornou-se um dos mais procurados centros europeus de ensino de medicina e química, pois Black considerava tão digna quanto a de pesquisar a tarefa de ensinar, elaborar livros didáticos e experimentos ilustrativos e reunir o conhecimento científico produzido por outros. Assim, em 1803, Robison publicou as *Lectures on the elements of chemistry, delivered at the University of Edinburgh* (*Preleções sobre os elementos de química, apresentadas na Universidade de Edimburgo*) de Joseph Black. Calcula-se que durante as três décadas de permanência de Black em Edimburgo, 5000 alunos passaram por ele. Vieram de Edimburgo os primeiros professores de química dos Estados Unidos, a saber, John Morgan (1725-1789) de Filadélfia, Samuel Mitchill (1764-1831) do *King's College* de Nova York e John MacLean (1771-1814), de Princeton. Licurgo Santos Filho (cf. Santos Filho, 1991, p. 166-7) lista os dez brasileiros que na época se doutoraram em Edimburgo.

Na França oitocentista, a universidade não era um centro ativo de pesquisa e ensino de química. A nova Universidade de Dijon (1722) não tinha preocupação alguma com o assunto, o que fez surgir a Academia de Dijon, na qual ensinou Guyton de Morveau (1737-1816). Montpellier, que fora berço da quimiatria francesa, foi também título da iatroquímica francesa, apesar do professor Gabriel François Venel (1723-1775), algo desencantado e ansioso por ver surgir um “novo Paracelso”, mas ainda assim autor de muitos verbetes de química da *Encyclopédie*. Também Jean Antoine Chaptal (1756-1832)

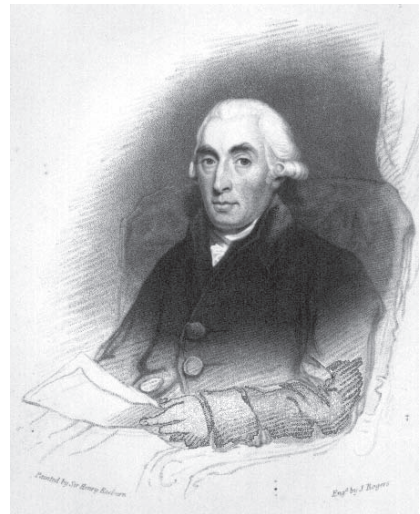


Figura 7. Joseph Black (1728-1799). Gravado por J. Rogers com base em um retrato a óleo de Sir Henry Raeburn. Muitos historiadores consideram Black como “o pai do moderno ensino de química”.

esteve inicialmente ativo em Montpellier. A “escola de Montpellier” (Théophile Bordeu, Barthez), defensora do *vitalismo* e através dele da unidade espírito-matéria, pouco espaço deixava para as ciências propriamente, incluindo aí a química. O vitalismo de Montpellier era, contudo, uma doutrina filosoficamente estruturada, e como tal influente. O fato dos muitos brasileiros que estudaram em Montpellier talvez explique a existência de muitos traços vitalistas na medicina brasileira do século XIX. Recentemente vem sendo revista a afirmação de que já no século XVIII a química francesa concentrava-se em Paris; informa Perkins (cf. Perkins, 2003) que pelo contrário havia química nas províncias desde 1750, se bem que uma química ligada via de regra à medicina e à farmácia: entre 1750 e 1789 foram criados cursos de química em 22 cidades francesas, destinados mais ao público em geral do que aos médicos, mostrando assim o crescente interesse do grande público para com a química; além de preocupação com uma educação científica havia evidentemente um interesse prático pela química em atividades como agricultura, indústria, comércio, saúde. Os químicos “de província” abriam suas pequenas indústrias, ou punham seus conhecimentos (e suas descobertas) a serviço dos grandes centros. Renovaram-se as cadeiras de química em quatro tradicionais faculdades de medicina (Montpellier em 1756, com Venel; Estrasburgo, com Jacques Spielmann (1722-1783); Toulouse, 1756, com Louis Guillaume Dubornard; e Aix). Criaram-se cátedras adicionais, nas faculdades médicas de Caen (1764), Nancy (1776), Nantes (1780) e Perpignan (1786), além das não sucedidas em Bordeaux (1758) e Angers (1786). Destaca-se Nancy com o *Collège de Médecine* (1752) criado por Stanislas Leszczynski (1677-1766), ex-rei da Polônia com sua corte na Lorena, com a química a cargo do farmacêutico Pierre François Nicolas (1743-1816). O ensino de conteúdos de química estava também implícito nas disciplinas de *materia medica* (Douai, Angers, Besançon) e nos hospitais militares de Metz, de Estrasburgo, de Lille e Escola de Cirurgia Naval de Brest (1768).

A Itália viu renascer no século XVIII sua gloriosa tradição científica dos tempos de Galileu e dos “doutores de Pádua”¹⁷ do século XVI, autênticos partícipes da revolução científica. A fragmentação da Itália em muitos estados independentes e semi-independentes e as diferenças de interesses nas suas universidades dificultaram a formação de uma comunidade química italiana. À química coube uma primeira cátedra em 1734, na Universidade de Bolonha, sob os auspícios do Papa Bento XIV (1675-1758), “esclarecido” e iluminista, defensor das ciências e das artes (Bolonha pertencia então aos Estados Pontifícios), confiada a Jacopo Bartolomeo Beccari (1682-1766), cujos

17 Os “doutores de Pádua” foram os grandes anatomistas da revolução científica, Andreas Vesalius (1514-1565) e seus sucessores Matteo Colombo (1515-1569) e Gabriele Fallopio (1523-1562).

alunos Marco Carburi (1731-1808) e Giambattista Borsieri (1725-1785) foram os primeiros professores de química das universidades de Pádua (1759) e Pavia (1770), respectivamente. Depois de Borsieri foram professores em Pavia, um centro da química italiana, Giovanni Antonio Scopoli (1723-1788), vindo da Escola de Minas de Schemnitz, e cujo livro-texto foi adotado em Coimbra depois do de Spielmann, e Luigi Valentino Brugnatelli (1761-1818), já um defensor das idéias de Lavoisier. Cadeiras de química surgiram também em Nápoles (1732), aliada à botânica, independente em 1790 com Giuseppe Vairo; em Pisa (1757), com Antonio Nicolao Branchi; em Siena (1771); e em instituições como a Academia de Ciências de Turim (Giovanni Antonio Giobert); no *Ospedale Maggiore* de Milão (1784), com Pietro Moscati. Finalmente também existiram atividades químicas na Sociedade Italiana de Ciências em Verona (1781) e na Academia de Mantua (1769) (cf. Seligardi, 2002).

A reforma promovida a partir de 1772 pelo Marquês de Pombal (1689-1782) na vetusta Universidade de Coimbra (fundada em 1290) era uma reforma no espírito iluminista italiano, cristão embora anti-jesuíta, e menos radical (cf. Janotti, 1992, parte 2). O Iluminismo português, surgido desde 1740, mostra várias faces nos governos de D. João V, D. José e D. Maria I. Na primeira fase, há a atuação dos “estrangeiros” (para os adversários, “ociosidade de estrangeiros”) buscando integrar Portugal ao restante da Europa, mas esse iluminismo *sui-generis*, embora anti-jesuíta, mostra-se profundamente católico e não consegue aproximar-se dos enciclopedistas ateus, nem do racionalismo de Kant, e sua preocupação maior era a harmonia entre a religião e a ciência. Em meados do século XVIII, a Universidade de Coimbra chegara a tal grau de decadência que nada lembrava a glória do passado e ninguém contesta a necessidade da reforma, embora nem todos a avaliem positivamente. O pensamento educacional de Pombal provém claramente do de José Antônio Verney (1713-1791) e seu *Verdadeiro método de ensinar* (1747), produzido na Itália. Contudo as 16 “cartas” de Verney contemplam a física, mas não a matemática nem as ciências naturais, muito menos a química. Hernâni Cidade (cf. Martins, 1977, p. 476) considera a reforma como uma “aproximação do real”, assinalando como aspectos positivos a ruptura com o aristotelismo, a libertação da autoridade escolástica e a criação de uma Faculdade de Filosofia e Matemática. A reforma não atingiu os privilégios da universidade, mas modificou-lhe os conteúdos, métodos e exames. Foi nomeado “reformador” o beneditino brasileiro Francisco de Lemos Pereira Coutinho (1735-1822), e para lecionar a disciplina de química convidou-se o italiano Domingos Vandelli (1735-1816), que já residia em Portugal e que adotou como livro-texto o *Institutiones chemiae* do flogistonista Jakob ou Jacques Reinhold Spielmann (1722-1783), professor em Estrasburgo. Quatro dos discípulos de Vandelli tiveram papel importante na química e na ciência luso-brasileiras: o português Tomás Rodrigues Sobral (1759-1829), seu sucessor em Coimbra, e os bra-

sileiros Vicente Teles (1764-1804), autor em 1790 do primeiro texto lavoisieriano de química em português, os *Elementos de chimica*, embora nunca utilizado no ensino, o mineralogista José Bonifácio de Andrada e Silva (1763-1838), Manuel Ferreira da Câmara Bittencourt e Sá (1762-1835), metalurgista, e o naturalista Alexandre Rodrigues Ferreira (1756-1815), o “Humboldt brasileiro”.

Na Espanha, o pensamento iluminista, na pessoa de Xavier Maria de Muribe e Idiaquiz, 8º conde de Peñaflores (1723-1785), fundou em 1764 a Real Sociedade Vascongada dos Amigos do País, para promover a indústria, a agricultura, a ciência e o ensino em geral, sociedade que recebeu do rei Carlos III privilégio de Real Academia, estendeu-se à Nova Espanha (México) e criou em 1777 o Real Seminário de Vergara, primeiro curso de química da Espanha e precursor dos cursos de engenharia. Atuaram ali Joseph Proust (1754-1826) e os irmãos Fausto de Elhuyar (1755-1833), depois ativo no México, e Juan José de Elhuyar (1754-1796), depois ativo na Colômbia, e muitos químicos estrangeiros. A invasão francesa na Espanha paralisou as atividades do Seminário de Vergara. Na época do iluminismo, as instituições militares espanholas foram importantes para o ensino de química (para fins de defesa e reerguimento econômico), como o mostram as cadeiras de química da Escola de Artilharia de Segovia (1784) e os diversos laboratórios fundados em Madri, como o Real Laboratório de Química, dirigido por Pedro Gutierrez Bueno (1743-1822). Depois de Vergara, surgiram cátedras de química em Madrid (1788), Valência (1791), Segóvia (1792) e Cadiz (1795). No campo universitário, depois da dominação dos jesuítas e do pensamento escolástico, o rei Carlos III (1716-1788) promoveu uma reforma com a criação de uma *Dirección de Universidades*. Elaboraram-se planos para revitalizar as universidades em decadência (Cervantes, no *Dom Quixote*, já ridiculariza os estudos feitos em universidades como Cervera e Osuña): Sevilha (1769), Salamanca (1771), Granada (1776), Valência (1786). A química era, contudo, lecionada no contexto da formação médica, e só na Universidade de Valência chegou a um razoável nível de desenvolvimento, com o professor Tomás de Villanova (1737-1802) (cf. Gago, 1988; Monasterio, 1990).

O pensamento iluminista transmitiu-se para a Nova Espanha (México), se bem que no que se refere às ciências e tecnologias o aspecto econômico tenha prevalecido sobre a busca desinteressada de conhecimento. Criou-se na cidade do México o já citado *Real Seminário de Minería*, em 1792, por Fausto de Elhuyar, com Luis Lindner como professor de química (seu sucessor foi Manuel Cotero). Mais tarde surgiram cadeiras de química no México em Guanajuato (1802), Puebla (década de 1820) e Monterrey (1835), com Eleuterio Gonzalez.

Mas dentre as universidades hispano-americanas, aquela que mais perto chegou dos ideais iluministas (talvez a única, Schelsky (*apud Steger*, 1970, p. 224-5) considera-a o equivalente latino-americano de Halle e Göttingen) foi a Universidade da

Guatemala, fundada em 1676 por *cedula real* de Carlos II (1661-1700), reconhecida pelo papa Inocêncio XI em 1687 e que, além das tradicionais faculdades de Leis, Teologia, Medicina e Filosofia, incluiu em seus estudos o ensino de línguas indígenas, as modernas filosofias européias, o pensamento científico francês e inglês, e criou disciplinas como letras e economia política. Garantiu acesso não só à classe dominante, mas nela estudaram índios e alunos de condições humildes, e além das costumeiras *lecciones magistrales*, monografias e discussões acadêmicas, prezava já a liberdade de escolha, tudo isso sacramentado na reforma pedagógica de Fray Antonio de Goicoechea (1735-1814), e concretizado, por exemplo, na prática médica científica de José Felipe Flores (1752-1814), ele próprio egresso da universidade da Guatemala. Contudo, apesar do clima propício, não houve uma cadeira de química na Guatemala. Além da já citada Escola de Minas de Potosi na Bolívia não há registros de outras cátedras de química na América hispânica até o século XVIII. Na Argentina, o primeiro curso de química surgiu não na sua universidade mais antiga (Córdoba, 1614, criação do bispo Fernando de Trejo y Sanabria), mas no *Real Colegio de San Carlos*, criado em 1778 pelo esclarecido vice-rei Vértiz em Buenos Aires, com uma cadeira de química confiada ao médico, formado em Cervera em 1783, Don Cosme Mariano Argerich (1758-1820) em 1803 (cf. Babini, 1963). A Universidade de Buenos Aires surgiu em 1821; em 1823, com o auxílio de profissionais franceses, montaram-se ali laboratórios de física e de química e ainda em 1823 foi indicado o primeiro catedrático de química, Manuel Moreno (1781-1857). Não é correta, porém, a assertiva de V. Arreguine (Arreguine, 1943) de que a química na América hispânica surgiu de necessidades médico-farmacêuticas dos europeus. Ela surgiu claramente da metalurgia, no México e no Peru. Por exemplo, na Colômbia fundou-se em 1823 a Escola de Mineração de Bogotá, cabendo o ensino de química ao peruano Mariano Eduardo Rivero (1799-1857), químico e engenheiro de minas formado em Paris e então em atividade no Museu de História Natural de Paris (cf. Forero, 1998).

Nos Estados Unidos, apenas metade dos mais de 40 *colleges* e universidades fundados até 1820 tiveram alguma forma de ensino de química, bastante precário em função da falta de recursos, de laboratórios e até dos livros apropriados (cf. Newell, 1976; Lewenstein, 1989). As primeiras instituições de ensino superior a ensinarem química nos Estados Unidos foram o *King's College*, atual *Columbia University* em Nova Iorque (1767), com John Morgan, aluno de Cullen; a Universidade da Pensilvânia em Filadélfia (1769), com Benjamin Rush (1746-1813), aluno de Black, como primeiro professor a lecionar apenas química; o *College of William and Mary*, na Virgínia (1774), o *college* foi fundado já em 1696; a Universidade de Harvard (1783), com Aaron Dexter (1750-1829), sendo que a Universidade data de 1636; a Universidade de Nova Jersey em Princeton (1795), com James MacLean (1771-1814); e o *Dartmouth College* (1798), com Lyman

Spalding (1775-1821). Mesmo algumas universidades mais recentes ministravam aulas de química, como as de Vermont (1791), com Burlington; o *South Carolina College* (em Columbia, 1801); ou o *Transylvania College* no Kentucky. Um fato importante para o desenvolvimento do ensino de química na América do Norte foi a recusa de Joseph Priestley (1733-1804) da cadeira de química da Universidade da Pensilvânia, para a qual fora escolhido em 1794, e à qual certamente teria comunicado sua visão flogística e anti-lavoisieriana, com certeza um retrocesso, se comparado, por exemplo, com o que se fazia no México. A recusa abriu caminho para um químico “moderno” no espírito lavoisieriano, James Woodhouse (1770-1809), “ensinando-se assim a verdadeira química no lugar da teoria cambaleante que Priestley teria ensinado” (cf. Newell, 1932, 1976; Lewenstein, 1989). A Universidade de Yale, fundada em 1701, só incluiu a química no currículo em 1802, com Benjamin Silliman (1779-1864). Ainda em 1828 o “relatório Yale” do reitor Jeremiah Day (1773-1867), professor de matemática e de filosofia moral em Yale, é uma defesa apaixonada das humanidades diante das ciências experimentais, e retardou por várias décadas a introdução generalizada do ensino experimental de ciências no país. O *Curriculum report* de Day refere-se à criação do primeiro *scientific course*, no *Union College* de Albany (fundado em 1795). Day defendia um ensino superior tripartite: o ensino de graduação (*undergraduate students*); um arremedo de pós-graduação (*graduate students*) e a formação específica avançada nas diversas áreas do conhecimento. Rossatto observa que tem início no século XIX uma nova *peregrinatio academica*: os professores americanos, sobretudo dos Estados Unidos e Canadá, saem em busca de qualificação na Europa.

7. A CONSOLIDAÇÃO DA DISCIPLINA DE QUÍMICA NA TRANSIÇÃO DOS SÉCULOS XVIII E XIX

Os diferentes movimentos político-sociais e culturais do período de transição do século XVIII para o século XIX – Revolução Francesa, Período Napoleônico, Romantismo, *Naturphilosophie* – tiveram efeitos variados sobre o ensino de química e tecnologia química (e da ciência em geral) e sobre a prática científica, bem como sobre as relações entre a ciência (química) de um lado e filosofia, artes e letras do outro. A química adquire definitivamente papel de ciência independente, e seu ensino torna-se mais e mais experimental. A universidade sobrevive, mas permanece importante apenas onde profundas reformas alteraram seu funcionamento; ao lado das universidades, as escolas independentes adquirem importância. A omissão da universidade e da academia diante de problemas práticos do momento propicia a criação de instituições como a *Royal Institution*, nas quais se pesquisa química, e se ensina química para o grande

público. A visão romântica do conhecimento, influenciada pela *naturphilosophie*, que concebe mais uma vez a unidade das forças da natureza (Faraday já pensa assim ao conceber a interconvertibilidade de energia elétrica, magnética, química e térmica), bem como a unidade entre o experimental e a razão, é talvez a doutrina organizada mais marcante. Segundo seu principal defensor Friedrich Wilhelm Joseph von Schelling (1775-1854), ela critica o reducionismo mecanicista de Newton e Galileu como incompleto, e procura explicar as diferenças qualitativas em termos de diferenças quantitativas, não em termos de interações de átomos materiais, mas de forças, caracterizadas todas por um dualismo (influência de Galvani e Volta). Assim, todo fenômeno seria a síntese de duas tendências opostas (atração/repulsão, positivo/negativo, ácido/base etc.) As diferenças quantitativas que explicam diferenças qualitativas manifestam-se principalmente em exemplos químicos: Jeremias Benjamin Richter (1762-1807) não desenvolveu a estequiometria¹⁸ a partir de dados puramente empíricos, mas supôs *a priori* a existência de relações matemáticas (como séries aritméticas, geométricas ou baseadas no triângulo de Pascal) definindo as proporções segundo as quais reagiriam as espécies químicas, explicando assim as quantidades como definidoras de qualidades, no sentido, por exemplo, de determinar quais as espécies com que dada espécie reage, e em que proporções o faz. A influência do conde Alessandro Volta (1745-1827), e através dele de Luigi Galvani (1737-1798), sobre a *naturphilosophie* nasce da série eletroquímica, na qual um dado elemento é positivo para os que o antecedem na série, e negativo diante dos que seguem, estabelecendo uma contínua bipolaridade “positivo/negativo”, presente ainda na teoria dualista eletroquímica de Berzelius (embora Berzelius fosse adversário feroz da *naturphilosophie*). Continua havendo o mérito de se defender a perfeita racionalidade e cognoscibilidade da natureza (por exemplo, contra os misticismos). Embora comprometa a credibilidade da obra de alguns cientistas, a *naturphilosophie* constituiu não só uma reação e um freio para os excessos da racionalidade, mas, principalmente no caso do pensamento de Schelling, contribuiu para desenvolver entre os jovens o interesse pelo estudo da ciência, sobretudo das áreas mais “novas”: luz, eletricidade, magnetismo, morfologia (Geymonat, 1985, p. 52-61, 83-5).

Um aspecto ostensivamente ignorado pelos educadores e nos tratados de pedagogia, talvez em consequência do fosso entre as “duas culturas” de que fala Lord Snow (1905-1980), é o envolvimento de Lavoisier (1743-1794) com o ensino, principalmente de ciências e de química (cf. Abrahams, 1954; Bensaude-Vincent, 1990). A importân-

¹⁸ Estequiometria é a parte da química que estuda as proporções segundo as quais as espécies químicas reagem entre si, proporções expressas principalmente nas leis das proporções constantes, das proporções múltiplas e das proporções recíprocas (esta desenvolvida por Richter em 1792). Só recentemente os historiadores da química voltaram a ocupar-se com os pressupostos filosóficos dessas leis.

cia de Lavoisier para o ensino de química é indireta, já que ele não foi professor de uma instituição, nem teve discípulos. Na França, a Constituição de 1791 estabeleceu o ensino público obrigatório e gratuito, e no âmbito da comissão criada pela Convenção para incrementar o desenvolvimento econômico do país, Lavoisier publicou em 1793 sua última obra de maior fôlego, *Reflexões sobre a instrução pública*. Em 1792, o marquês de Condorcet (1743-1794), matemático e filósofo iluminista, concebera um sistema de ensino com quatro níveis: o primário, o elementar, o secundário e os *Lycées* (as universidades e as escolas profissionalizantes). No sistema de Condorcet, as ciências (matemática, física, química, botânica, zoologia, mineralogia etc.) têm um papel preponderante. Tanto Lavoisier como Condorcet concebem no ensino a idéia de *tabula rasa*, que deve ser respeitada ao ensinar. A química pertence à área das “artes práticas” e temas a serem lecionados são a descrição das propriedades das substâncias e as suas origens, operações como dissolução, combustão, precipitação, fermentação e outras. Lavoisier defende também o ensino das “aptidões gerais” necessárias para todos (como o desenho), bem como a liberdade de ensino e de pesquisa diante da autoridade das instituições. Sabe-se que a formação científica de Lavoisier – advogado de formação – foi autodidata, tendo aprendido botânica com Jussieu, matemática com o astrônomo Lacaille, geologia com Guettard e química com Rouelle. Com base em sua própria vivência, Lavoisier expõe sobre o ensino de química idéias bastante próximas das nossas e Chassot (cf. Chassot, 1995) vê nele idéias construtivistas precursoras (nas palavras de Lavoisier: “Assim, ao começar a ensinar, duas perguntas devem ser feitas aos alunos: o que vocês sabem? E o que vocês querem saber? ...”) e de interdisciplinaridade (também segundo Lavoisier, “a tarefa desta ciência [a química] supõe conhecimentos de todas as outras ...”) (Lavoisier, *apud* Bensaude-Vincent, 1990). A interdisciplinaridade faz sentido no contexto da *Encyclopédie* e o construtivismo pedagógico mostrou-se compatível com a *tabula rasa*.

Mas a Revolução julgou poder dispensar os serviços do liberal e progressista Lavoisier. Em 1793, a Convenção extinguiu a Academia e todas as 22 universidades francesas, vendo nelas um reduto da aristocracia e do Antigo Regime. A Academia renasceu, já em 1795, como *Institut de France*; o *Jardin des Plantes* converteu-se no Museu de História Natural e algumas faculdades foram reativadas posteriormente. Mas na França revolucionária e napoleônica, embora surgisse em 1806 a “universidade imperial”, o ensino das ciências e a formação de profissionais de nível superior passou a concentrar-se nas “grandes escolas”: fundação em Paris, no mesmo ano de 1794, da Escola Politécnica e da Escola Normal Superior, e posteriormente de outras. As universidades extintas foram substituídas pelas “escolas centrais”, que além de pretenderem oferecer uma formação humanística no sentido clássico, deram grande ênfase ao ensino de ciências. Mais tarde Marcelin Berthelot (1827-1907) diria que elas não foram de

todo bem sucedidas nesse aspecto, pois na sua opinião ensinavam ciência demais a alunos sem idade para verdadeiramente compreendê-la (cf. Berthelot, 1889). Seja como for, das escolas centrais sairia entre 1800 a 1830 boa parte da elite da ciência francesa. De certa forma as “escolas técnicas”, *Technische Hochschulen*, da Alemanha e Áustria, surgidas no século XIX e só reconhecidas como academicamente equivalentes às universidades no final daquele século, são escolas técnico-científicas nesse padrão.

No que se refere à *universidade*, o fato central nesse período é a reforma universitária promovida por Humboldt e Fichte e concretizada na fundação da Universidade de Berlim (cf. Scurla, 1976, p. 315-46; Fichte, 1998). A derrota da Prússia diante de Napoleão em Jena e em Auerstädt em 1806 levou a uma ampla e renovadora reforma do Estado prussiano, na qual coube um papel primordial à educação (Frederico II já criara o ensino obrigatório meio século antes), à ciência e à tecnologia. A fundação de uma universidade moderna em Berlim tornou-se premente depois da catástrofe de 1806, que privou a Prússia de seis de suas universidades (inclusive Halle, Erfurt e Erlangen), restando as de Königsberg (a *Albertina*, antiga, mas à qual só no século XVIII Kant trouxe renome mundial) e a de Frankfurt/Oder (*Universitas Viadrina*), outrora famosa mas agora decadente. O plano da universidade é essencialmente o de Wilhelm von Humboldt (1767-1835), elaborado com auxílio do filósofo Johann Gottlieb Fichte (1762-1814), do teólogo luterano Friedrich Daniel Schleiermacher (1768-1834) e do conselheiro de estado Georg Heinrich Ludwig Nicolovius (1767-1839). A universidade foi fundada em 1810 por W. von Humboldt, sob a égide do rei Frederico Guilherme III (1770-1840), que ao perder Halle para os franceses em 1806 dissera: “O Estado deve substituir pelo poder intelectual aquilo que perdeu de poder material” (Rossato, 1998, p. 88). Em 1808, Jérôme Bonaparte (1784-1860), rei da Vestfália de 1807 a 1813, reabriu a universidade de Halle. A nova Universidade de Berlim tinha como base, pela primeira vez, a ilimitada liberdade de pesquisa e docência (em parte já anunciada em Halle), inclusive em relação ao Estado, e a indissociabilidade entre ensino e pesquisa, já praticada discretamente em Göttingen. O primeiro reitor eleito, Johann Gottlieb Fichte, conseguiu impor suas idéias de não separar a Academia (a criação do conhecimento) da Universidade (a transmissão do conhecimento), depois de ter sido questionada a própria sobrevivência da instituição universidade. Para Fichte, o que importa na universidade não é ensinar o conhecimento já existente, mas sim as formas de se chegar ao conhecimento novo. A cátedra de química foi entregue a Martin Heinrich Klaproth (1743-1817), aos 67 anos no auge da fama. Foi seu sucessor Eilhard Mitscherlich (1796-1864). Mas a criação universitária humboldtiana mostrou ainda por algum tempo o predomínio das humanidades diante das ciências. Mesmo o influente Mitscherlich não conseguiu impor a construção de laboratórios de grande porte, ficando Berlim a dever durante décadas para outras universidades, como Heidelberg, Göttingen, Giessen ou Bonn.

Oposto a esse modelo de Humboldt e Fichte, o “modelo inglês” (cf. Rossato, 1998) de universidade parte das universidades tradicionais de Oxford e Cambridge, e de acordo com seu defensor máximo, o futuro cardeal John Henry Newman (1801-1890) em *The idea of university (A idéia de universidade)*, de 1852, o objetivo da universidade é a difusão e a extensão do conhecimento universal. Se o seu objetivo fosse a descoberta científica ou tecnológica, ela não precisaria de alunos... Foge desse modelo a Universidade de Londres, surgida em decorrência de um movimento liberal que pretendia oferecer ensino superior à parcela da população compreendida entre os “artesãos” e os “enormemente ricos”. A instalação em 1828 foi liderada por Henry Lorde Brougham (1778-1868) e muitas resistências tiveram que ser vencidas, pois a nova universidade recebia alunos não-anglicanos (católicos, dissidentes, judeus) e foi a primeira a conceder grau a mulheres na Inglaterra. A cátedra de química coube a Edward Turner (1796-1837) e depois a Thomas Graham (1805-1869). Antes da de Londres surgira como terceira universidade inglesa a de Durham.

Ao lado desses modelos está a “Universidade Imperial” napoleônica, laica (cf. Verger & Charle, 1996, p. 75-9; Rossato, 1998), criada em 1806, e que se caracteriza por sua nítida atuação a serviço do Estado, para formação de seus dirigentes e de mão de obra especializada; para tanto organiza-se em cinco faculdades (Direito, Medicina, Teologia, Ciências e Letras) e traz uma forte conotação ideológica ao definir o que interessa ao Estado.

O ensino formal, teórico e prático, da química era uma necessidade tecnológica e econômica dos novos tempos, com a Revolução Industrial consolidada também no campo da química. Nessa tarefa as “grandes escolas” típicas do ensino francês foram particularmente importantes. A *École Polytechnique* (Escola Politécnica) de Paris foi fundada em 1794 pela Comissão de Obras Públicas, criada pela Convenção por sugestão de cientistas identificados com os novos tempos, como o matemático Monge e o químico Fourcroy (cf. Langins, 1981). Objetivava-se confessadamente formar engenheiros militares (durante muito tempo os estudantes usavam farda e 40 alunos formavam uma *brigade*, liderada para fins de estudos por um *chef de brigade*), com ênfase em matemática, mecânica e desenho, mas sem menosprezar ciências como a física e a química. Os primeiros professores de química foram Claude Louis Berthollet (1748-1822) e Louis Bernard Guyton de Morveau (1732-1816), atuando ali também Jean Antoine Chaptal (1756-1832), Bertrand Pelletier (1761-1797), e como professor de tecnologia química, Jean Henri Hassenfratz (1755-1827). A escola, uma das primeiras a ministrar um ensino prático formal, adotou para tal, por sugestão de Fourcroy, o sistema em uso desde 1770 da Escola de Minas de Selmechánya ou Schemnitz, Hungria. Observa Crosland que, no período pós-revolucionário napoleônico, os jovens tiveram a sorte de possuir na França um ensino de ciências de excelente qualidade, e de serem

valorizados os conhecimentos, com o reconhecimento e recompensa para a criação. Ao mesmo tempo comenta Crosland a efemeridade desse ensino, perdendo a França a liderança científica justamente pelos defeitos de tal sistema, que seriam quatro (cf. Crosland, 1978): o ensino desvinculado da pesquisa (ensina-se a “pesquisa do passado”); a falta de recursos materiais para a pesquisa; a inexistência de uma formação sistemática de pesquisadores (o “ensino da pesquisa científica”, como o faria Liebig na Alemanha); e finalmente a fragmentação da atividade científica em muitas escolas parisienses, em detrimento de uma universidade forte e integradora. É claro que continuou na França a atividade científica intensa, mas sem o vínculo pesquisa-ensino. Ao lado da Escola Politécnica, surgiram em Paris outras das “grandes escolas”, que consolidaram ao mesmo tempo a centralização da atividade química em Paris. Aos dissidentes reservava-se a “província”, a “*maudit province*” de Pierre Duhem (1861-1916): Laurent em Bordeaux, Gerhardt em Montpellier e Estrasburgo, Malaguti em Rennes. A pesquisa se fragmenta em muitas escolas, pois, além das já existentes, como a Academia ou *Institut de France*; o *Jardin des Plantes* (atuação de Chevreul, já como Museu de História Natural) ou o *Collège de France*, surgem a também já mencionada Escola de Minas (1783); a Escola Superior de Farmácia (1803), onde atuaram Vauquelin, Pelletier, Berthelot e Moissan; a Escola Normal Superior (1808), com a atuação de Balard e de Ste. Claire-Deville); a Escola Central de Artes e Manufaturas (1829), sendo Dumas, seu fundador, e Peligot, todas com cátedras de química. Uma escola pioneira, embora “de província”, é a Escola Superior de Química de Mulhouse, Alsácia, fundada em 1822 pela futura *SIM – Société Industrielle de Mulhouse* (1826), que inovou com a interação ensino-pesquisa-indústria, e à qual deu sua colaboração Gay-Lussac. Ela é destarte precursora da integração universidade-empresa-poder público que mais tarde August Wilhelm von Hofmann (1818-1892) defenderia na Alemanha.

Quanto ao *positivismo*, assim como a Escola Politécnica, também ele filho do iluminismo, além de não haver uniformidade em definir-lhe as características, não há também uniformidade na análise de suas influências sobre a ciência (cf. Cupani, 1985, p. 13-4). Se ninguém duvida de seu efeito benéfico ao enfatizar a necessidade do ensino de ciência e de tecnologia, seu efeito sobre a pesquisa científica é ambíguo. Alguns consideram-no negativo, impeditivo de uma pesquisa autêntica (o que seria uma das causas do atraso científico no Brasil), pelo fato de considerar a ciência como algo acabado e completo; já outros não o vêem assim, considerando que o anti-atomismo de Dumas nada tem a ver com o positivismo, mas resulta de sua interpretação de dados experimentais, e a doutrina positivista em nada diminuiu a criação científica de Berthelot, de van't Hoff ou de Ostwald.

O ensino de química em escolas superiores técnicas é provavelmente melhor exemplificado, ao lado da *École Polytechnique*, pelas *Technische Hochschulen* do espaço

cultural de língua alemã. A mais antiga é o *Collegium Carolinum* fundado em Braunschweig em 1745 pelo duque Carlos I de Braunschweig-Wolfenbuettel (1713-1780), que de início se aproximava de uma universidade, pois além de ensinar técnicas e tecnologias e ciências naturais, ensinava economia, línguas, cirurgia, tanto é que em 1835 dividiu-se em três faculdades: de Humanidades, de Economia e de Tecnologia, as primeiras extintas em 1862, convertendo-se a terceira na Escola Politécnica Ducal. Hoje convertidas em universidades técnicas ou universidades plenas, surgiram as *Technische Hochschulen* de Karlsruhe (1825), onde ali realizar-se-ia em 1860 o famoso Congresso Internacional de Química; Dresden (1828); Stuttgart (1829); Hannover (1831); Darmstadt (1836); Munique, em 1868, ou 1827 como escola técnica; Aachen (1870); Berlim, em 1876, com a fusão de três escolas anteriores: a Academia de Minas, a *Bauakademie* (Escola de Engenharia e Arquitetura), fundada em 1799, e a “Escola de Ofícios”, a *Gewerbeakademie* fundada em 1821 por Peter Christian Wilhelm Beuth (1781-1853); e Danzig (1904). Na Áustria, surgiram as de Praga (1805), Graz (1811), Viena (1812) e Brünn (a atual Brno). Na Suíça, a famosa *Eidgenössische Technische Hochschule* (Escola Federal Suíça de Engenharia) de Zurique (1854). Em todas elas havia o ensino e a pesquisa química, não só aplicadas, como o nome sugere, mas também pesquisa básica. Mesmo assim, só no final do século XIX foram equiparadas academicamente às universidades, por exemplo, para conferir títulos de doutor. O modelo influenciou até certo ponto as escolas de engenharia de muitos países, notadamente dos países nórdicos (na Dinamarca surge a Politécnica de Copenhague em 1829, graças aos esforços do físico e químico Hans Christian Oersted [1777-1851]), da Itália (Turim, Milão) e mesmo da França. Um intermediário entre a escola técnica de nível médio e a universidade foi a *Gewerbeschule* (Escola de Ofícios), como a de Kassel (1832/1888), uma das mais antigas do gênero, onde atuaram Wöhler e Bunsen no início de suas carreiras. As *Gewerbeschulen* alemãs equivalem de certa forma às *Écoles Centrales* francesas.

Se a partir da segunda metade do século XVIII generalizara-se o ensino de química nas universidades, não se pode dizer que havia uma metodologia ou sistemática geral para o ensino de química, pois em cada universidade essa disciplina tinha sua história própria, e em cada uma tinha seus objetivos (uso na medicina e farmácia, na metalurgia e indústria, etc.). O mesmo vale para o *ensino experimental de química*, pois a maioria das universidades que ensinavam química possuía um laboratório, e isto já desde o século XVII; mas o ensino de laboratório destinava-se a preparar fármacos ou outros produtos de interesse prático. Precursores do ensino prático de química foram os cursos físico-químico-farmacêuticos de Johann Bartholomaeus Trommsdorff (1770-1837) em Erfurt (cf. Friedrich & Götz, 1995), existente de 1797 a 1828, e de Johann Christian Wiegleb (1732-1800) em Langensalza, Turíngia, fundado em 1778, de acordo com os “métodos franceses de ensino técnico-prático”. Somente no século XIX surgiram os

laboratórios de ensino, com objetivos pedagógicos específicos, como os de Thomas Thomson em Edimburgo (1807) e Glasgow (1817); ou de Edward Turner em Londres (1829); ou de Friedrich Stromeyer em Göttingen (1806); de Johann Nepomuk Fuchs em Landshut (1820); de Johann Wolfgang Döbereiner em Jena (1820); de Peter Merian (1795-1883) em Basileia (1820); ou o laboratório de Amos Eaton (1776-1842) na Politécnica de Rensselaer em Troy, Estados Unidos (1824). O laboratório de Justus von Liebig (1803-1873) na Universidade de Giessen (1827) é tido como modelo do moderno laboratório universitário de química, e como o primeiro de seu tipo (cf. Schwedt, 2002; Brock, 2003). O que apresenta ele de novo? O laboratório de Liebig não é um laboratório de demonstração ou um laboratório em que se ensina a química experimental, nem um laboratório que leve a redescobrir as leis da natureza através do experimento, mas um laboratório que *ensina a pesquisar em química*. A ênfase não está na preparação de compostos, mas na análise química (só o laboratório de Stromeyer em Göttingen já apontava nesse sentido). Embora cada aluno de Liebig pesquisasse seu próprio assunto, todos os assuntos eram discutidos em grupo, para proveito comum. Surge, pela primeira vez, na universidade uma *equipe* de pesquisadores. Se o próprio Liebig não orientava pessoalmente os alunos novatos (houve anos em que mais de 50 alunos estudavam simultaneamente no laboratório de Giessen), deixando a tarefa para os mais adiantados, não se trata de desinteresse, mas de oportunidade dada aos mais adiantados para ensinarem. Tal tipo de ensino de laboratório obviamente só se tornou possível depois da concepção da indissociabilidade pesquisa-ensino instituída pela reforma universitária de Humboldt e Fichte, e de uma concepção de ensino experimental (o *Praktikum*) baseado na “aprendizagem ativa”. O laboratório de Liebig formou uma plêiade de novos mestres (Kekulé, Hofmann, Strecker, Fresenius, Will, Kopp, Gerhardt, Wurtz, Williamson, Redtenbacher e muitos outros) que levaram o modelo para outros lugares. O modelo espalhou-se pela Alemanha, com Woehler na Escola Técnica de Kassel e em Göttingen, com Bunsen em Marburg e Heidelberg, com Mitscherlich em Berlim, e até certo ponto com Kolbe em Leipzig. A influência de Liebig era tão grande que suas pesadas críticas ao ensino universitário de química na Prússia (1840) e na Áustria (1838) levaram de fato a melhorias concretas, relacionadas com a maior ênfase no ensino experimental e a construção de modernos e bem equipados laboratórios. A modalidade de ensino prático proposta por Liebig aplicou-se a outras áreas, e não terá sido mera coincidência que em Giessen surgisse também o primeiro laboratório moderno de farmacologia, implantado por Philip Phoebus (1804-1880). A proposta de Liebig aplicou-se a outras áreas (fisiologia, física), em outras universidades, mas com menor êxito (cf. Rocke, 2003).

A concepção de laboratório de Liebig não se estendeu à França, onde uma estrutura muito centralizada de poder controlava a pesquisa científica, de modo que não

surgiu uma “Giessen-sur-la-Seine” e a liderança na química, a partir da década de 1840, passou assim para a Alemanha, apesar dos esforços de químicos como Dumas ou Wurtz. Na Inglaterra, havia defensores e adversários do novo modelo. O príncipe-consorte Albert (1819-1861), um príncipe alemão da casa de Saxônia-Coburg, patrocinou a criação em Londres em 1845 do *Royal College of Chemistry* (cf. Beer, 1960), confiado a August W. Hofmann (1818-1892), um aluno de Liebig. Mas na Inglaterra não havia então interesse para pesquisas a longo prazo, mas sim para as de aplicação imediata na indústria. Nos Estados Unidos, o laboratório que mais se aproximava do de Liebig era o de Harvard, com Eben N. Horsford (1818-1893), que fora aluno de Liebig, mas que cedo abandonou a universidade em favor da empresa. O modelo universitário alemão foi implantado na *Johns Hopkins University* em Baltimore (fundada em 1876), onde o ensino e o laboratório de química couberam, já em 1876, a Ira Remsen (1846-1927), aluno de Wöhler.

Infelizmente não se notaram reflexos do modelo de Liebig na química brasileira, embora Dom Pedro II visitasse Liebig em Munique, condecorando-o com a Ordem da Rosa. As poucas faculdades que ensinavam química seguiam o modelo francês, já superado e com os defeitos que acima apontamos. O modelo de Liebig tampouco influenciou a química latino-americana em geral. O mexicano Vicente Ortigosa (1817-1877), aluno de Liebig em Giessen, não teve oportunidade de continuar seu trabalho no México e voltou-se para o comércio; há, contudo, reflexos econômicos e sociais consideráveis do trabalho de Liebig, através da empresa Lemco, no Uruguai (Fray Bentos) e na Argentina (Colón).

Figura 8. O laboratório de Justus Liebig (1803-1873) na Universidade de Giessen, em 1842. Gravura de Wilhem Trautschold (1815-1876). Liebig revolucionou o ensino de química e “no modelo de Giessen” ensina não a química experimental, mas a “pesquisar em química”.

Identificação dos personagens no Laboratório de Liebig: da esquerda para a direita estão representados: Vicente Ortigosa (1817-1877), um mexicano; dois homens não identificados ocupados com operações de laboratório; o bedel; Wilhelm Keller (1818-?), depois farmacêutico em Filadélfia; Heinrich Will (1812-1890), sucessor de Liebig em Giessen; o servente de Liebig, Heinrich Aubel; Adolf Strecker (1822-1871), depois professor em Oslo, Tübingen e Würzburg (de mão no bolso); Wydler, um suíço de Aarau; Franz Varrentrapp (1815-1877), depois diretor da Casa da Moeda de Braunschweig; Johann Josef Scherer (1814-1869), depois professor de medicina em Würzburg; um aluno não identificado (para Wöhler é o inglês Dettmer); Emil Bockmann (1811-?) e, por último, de chapéu, August Wilhelm Hofmann (1818-1892). Wöhler observa em carta a Berzelius que freqüentemente a semelhança física com os representados deixa a desejar (cf. Schwedt, 2002, p. 126-9).





Resta, por fim, uma referência às instituições que ensinavam química ao grande público, ao mesmo tempo em que se ocupavam com pesquisas químicas de peso que davam credibilidade à proposta de difusão do conhecimento químico. O melhor exemplo de tal instituição é a *Royal Institution* de Londres, fundada em 1799 por Benjamin Thompson conde Rumford (1753-1814), onde ministraram aulas entusiásticas, criadoras de talentos e de interesse pela ciência, nomes como Sir Humphry Davy (1778-1829) e Michael Faraday (1791-1867). Nenhum dos dois tinha título de professor universitário (cf. Thomas, 1999). Objetivos semelhantes tinha a *London Institution*, fundada em 1807 (e em atividade até 1912) por um grupo de industriais, comerciantes e banqueiros para “o progresso da literatura e a difusão dos conhecimentos úteis”. Os primeiros cursos de química couberam ao farmacêutico William Thomas Brande (1788-1866), e como visitantes ofereceram cursos Faraday e C. F. Daniell (cf. Kurzer, 2001). No Brasil, Daniel Gardner ministrava cursos nesses moldes, por volta de 1810, devidamente divulgados pela imprensa do Rio de Janeiro.

8. A QUÍMICA INSTITUCIONALIZADA NO BRASIL

No Brasil, se havia atividades químicas (cf. Filgueiras, 1990) no séculos XVII e sobretudo no século XVIII, ligadas à indústria açucareira, à mineração e metalurgia, a fármacos, produção de pigmentos e diversos produtos de natureza química, certamente não havia ensino de química, nem em nível aplicado, muito menos superior. Desde os primórdios da colonização, o ensino no Brasil coubera essencialmente à ordem dos jesuítas, que adotaram a *Ratio studiorum* publicada em Roma em 1586 pelo cardeal Claudio Aquaviva (1543-1615), nos colégios que fundaram: Bahia (1550), São Paulo (1554), Rio de Janeiro (1557), Olinda (1568), Maranhão (1622), Santos (1652), Pará (1652), Recife (1678), Paraíba (1683), Mariana (1750) e outros, 17 ao todo quando de sua expulsão em 1756 (cf. Cunha, 1980, p. 19-60). A *Ratio studiorum* previa essencialmente um apostolado através do ensino, servindo o ensino para atestar a glória de Deus, e nesse ensino as humanidades, a filosofia, a retórica, tinham precedência sobre as ciências; o ensino era centralizado, elitista (exclusão de índios e negros, no Brasil nem sempre levado muito a sério) e previa uma metodologia adequada e rigorosa disciplina. Afirma-se geralmente que enquanto na América hispânica surgiam as universidades, isso não acontecia na América portuguesa, ao que se pode retrucar: até que ponto as universidades hispano-americanas, fora algumas exceções, são realmente universidades, e até que ponto os colégios jesuítas luso-americanos ofereciam cursos superiores? Para Schwartzmann, o Colégio da Bahia oferecia desde 1572 cursos de “artes” (ciências), e conferia grau de doutor em 1581 (cf. Schwartzmann, 1979). Rossato

considera de nível superior os cursos de filosofia do Rio de Janeiro (1638) e os cursos oferecidos em Santos (desde 1653), Olinda (desde 1678), Maranhão (1688) e Belém (1695) (cf. Rossato, 1998). Luís Antônio Cunha considerou “superiores” os estudos, nos seminários, de matemática, filosofia e teologia (cf. Cunha, 1980). De qualquer forma, se houve aulas de ciências, tratava-se de matemática ou astronomia, mas não de química, embora houvesse prática química: o Colégio da Bahia produzia a famosa “teriaga brasílica” (Carrara & Meirelles, 1996, p. 117).

As reformas de Pombal e a expulsão dos jesuítas são objeto de mui diversa interpretação entre os estudiosos. Se para muitos significam um encaminhamento ao iluminismo, outros, como Fernando de Azevedo, consideram que a expulsão dos jesuítas não corresponde a uma reforma do ensino, mas à destruição do que havia de ensino no Brasil (cf. Azevedo, 1971, p. 47). De qualquer forma, Pombal não previa uma universidade para o Brasil, para que as classes dirigentes continuassem a estudar em Coimbra. As “escolas régias” limitavam-se ao ensino de filosofia, humanidades, retórica ou latim.

Expulsos os jesuítas, o vácuo por eles deixado é ocupado por outros religiosos, os oratorianos em Coimbra e no Brasil os franciscanos, que fundaram cursos aparentemente superiores no Rio de Janeiro em 1776. No espírito do iluminismo surgiram tímidos empreendimentos em Minas Gerais e no Rio de Janeiro. A autoridade da metrópole transforma o iluminismo no Brasil em um instrumento contra a razão e a liberdade. Como exemplo de iluminismo no Brasil cita-se com frequência a fundação do Seminário de Olinda (cf. Alves, 1993), em 1798, pelo bispo José Joaquim de Azeredo Coutinho (1742-1821), para Wilson Martins “[...] espírito esclarecido na linha das reformas pombalinas [...] e nele introduziu um currículo moderno” (Martins, 1997, p. 570), com ênfase nas ciências, não esquecendo as disciplinas tradicionais de filosofia, latim ou história eclesiástica, mas “competindo agora com química, desenho, geometria, história natural, francês, geografia”. Há críticas também a Azeredo Coutinho, que seria tão somente um “pedagogo revolucionário” que “ignorava a articulação da pedagogia com a nova concepção do mundo” e cuja ação não teria sido mais do que a defesa dos interesses da classe rural dominante. G. Luiz Alves considera-o mesmo um representante do pensamento burguês da época, absolutista e escravocrata (Alves, 1993, p. 18, 44-5, Cap. 3). Mas foi no Seminário de Olinda que pela primeira vez se lecionou química (em nível superior) no Brasil. Ao lado da história natural e da física experimental a química fazia parte, na estrutura curricular, da “filosofia natural”, uma parte da filosofia que era também dividida em racional e moral. Azeredo Coutinho, influenciado por Verney, pelo médico “estrangeiro” Antônio Ribeiro Sanches (1699-1783), aluno de Boerhaave, e por Dom Manuel do Cenáculo, criou um seminário no qual era fundamental não só a harmonia entre a religião/fé e o conhecimento, mas que

formasse sacerdotes “que devassassem as riquezas minerais e vegetais de suas freguesias” e que fossem, portanto, conhecedores de ciências. Tais personagens não são utópicos, existiam de fato e um exemplo típico deste híbrido de sacerdote e filósofo natural é o padre José Manuel de Siqueira (1750-18...), de Cuiabá, que, retornando de Portugal em 1798, realizou estudos envolvendo melhoria da mineração, a análise química do ouro, as quinas.

Para Silva Teles, o primeiro curso superior do Brasil foi a Real Academia de Artilharia, Fortificações e Desenho do Rio de Janeiro (1792), o primeiro curso de Engenharia do Brasil e das Américas (cf. Teles, 1993). A “universidade que não houve” foi o “Instituto Acadêmico” planejado por José Bonifácio para o Rio de Janeiro, quando de sua volta ao Brasil (1819), do qual seria reitor, caso se concretizasse. Teria o Instituto três faculdades (Direito, Medicina, Filosofia), e a Faculdade de Filosofia teria os cursos de filosofia racional e moral, matemáticas e ciências. As disciplinas do curso de ciências seriam a história natural, matemática, física, química e mineralogia.

Mas o verdadeiro início do *ensino de química* em nível superior no Brasil pode ser encontrado em três tipos de instituições (cf. Rheinboldt, 1994). O primeiro tipo de instituição são aquelas que se dedicavam à química prática. Embora elas nem sempre ensinassem especificamente uma química acadêmica, a prática química ensina e em alguns casos divulga a química. As primeiras dessas instituições são:

(a) a Academia Real Militar do Rio de Janeiro, fundada em 1810 pelo conde de Linhares (1755-1812), ministro da Guerra, e que foi a primeira instituição a ensinar química no Brasil, ficando encarregado da cadeira de química o inglês Daniel Gardner (1785-1831), que também oferecia palestras para o grande público e escreveu o *Syllabus ou Compêndio das lições de química*, de 1810. O ensino baseava-se em livros de Lavoisier, Vauquelin, Chaptal, Fourcroy. Curiosamente os textos já existentes de autores nacionais, como Vicente Teles ou Manuel de Paiva, eram ignorados. O sucessor de Gardner foi João da Silveira Caldeira (1800-1854), que se doutorara em Edinburgo e estudara com Vauquelin em Paris. Caldeira era também diretor do Museu Nacional, e atribuiu-se-lhe o primeiro compêndio sobre assuntos químicos escrito no Brasil, *Nova nomenclatura química portuguesa, latina e francesa* de 1825; em 1839, a Academia foi convertida na Escola Militar.

(b) o Laboratório Químico Prático do Rio de Janeiro, fundado pelo príncipe D. João por sugestão do conde de Galveias (17...-1814), dirigido por Francisco Vieira Goulart (1765-1839), que se interessou exclusivamente por problemas de ordem prática e industrial.

(c) o Laboratório Químico do Museu Nacional, criado em 1818 e que segundo Rheinboldt foi importante pela divulgação da química no Brasil e pelos livros-texto produzidos por seus diretores, que foram sucessivamente, até a reforma do Museu em 1842, frei José da Costa Azevedo (17...-1822), João da Silveira Caldeira (1800-1854), frei Custódio

Alves Serrão (1799-1873). Foram importantes para a introdução dos novos conceitos químicos as palestras oferecidas de 1850 a 1852 por Francisco Ferreira de Abreu, barão de Teresópolis (1823-1885), que se doutorara em Paris em 1849.

O segundo tipo de instituição são as *faculdades de medicina*, a primeira das quais fundada na Bahia em 1806 como Escola de Cirurgia, convertida em Faculdade de Medicina em 1832, por iniciativa de José Correia Picanço, Barão de Goiana (1745-1823), que estudou em Coimbra, Paris e Montpellier, onde se doutorou. Em 1817 criou-se ali a primeira cadeira de química, a cargo de Sebastião Navarro de Andrade, doutor por Coimbra, sendo seu sucessor Francisco de Paula Araújo e Almeida (1799-1844), doutor por Bolonha. Em 1808 fundou-se a Academia Médico-Cirúrgica do Rio de Janeiro, convertida em Faculdade de Medicina em 1832. Vicente Torres Homem (1800-1858) ocupou a primeira cátedra de química da Faculdade, desdobrada em 1854 em duas, dedicadas à química inorgânica e à química orgânica. O primeiro catedrático de química orgânica foi Francisco Bonifácio de Abreu, barão de Vila da Barra (1819-1887), aluno de Wurtz e introdutor no Brasil da notação atômica e das novas idéias do sistema unitário, em substituição às teorias dualista e eletroquímica antes oficiais.

O terceiro tipo de instituição são as *escolas de engenharia*, a primeira das quais surgida do desdobramento da Escola Militar em uma Escola Militar e outra civil, a Escola Central (1858), convertida esta em 1874 na Escola Politécnica e que é, desde 1937, a Escola de Engenharia da Universidade do Brasil no Rio de Janeiro.

É nosso objetivo discutir o ensino superior de química até as primeiras décadas do século XIX, razão pela qual não detalharemos o ensino de química em instituições posteriores (como os oito cursos de química industrial criados em 1918), nem em outras faculdades do Brasil império, como as Faculdades e Cursos de Farmácia (Ouro Preto, 1839), a Escola de Minas de Ouro Preto, e os Institutos de Agronomia da Bahia e de Pelotas.

CONCLUSÃO

Em retrospecto, não há de longe uma unidade no desenvolvimento da química como disciplina universitária, sujeita em cada país ao desenvolvimento cultural nacional. Na visão de Bernal, baseada na dimensão econômica e social, a universidade alemã conheceu sua renovação nas luzes do século XVIII; já as universidades inglesa e francesa conheceram-na na virada dos séculos XVIII e XIX, mas com ênfases diferentes, embora em todos os casos se observe a unidade de “conhecimento, invento e manufatura” (cf. Bernal, s.d. [1965]). A química como *disciplina universitária* segue a sorte da atividade acadêmica. Mas, como vimos, a atividade química acadêmica é anterior e remonta

à quimiatria e iatroquímica, e quem sabe à alquimia. A inclusão de cadeiras de botânica e de quimiatria nas universidades, a partir do século xvii, daria um status acadêmico, plenamente científico, a essas disciplinas. No século xviii, o gradativo afastamento da química dos cursos de medicina, para atender também a outras áreas, inclusive ligadas à atividade econômica, exemplificada nas diversas reformulações inspiradas pelos cameralistas, contribuiu decisivamente para o estabelecimento de uma química independente. Não cabe discutir aqui a influência e o poder, negativo ou favorável, de correntes de pensamento como a *naturphilosophie* ou o positivismo sobre o ensino e a atividade científica em geral e química em particular, influência de ordinário encarada de um modo um tanto simplista. O surgimento de uma disciplina universitária de química está, pois, associado à própria origem da química como ciência: uma ciência prática no século xvi (Paracelso, Agricola), uma ciência independente no século xvii (Boyle), e uma ciência independente e racionalmente organizada no século xviii (Stahl, Lavoisier). Como atividade didática e acadêmica universitária, podem ser identificados três períodos: o quimiátrico, com a química associada à medicina (inaugurado pela cadeira de Hartmann em Marburg); o aplicado, de cunho mais tecnológico, defendido pelos cameralistas (tipificado por Uppsala); e o da química científica independente, ligada às faculdades de filosofia (iniciado em Jena em 1789). No século xviii, a química ainda era vista de forma muito heterogênea: ciência para alguns, “arte aplicada” para outros. Ciência pura para alguns, atividade científica ancilar para outros.

Este trabalho tem forte cunho descritivo e informativo, com o levantamento inicial de dados e alguma apreciação crítica destes e, embora já se procurem explicações e justificativas para as transições observadas na “disciplina universitária química”, suscita evidentemente, como o sugere a epígrafe de Manfred Eigen, o aparecimento de muitas situações merecedoras de uma maior discussão posterior, o que pretendemos empreender proximamente, estendendo inclusive o estudo do ensino universitário de química aos nossos tempos. A segunda parte deste trabalho apresentará o ensino superior de química nos séculos xix e xx. ☞

O autor agradece ao Conselho Regional de Química da 13ª Região a concessão de auxílios que permitiram a elaboração deste trabalho.

Juergen HEINRICH MAAR

Professor aposentado do Departamento de Química,
Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

maar@turbo.com.br

ABSTRACT

This paper intends, without the pretention of being exhaustive, to present essential historical aspects related to higher chemical education, “the significative unrelevant facts” mentioned by Taine, discussing the characteristic aspects of the various evolutive periods which can be considered in chemistry as an academical activity, or as an university discipline, discussing as well decisive factors for the structural and institutional changes observed. We will not at this point argue about the essential issues related to curricula, practices, texts or programs. A history which, not limited to the rankean *wie es wirklich gewesen ist*, looks for collecting the necessary data before a deeper discussion of contents, methods and results of higher chemical education in each one of the periods considered could take place, leaving a more profound discussion for future papers. But we do insert chemistry in the university context as a whole. From a chronological viewpoint, we will comment the period extending from medieval university to the beginnings of the 19th century, just to the consolidation of chemistry as an university discipline: after comments on the unformal relations between alchemy and medieval university, we will comment chemistry/chemiatry related to medicine and pharmacy (16th and 17th centuries), a more “applied” chemistry in connection with metallurgy and other industries/“arts” (18th century), and an independent chemistry located not at the medical but at the philosophical faculty, for the first time in 1789. At the eve of the 19th century, chemistry establishes itself as an autonomous activity at universities and institutions of higher learning.

KEYWORD • History of scientific institutions. History of chemistry. History of higher chemical learning. Chemistry at universities. Chemistry at technical schools. Scientific chemistry.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHAMS, H. Lavoisier's proposals for french education. *Journal of Chemical Education*, 31, p. 413-6, 1954.
- ALMA mater lipsiensis. Leipzig, Edition Leipzig, 1984. Disponível em: <http://www.uni-leipzig.de/chemie/ch_hist.htm> Acesso em: 04 mar. 2000.
- ALVES, G. L. *Opensamento burguês no Seminário de Olinda*. São Paulo/Ibitinga, Editora Humanidades/Editora da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 1993.
- ARREGUINE, V. The rise and development of chemistry in the Argentine Republic. *Journal of Chemical Education*, 20, p. 474-8, 1943.
- AZEVEDO, F. de. *A cultura brasileira*. São Paulo, Melhoramentos/Edusp, 1971.
- _____. (Org.). *As ciências no Brasil*. 2a. ed. Rio de Janeiro, Editora da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1994.
- BABINI, J. *História de la ciencia en la Argentina*. Buenos Aires, Eudeba Editorial Universitária de Buenos Aires, 1963.
- BAHAR, S. Jane Marcet and the limits to public science. *British Journal for the History of Science*, 34, p. 29-49, 2001.
- BEER, J. J. A. W. Hofmann and the founding of the Royal College of Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 37, p. 248-51, 1960.
- BENSAUDE-VINCENT, B. A view of the chemical revolution through contemporary textbooks: Lavoisier, Fourcroy and Chaptal. *British Journal for the History of Science*, 23, p. 435-60, 1990.
- BERNAL, J. D. *A ciência na história*. Lisboa, Livros Horizonte, [s.d.] [1965].

- BERTHELOT, M. *Notice historique sur la vie et les travaux de M. Chevreul*. Disponível em: <<http://www.perso.club-internet.fr/hdelboy/Chevreul.html>> Acesso em: 26 nov. 2002 [1889].
- BLOKH, M. A. Über die geschichtliche Entwicklung der russischen Chemie. *Angewandte Chemie*, 39, p. 1545-51, 1926.
- BROCK, W. Breeding chemists in Giessen. *Ambix*, 50, p. 25-70, 2003.
- BURKE, P. *História social do conhecimento*. Rio de Janeiro, J. Zahar, 2003.
- CARRARA JR., E. & MEIRELLES, H. *A indústria química e o desenvolvimento do Brasil*. São Paulo, Metalivros, 1996. Tomo 1.
- CHASSOT, A. I. *Catalisando transformações da educação*. Ijuí, Editora Unijuí, 1995.
- COSTA, A. M. A. da. *Alquimia: um discurso religioso*. Lisboa, Vega, 1999.
- CRISCIANI, C. Alchemy and medieval universities. Some proposals for research. *Universitas*, 10, 1999. Disponível em: <<http://cis.alma.unibo.it/Newsletter/10199/cresci.htm>> Acesso em: 06 ago. 1999.
- CROMBIE, A. C. *Robert Grosseteste and the origins of experimental science*. Oxford, Oxford University Press, 1971.
- CROSLAND, M. Gay-Lussac: une etape de la professionalisation de la science. *La Recherche*, 91, p. 625-33, 1978.
- CUNHA, L. A. *A universidade temporã*. Rio de Janeiro, Editora Civilização Brasileira, 1980.
- CUPANI, A. *A crítica do positivismo e o futuro da filosofia*. Florianópolis, Editora da Universidade Federal de Santa Catarina, 1985.
- DEBUS, A. The medical-chemical world of the paracelsians. In: TEICH, M. & YOUNG, R. (Ed.). *Changing perspectives in the history of science*. Londres, Routledge, 1973. p. 85-99.
- _____. Alchemy and iatrochemistry: persistent traditions in the xviiith and xviiiith centuries. *Química Nova*, 15, p. 262-8, 1992.
- _____. Chemists, physicians and changing perspectives on the scientific revolution. *Isis*, 89, p. 66-81, 1998.
- ENGELS, S. & STOLZ, R. (Ed.). *ABC-Geschichte der chemie*. Leipzig, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1989.
- FICHTE, G. L. *Por uma universidade orgânica*. Trad. de J. Kretschmer. Rio de Janeiro, Editora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 1998.
- FILGUEIRAS, C. A. L. Origens da ciência no Brasil. *Química Nova*, 13, p. 222-9, 1990.
- FORERO, O. R. En busca del orden: ciencia y poder en Colombia. *Asclepio*, 1, p. 33-75, 1998.
- FREUDENBERG, K. The beginnings of chemical instruction at Heidelberg. *Journal of Chemical Education*, 34, p. 181, 1957.
- FRIEDRICH, C. & GÖTZ, W. Johann Bartholomäus Trommsdorff: Forschungen zu Leben und Werk. *Pharmazeutische Zeitung*, 140, p. 9-14, 1995.
- GAGO, R. The new chemistry in Spain. *Osiris*, 4, p. 169-92, 1988.
- GANZENMÜLLER, W. Das chemische laboratorium der Universität Marburg im jahre 1615. *Angewandte Chemie*, 54, p. 215-7, 1941.
- GASPARIN, J. L. *Comênio ou da arte de ensinar tudo a todos*. Campinas, Papirus, 1994.
- GELIUS, R. Chemische technologie. In: ENGELS, S. & STOLZ, R. (Ed.). *ABC-Geschichte der chemie*. Leipzig, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1989. p. 116.
- GEYMONAT, L. *História de la filosofia y de la ciencia*. Barcelona, Editorial Critica, 1985. 3 v.
- GOLDFARB, J. L. (Org.). *Anais do IV Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia*. Caxambu, Sociedade Brasileira de História da Ciência, 1993.
- GOLINSKI, J. Science in the enlightenment. *History of Science*, 24, p. 411-24, 1986.
- HABASHI, F. The first schools of mines. *Bulletin of the Canadian Institute of Mining*, 90, p. 103-14, 1997.
- _____. *Bulletin of the Canadian Institute of Mining*, 91, p. 96-106, 1998.

- HOLMYARD, E. J. *Alchemy*. Nova Iorque, Dover, 1990.
- IHDE, A. *The development of modern chemistry*. Nova Iorque, Dover, 1984.
- JANOTTI, A. *Origens da universidade*. São Paulo, Edusp, 1992.
- JOHNSTONE, A. H. Joseph Black. The father of chemical education. *Journal of Chemical Education*, 61, p. 605-6, 1984.
- KURZER, F. Chemistry and chemists at the London Institution 1807-1912. *Annals of Science*, 58, p. 163-201, 2001.
- LANGINS, J. The decline of chemistry at the École Polytechnique (1794-1805). *Ambix*, 28, p. 1-19, 1981.
- LARROYO, G. *História geral da pedagogia*. 4a. ed. São Paulo, Mestre Jou, 1982. Tomo 1.
- LEICESTER, H. M. The history of chemistry in Russia prior to 1900. *Journal of Chemical Education*, 24, p. 438-43, 1947.
- LEMAY, P. & OESPER, P. The lectures of Guillaume François Rouelle. *Journal of Chemical Education*, 30, p. 338-43, 1953.
- LEVIN, A. Venel, Lavoisier, Foureroy, Cabanis and the scientific revolution: the french political context and the general patterns of conceptualization of scientific change. *History of Science*, 22, p. 303-20, 1984.
- LEWENSTEIN, B. To improve our knowledge in nature and arts: a history of chemical education in the United States. *Journal of Chemical Education*, 66, p. 37-44, 1989.
- LEWIS, D. The University of Kazan. Provincial cradle of russian organic chemistry. *Journal of Chemical Education*, 71, p. 39-42, 1994.
- LOCKEMANN, G. & OESPER, R. Friedrich Stromeyer and the history of chemical laboratory instruction. *Journal of Chemical Education*, 30, p. 202-4, 1954.
- LUNDGREN, A. The new chemistry in Sweden. The debate that wasn't. *Osiris*, 4, p. 146-68, 1988.
- MARTINS, W. *História da inteligência brasileira*. São Paulo, Cultrix, 1977. v. 1.
- MEINEL, C. To make chemistry more applicable and generally beneficial. The transition in scientific perspective in eighteenth century chemistry. *Angewandte Chemie. International Edition*, 23, p. 339-47, 1984.
- _____. Chemistry's place in eighteenth and early nineteenth century universities. *History of Universities*, 8, p. 89-115, 1988.
- MILT, C. de. Early chemistry at the Jardin du Roi. *Journal of Chemical Education*, 18, p. 503-9, 1941.
- MONASTERIO, J. A. P. B. de. Highlights of spanish chemistry at the time of the chemical revolution of the 18th century. *Fresenius Journal for Analytical Chemistry*, 337, p. 225-8, 1990.
- MORAN, B. T. Privilege, communication, and chemiatry: the hermetic-alchemical circle of Moritz of Hessen-Kassel. *Ambix*, 32, p. 109-25, 1985.
- MÜLLER-JAHNCKE, W. D. & LINK, A. Johann Rudolph Glauber: Apotheker, Naturkundler, Philosoph. *Pharmazeutische Zeitung*, 140, p. 9-14, 1995.
- NEWELL, L. Chemical education in America from the earliest days to 1820. *Journal of Chemical Education*, 9, p. 677-95, 1932.
- _____. _____. *Journal of Chemical Education*, 53, p. 402-4, 1976.
- PASTRAÑA, P. E. A. La difusión de la ciencia en la Nueva España en el siglo XVIII: la polémica en torno de la nomenclatura de Linneo y Lavoisier". *Quiipu*, 4, p. 357-85, 1985.
- PERKINS, J. Creating chemistry in provincial France before the Revolution: the examples of Nancy and Metz. *Ambix*, 50, 2, p. 145-81, 2003.
- POPPER, K. *A lógica da pesquisa científica*. Trad. de L. Egenberg & O. S. da Mota. São Paulo, Cultrix/Edusp, 1975.
- POZZO, R. & OBERHAUSEN, M. The place of science in Kant's university. *History of Science*, 40, p. 353-68, 2002.

- RE, G. del. Technology and the spirit of alchemy. *Hyle*, 3, p. 51-67, 1997.
- RENAN, E. *Questions contemporaines*. Paris, Michel Lévy Frères, 1868.
- RHEINBOLDT, H. As principais fases do desenvolvimento do ensino químico nas universidades. *Filosofia, Ciências e Letras. Revista do Grêmio da FFCL*, p. 45-61, 1936.
- _____. *A história da balança e a biografia de J. J. Berzelius*. São Paulo, Nova Stella/Edusp, 1988.
- _____. A química no Brasil. In: AZEVEDO, F. de. (Org.). *As ciências no Brasil*. 2a. ed. Rio de Janeiro, Editora da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1994.
- ROCKE, A. Origins and spread of the 'Giessen model' in university science. *Ambix*, 50, p. 90-119, 2003.
- ROSSATO, R. *Universidade: nove séculos de história*. Passo Fundo, Editora da Universidade de Passo Fundo, 1998.
- ROSSI, P. *Os filósofos e as máquinas*. São Paulo, Companhia das Letras, 1989.
- ROTHBART, D. & SCHERER, I. Kant's 'Critique of Judgment' and the scientific investigation of matter. *Hyle*, 3, p. 65-80, 1997.
- SANTOS FILHO, L. *História da medicina brasileira*. São Paulo, Hucitec/Edusp, 1991. v. 2.
- SCHMAUDERER, E. J. R. Glaubers einfluss auf die frühformen der chemischen technologie. *Chemie-Ingenieur Technik*, 42, p. 686-96, 1970.
- SCHWEIBERGER, R. Chemiatrie. In: ENGELS, S. & STOLZ, R. (Ed.). *ABC-Geschichte der chemie*. Leipzig, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1989. p. 107.
- SCURLA, W. *Wilhelm von Humboldt*. Munique, Heyne-Verlag, 1976.
- SCHWARTZMANN, S. *Formação da comunidade científica no Brasil*. São Paulo, Companhia Editora Nacional/ Finep, 1979.
- SCHWEDT, G. *Goethe als chemiker*. Berlim-Heidelberg, Springer Verlag, 1999.
- _____. *Liebig und seines schüler*. Berlim-Heidelberg, Springer Verlag, 2002.
- SEILS, M. Chemie statt mathematik-ein alternatives programm zur etablierung der chemie als eine chemisch-physikalische naturwissenschaft am ende des 18 jahrhunderts. *Mitteilungen der Gesellschaft Deutscher Chemiker-Fachgruppe Geschichte der Chemie*, 13, p. 13-22, 1997.
- SELIGARDI, R. *Lavoisier in Italia*. Florença, L. Olschki Editore, 2002.
- SERRATOSA, F. *Khymos*. Madri, Editorial Alhambra, 1969.
- SERRES, M. Paris 1800. In: _____. (Ed.). *Elementos para uma história da ciência*. Trad. de R. Pacheco et al. Lisboa, Terramar, 1996. v. 2, p. 167-95.
- SMEATON, W. The early history of laboratory instruction in chemistry at the École Polytechnique, Paris, and elsewhere. *Annals of Science*, 10, p. 224-33, 1954.
- STEGER, H. A. *As universidades no desenvolvimento da América Latina*. Rio de Janeiro, Tempo Brasileiro, 1970.
- TEICH, M. & YOUNG, R. (Ed.). *Changing perspectives in the history of science*. Londres, Routledge, 1973.
- TELES, P. C. da S. 2º centenário do ensino de engenharia no Brasil. In: GOLDFARB, J. L. (Org.). *Anais do IV Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia*. Caxambu, Sociedade Brasileira de História da Ciência, 1993. p. 300-7.
- THOMAS, S. M. Sir Benjamin Thompson, Count Rumford, and the Royal Institution. *Notes of the Royal Society London*, 53, 1, p. 11-25, 1999.
- VERGER, J. & CHARLE, C. *História das universidades*. São Paulo, Editora da Unesp, 1996.
- WALDEN, P. The Gmelin chemical dynasty. *Journal of Chemical Education*, 31, p. 534-41, 1954.
- WEYER, J. Chemie an einem fürstehof der Renaissance. *Chemie in unserer Zeit*, 26, p. 241-9, 1992.