



JUSTUS VON LIEBIG (1803-1873): VIDA E ENSINO NO LABORATÓRIO DE QUÍMICA

Agradecimiento

Essa pesquisa foi financiada através da concessão da bolsa de doutorado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Capes

Resumen

El objetivo de este artículo es discutir la metodología para la enseñanza de la química y el funcionamiento del laboratorio del estudioso alemán Justus von Liebig en el siglo XIX. La experimentación – presente en varios momentos de sus obras – es la principal característica de su método de enseñanza. Desde la forma de admisión de los candidatos en su laboratorio, se puede notar que el perfil investigativo era sobre el cual Liebig diseñó el perfil del químico que él anhelaba preparar. Para eso, buscamos en Gießen y en bibliotecas virtuales, documentos originales, como cartas intercambiadas por el propio estudioso con sus colegas, así como los relatos personales de sus ex alumnos que detallaban su personalidad y su forma de enseñar.

Palabras clave: Liebig; Historia de la Ciencia; Química.

JUSTUS VON LIEBIG (1803-1873): VIDA E ENSINO NO LABORATÓRIO DE QUÍMICA

Abstract

The aim of this article is to discuss the methodology for the teaching of chemistry and the operation of the laboratory of the German scholar Justus von Liebig in the 19th century. Experimentation – present in various moments of his works – is the main characteristic of his method of teaching. Since the form of admission of the candidates in his laboratory, it can be noted that the investigative profile was on which Liebig devised the chemical profile that he wanted to prepare. For this, we seek in Gießen and virtual libraries original documents, such as letters exchanged by the scholar himself with his colleagues, as well as the personal accounts of his former students, in which they discussed his personality and his way of teaching.

Keywords: Liebig; History of Science; Chemistry.

Autores: Ingrid Derossi^{1,2} e Ivoni Freitas-Reis¹

¹ Departamento de Química, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Brasil

² (55) 32988777186,
ingriderossi@gmail.com



JUSTUS VON LIEBIG (1803-1873): VIDA E ENSINO NO LABORATÓRIO DE QUÍMICA

Introdução

Liebig nasceu na cidade de Darmstadt e é considerado por seus conterrâneos como um dos três maiores químicos do século XIX, ao lado de Friedrich Wöhler (1800-82) e Robert W. Bunsen (1811-99). De acordo com o depoimento de seu ex-aluno e assistente, August W. von Hofmann (1818-92), feito durante um tributo a Michael Faraday (1791-1867) em 1875, o químico alemão é “uma das mentes científicas contemporâneas mais brilhantes desse período” (Hofmann, 1876, p. 6).

Tal fato se deve principalmente a dois aspectos principais: o número de colaborações visando ao desenvolvimento da química – sobretudo da química orgânica e da agroquímica – e o advento, em parceria com Jöns J. Berzelius (1779-1848) e Jean B. A. Dumas (1800-84), de métodos quantitativos capazes de determinar a formação de compostos orgânicos. Essas contribuições são muito amplas para serem aqui enumeradas e não fazem parte do objetivo deste artigo. Vale ressaltar, entretanto, que, entre 1811 e 1831, Liebig desenvolveu e aperfeiçoou aparelhos como o chamado *Kaliapparat*, ou “aparelho de cinco esferas”, utilizado para analisar a quantidade de carbono em compostos orgânicos. Além disso, o cientista foi responsável por identificar o radical benzoíla e por criar extratos ou concentrados de carne em parceria com seus alunos (Bensaude-Vincent, Stengers, 1992).

Com este texto, buscamos apresentar o funcionamento e o processo de ingresso no laboratório de Liebig, uma vez que poucos trabalhos tem se dedicado ao estudo desse cientista sob a perspectiva aqui adotada.

Metodologia

Para nossa pesquisa, servimo-nos de fontes primárias – obtidas, majoritariamente, *in loco* –, provenientes do autor e de seus alunos, e de fontes secundárias, que englobam biografias, estudos historiográficos e obras de apoio tratando do período e do objeto a ser investigado.

O primeiro local visitado para a coleta de documentos foi o museu *Liebig Museum-Chiemuseum in Gießen* (Alemanha), criado em 1920 no prédio em que funcionava o laboratório do cientista. Neste local, tivemos acesso a obras originais, a biografias secundárias e a diferentes dados biográficos. Como segunda fonte de documentos, recorremos à Universidade de Gießen, onde tivemos acesso a livros que mostram o envolvimento de Liebig com a instituição e a obras que abordam a consolidação da comunidade química alemã. Não foram obtidos documentos originais na instituição, pois estes se encontram armazenados no museu. Outros ambientes visitados incluem dois setores (de filosofia e química) da Biblioteca Universitária de Gießen, além de bibliotecas cujos acervos podem ser consultados online – é o caso da Biblioteca de Cambridge e de *Bayerische Staatsbibliothek - Bavarian State Library*.



O envolvimento de liebig com o aprender e o ensinar

De acordo com suas notas autobiográficas, Liebig abandonou o ginásio em 1817, devido à grade curricular e ao ponto de vista pedagógico adotado: o foco de ensino recaía sobre a linguística, embora o cientista, então um adolescente, se interessasse mais pelo campo das ciências e da experimentação. Sem a obtenção do *Abitur*¹, Liebig teria poucas chances de ingressar em uma universidade. Esse fato, contudo, será mais tarde contornado com o auxílio do professor Wilhelm G. Kastner (1783-1857), da Universidade de Bonn (Brock, 1997).

Entre 1818 e 1819, enquanto trabalhava como ajudante do pai, o cientista lia livros de química emprestados da biblioteca da corte do duque Ludwig. Foi assim que entrou em contato com a teoria do flogístico, de Stahl, e com obras dos mais diversos autores, dentre os quais Cavendish e Macquer. Apesar disso, o químico alemão confessa que as informações adquiridas através da leitura não eram suficientes, ainda que o ajudassem a ampliar seus conhecimentos (Shenstone, 1901).

A formação profissional de Liebig

Em 1820, Liebig foi levado pelo professor Kastner à Universidade de Bonn. Entre as biografias consultadas para a realização deste trabalho, há divergências sobre como ambos os cientistas teriam se conhecido: segundo um relato, em particular, o professor teria se encantado pela inteligência do jovem ao conhecê-lo no estabelecimento de seu pai. Conforme indica outra fonte, depois de ter insistido para visitar a nova universidade, Liebig teria conhecido o professor, que, na ocasião, ofereceu-lhe um cargo de assistente pessoal, a fim de iniciá-lo nos estudos de química. De acordo com informações do museu, no entanto, Kastner teria sido um conhecido do pai de Liebig, em cuja loja o professor adquiria insumos. Dessa forma, mesmo sem o certificado que lhe permitia acesso à universidade, ele pôde estudar sob a tutela do influente professor Kastner² (Brock, 1997; Shenstone, 1901).

Ao final desse mesmo ano, Kastner foi convidado a trabalhar na Universidade de Erlangen, para onde se transferiu acompanhado por Liebig, que discordava dos métodos de ensino do professor, considerando-os confusos e muito teóricos. Em suas próprias palavras: "as aulas do professor Kastner, considerado o mais eminente químico, eram desordenadas, ilógicas e planejadas exatamente como o amontoado de conhecimentos que carrego na minha cabeça"³ (Liebig, 1892, p. 658). Esse trecho nos permite perceber que a todo o momento, até mesmo como estudante, Liebig refletia sobre diferentes formas de ensino e aprendizado (Brock, 1997). Durante esse período (1820-22), nas instituições em que cursou Filosofia, teve aulas de química e física experimental, química farmacêutica, encyclopédia das ciências naturais, meteorologia, mineralogia, botânica, física, cristalografia e estequiometria (Liebig, 1820-21 em Berl, 1928).

Em 1822, levado pelo desejo de aprimorar seus estudos de química e ciente de que, em solos germânicos, o ensino dessa ciência tendia a um enfoque mais filosófico do que experimental, Liebig mudou-se para Paris, importante centro de conhecimento científico da época. Na École Polytechnique e no laboratório de Joseph L. Gay-Lussac (1778-1850), o alemão desenvolveu pesquisas e aprimorou-se em química experimental, concentrando-se principalmente na análise de compostos orgânicos. A seu lado, atuavam químicos já destacados, como Claude L. Berthollet (1748-1822) e Michel E. Chevreul (1786-1889).

¹ Exame de conclusão do ensino médio na Alemanha, que equivaleria ao vestibular brasileiro. (www.brasil.diploma.de)

² Liebig passou um semestre em Bonn, onde trabalhou como *privatdocent*, habilitação necessária ao exercício da docência. Sua estadia na instituição, porém, não foi permanente, já que o químico não pôde assumir uma cadeira (Schwedt, 2002). Em Erlangen, ele conclui o curso de doutorado em Filosofia. Não encontramos nenhum relato sobre a conclusão de sua graduação.

³ Todas as citações presentes no texto são traduções nossas, feitas de textos em inglês ou em alemão.



Em junho de 1823, ainda em Paris, Liebig recebeu o título de doutor em filosofia⁴ "in absentia"⁵ pela Universidade de Erlangen, onde havia contado com a contribuição do professor Kastner. Não há cópias de sua dissertação (Schwedt, 2002).

Como mostram as correspondências de Liebig datadas de 1823, ele acreditava que, com o patrocínio de Kastner e de Ernst Schleiermacher (1755-1844), secretário de gabinete do grão-duque de Hessen-Darmstadt, poderia obter um cargo de professor em Darmstadt, talvez na academia militar, onde pretendia instalar um instituto de ensino de farmácia e de fabricação de fármacos (Berl, 1928), a fim de oferecer cursos de química experimental na cidade. A disciplina de química, porém, permanecia marginal e subordinada – ou, ao menos, acoplada – a outras preocupações acadêmicas e a práticas concernentes à medicina, mineração e economia (Brock, 1997, p. 18).

O público-alvo desse treinamento prático, como foi o caso de químicos e farmacêuticos ingleses após os anos de 1840, eram boticários alemães interessados em elevar seu status social e aperfeiçoar o conteúdo científico da farmácia. Os alunos eram formados segundo uma abordagem prática que incluía o aprendizado em boticas e o desenvolvimento de fármacos a partir da reprodução e do aprimoramento de receitas (Shenstone, 1901).

A importância e o significado da farmácia para a formação de químicos, bem como a criação de instalações de laboratório são marcos atualmente reconhecidos pelos historiadores, e é nesse contexto que a carreira e o empreendedorismo de Liebig devem ser definidos. No século XVIII, os farmacêuticos eram os profissionais que detinham o saber do ofício por meio de um treinamento focado no processo direto de mestre-aprendiz. Em consequência disso, enfocava-se exclusivamente o caráter prático da profissão, que se tornava, pois, menos valorizada (Rocke, 1993).

O reforço de inspeção na formação dos boticários por profissionais médicos na segunda metade do século XVIII, as campanhas pela modernização da farmacopeia e a aplicação dos termos da revolução química de Lavoisier tornaram premente uma preparação mais eficaz dos farmacêuticos, o que levou à criação de institutos particulares como, entre outros, o de Andreas Marggraf em Berlim, de Johann Wieglob em Langensalza, de Johann B. Trommsdorff (1770-1837) em Erfurt. Essas instituições de treinamento eram instaladas nas boticas, utilizando os laboratórios das lojas dos boticários (Brock, 1997).

Nesse período, devido ao cenário do ensino de química e a suas próprias convicções, Liebig já previa os desafios da carreira acadêmica. Em novembro de 1821, escreveu uma carta a seus pais relatando a vontade de ensinar: "[...] resolvi me dedicar completamente ao ensino; o próprio Kastner tem me levado a isso. Desperto para uma nova vida, vejo agora uma nova meta que devo me esforçar para alcançar" (Liebig, apud Holmes, 1989, p. 123).

Na primeira metade do século XIX, era praticamente inexistente na Alemanha uma formação prática em química para estudantes universitários. Além da presença dos laboratórios farmacêuticos estaduais, havia os laboratórios privados de professores – um híbrido entre fábrica e laboratório de ensino. Os laboratórios de ensino de química, entretanto, eram quase exclusivamente dedicados à demonstração de experimentos. Apenas em alguns casos os alunos, além dos professores e assistentes selecionados, participavam das atividades. Essa situação era comum não somente na Alemanha, mas na maior parte da Inglaterra, nos Países Baixos, na França e na Suécia (Schwedt, 2002; Shenstone, 1901).

⁴ Na época, o título de doutor em filosofia englobava o que hoje conhecemos como Ciências (Fruton, 1988).

⁵ Na época, Liebig estava em Paris e, por isso, recebeu o título à distância.



Laboratório de química em Gießen

No fim da Renascença, os estudantes de Hessen tinham que frequentar a Universidade de Erfurt (fundada em 1392) ou deslocar-se para instituições em Praga (1348), na França e na Itália, a fim de prosseguirem com seus estudos e pesquisas. Depois de 1527, na esteira do segundo grande movimento religioso Pós-Reforma, tornou-se possível estudar mais perto de casa, em Marburg. Como resultado das diferenças religiosas e filosóficas na cidade, que concentrava grande número de calvinistas, os membros do corpo docente que haviam permanecido leais à fé luterana se mudaram, em 1607, para a cidade vizinha de Gießen, onde Landgrave Ludwig V. de Hessen-Darmstadt criou uma nova universidade. O período conturbado da Guerra dos Trinta Anos, no entanto, logo suspendeu o ensino na recém-criada instituição, reconduzindo os estudantes de volta a Marburg (1624-25). Em 1650, os tratados de paz (*Westfälischer Friede*) restituíram a Universidade de Gießen à sua posição de instituição de ensino (Schwedt, 2002).

Embora tenha sido uma das primeiras universidades alemãs a contar com uma cadeira de química – Johann Hensing (1683-1726) foi o primeiro professor dessa instituição e o responsável pela descoberta do fósforo no cérebro humano em 1719 –, esta disciplina, entre os anos de 1779 e 1815, era ensinada apenas na faculdade de medicina pelo professor Karl W. Müller (1755-1817), cujas funções também incluíam a administração do jardim botânico. Três anos após a morte de Müller, Wilhelm Zimmermann (1780-1825) foi escolhido para ensinar química geral e mineralogia na faculdade de filosofia (Brock, 1997; Shestone, 1901, p. 39).

Enquanto Zimmermann detinha o monopólio do ensino de química geral, o cargo de Liebig restringia-se ao ensino de farmácia. Este havia revelado a Schleiermacher seu interesse em estabelecer um instituto privado para o treinamento de farmacêuticos e comerciantes, embora ainda não contasse com um laboratório adequado a esse fim. O químico ganhava muito pouco e necessitava concretizar rapidamente seus planos, a fim de aumentar sua carga de trabalho. Logo que Liebig encontrou um local disponível na Universidade, Zimmermann usou sua influência para forçá-lo a abandonar o espaço. Após três meses de debates com Schleiermacher, o governo encontrou um local situado fora da jurisdição da Universidade para a criação de um novo laboratório: a guarita de um quartel desativado, embora bem conservado, situado na zona sul da cidade (Schwedt, 2002).

Após a morte de Zimmermann e de Blumhof, professor de tecnologia e mineração, em 1825, Liebig solicitou ao governo a união dos dois cargos, o que lhe permitiu enfatizar a área da química industrial em suas aulas. Assim, o cientista não apenas conseguiu resgatar os planos de um instituto privado de farmácia e indústria, mas pôde contar com as promessas de apoio de Friedrich G. Wernekinck (1798-1835), que ministraria as aulas de mineralogia e geologia na instituição, H. Umpfenbach (1798-1862), que se encarregaria das aulas de matemática, e G. Schmidt (1768-1837), professor de física que concordou em ministrar esta mesma disciplina. Infelizmente, o prospecto enviado a Schleiermacher em 30 de julho de 1825 não sobreviveu (Brock, 1997). A carta de Liebig afirmava:



Na Alemanha há somente dois desses institutos: um em Erfurt, dirigido pelo professor Trommsdorff, e outro em Jena, criado pelo professor Göbel. O número de estudantes que solicitam o ingresso nesses institutos é maior a cada ano, e, por isso, só são aceitos um sexto dos pedidos [...]. Mas acredito que, em Gießen, esse número poderia ser ainda maior se cada um de nós dirigisse um instituto, possibilitando a ampliação do interesse pessoal por uma ação conjunta. Não temos dúvidas de que nosso instituto será um grande sucesso [...] (Liebig, 1825 em Berl, 1928, p. 79).

O instituto *Chemico-Physico-Pharmaceutica Institute*, fundado por Trommsdorff em 1795 na cidade de Erfurt, servira de inspiração para Liebig e consistia em uma ampla botica, com capacidade para vinte alunos, em cujo interior contava-se com um laboratório e com alojamentos para a formação de farmacêuticos. Seu programa pedagógico era amplo o suficiente para preparar futuros alunos no campo da medicina, dos negócios, do artesanato e da indústria. O instituto defendia que, além de ser capaz de fabricar medicamentos, um bom farmacêutico deveria estudar as disciplinas tidas como "auxiliares" (matemática, botânica, zoologia e mineralogia), bem como aquelas necessárias à elaboração do fármaco, quais sejam, química e física. De acordo com Trommsdorff, "química, ou a arte de combinar, [é] uma parte essencial da farmácia, e o boticário que não estiver familiarizado com essa ciência será um miserável desajeitado nessa profissão" (Holmes, 1989, p. 122).

Em seu laboratório de ensino, Liebig desejava ampliar e desenvolver os conhecimentos sobre a química, sem que esta continuasse vinculada a outros cursos: ele a queria como uma disciplina independente. É possível perceber muitas características semelhantes entre os institutos de Trommsdorff e Liebig, a saber, o acompanhamento diário dos alunos por parte dos educadores e a divisão do curso em dois semestres – sendo que no primeiro predominariam disciplinas teóricas, e no segundo disciplinas práticas.

Em 7 de dezembro de 1825, Liebig tornou-se professor efetivo, embora ainda não houvesse obtido a aprovação para a criação de um instituto farmacêutico no interior da Universidade. A resistência era grande, já que, de acordo com a instituição, sua responsabilidade consistiria em educar visando à formação de futuros funcionários públicos, não ao treinamento de boticários, fabricantes de sabão e cervejeiros. Esse tipo de debate era comum nas universidades alemãs da época, devido à existência de um conflito entre o ensino geral, "destinado ao cultivo da mente", e o ensino específico, orientado para o treinamento de habilidades – as artes de ofícios viviam, então, seu auge (Holmes, 1989).

Por unanimidade acadêmica, Schleiermacher anunciou, em 17 de dezembro de 1825, que o instituto de Liebig seria um empreendimento privado. Essa decisão permitia que os alunos desprovidos de *Abitur* e indevidamente matriculados na Universidade fossem aceitos pelo instituto. A situação se agravou quando Liebig passou a usar seu laboratório para ministrar as mesmas aulas tanto a alunos matriculados quanto a alunos não matriculados. Embora ambas as turmas se mantivessem separadas, a mistura intelectual e social resultante da iniciativa foi claramente recriminada por outros professores durante pelo menos uma década (Liebig Museum). Liebig considerava, entretanto, que o ensino de ciências naturais deveria ser aberto a todos, ainda que os alunos não estivessem matriculados em uma instituição ou que se interessassem apenas pelo desenvolvimento de habilidades intelectuais. Ele expõe essa visão no prefácio e na primeira carta do livro *Familiar Letters on Chemistry* (1844).



Quando o instituto foi aberto em 1826, o currículo incluía matemática, botânica, mineralogia e instruções sobre reagentes e análises. Liebig ensinava química experimental, conhecimento de mercadorias farmacêuticas e testes para a purificação de drogas (Liebig Museum). Desde sua fundação, ele vinha lutando para que o instituto fosse reconhecido como parte integrante da Universidade. Em 1833, em resposta ao crescimento da reputação e dos fundamentos de Liebig, bem como à sua ameaça de demissão, o governo atribuiu formalmente ao instituto a função pública oficial da Universidade de Gießen (Brock, 1997).

Liebig permaneceu em Gießen por 28 anos. Em 1852, foi convidado pelo rei bávaro Maximiliano II a assumir a cadeira de química em Munique. Estima-se que, durante esse período, matricularam-se na instituição, tanto no curso de química quanto no de farmácia, setecentos alunos de diferentes países (Fruton, 1988).

O protocolo químico no laboratório de Liebig

Os alunos muito admiravam Liebig por seu método de ensino diferenciado. Ele não trabalhava as reações químicas apenas por meio de teorias, como era comum na época: em vez disso, ensinava com base em experimentos químicos realizados, explicados e justificados durante as aulas, o que permitia aos alunos expandirem seus conhecimentos de forma independente, através do desenvolvimento de suas próprias pesquisas.

Em várias passagens de suas obras, a experimentação figura como a principal característica de sua metodologia de ensino. Em um discurso de 1852 sobre o estudo das ciências naturais, Liebig apresenta seu ponto de vista sobre o objetivo da química experimental, que consistiria em "fazer com que os estudantes conheçam os princípios da ciência, das coisas, das forças, sua natureza e suas propriedades", para que possam "cada um a seu tempo, adquirir a capacidade de perguntar e resolver questões" (Liebig, 1852, p. 156).

A importância da experimentação para a compreensão da ciência é algo que, há séculos, vem sendo afirmado e sustentado pelos argumentos de filósofos, cientistas e pesquisadores. O experimentalismo como forma de ensino já era adotado por filósofos naturais empiristas como John Locke (1632-1704), Francis Bacon (1561-1626), Auguste Comte (1798-1857) e por outros estudiosos preocupados com o ensino, tais quais Jane Marcet (1769-1858) e Michael Faraday (1791-1867).

Outro filósofo que, no século XIX, defendia a aplicação de processos de investigação no ensino é Herbert Spencer (1820-1903). De acordo com sua concepção, a utilização do laboratório possibilitaria uma melhor compreensão dos fenômenos naturais. Informações sobre a natureza que não figuravam em livros seriam fornecidas através da observação do mundo e das atividades realizadas em laboratório. Esse filósofo corroborava a concepção de Liebig, segundo a qual as ciências seriam essenciais para a formação humana.

Liebig levou em conta essa característica investigativa ao reformular o curso de Gießen, em cujo currículo seria acrescentado um semestre dedicado exclusivamente a aulas experimentais. Em outubro de 1827, ele expressou na revista *Magazin für Pharmazie* sua satisfação com a nova medida e anunciou suas práticas na Universidade:

Três anos de experiência me ensinaram que a instrução em química prática ou analítica, como é comumente realizada nos institutos farmacêuticos e nas universidades, não é nem de longe suficiente para tornar um jovem proficiente



e habilidoso no trabalho analítico. No ano passado, portanto, apresentei uma alteração no plano de ensino do instituto químico-farmacêutico [da Universidade de Gießen]. Os alunos do instituto agora assistem a palestras de química, botânica, mineralogia etc. como preparação durante o semestre de verão. Todo o semestre de inverno, do período da manhã até à noite, é dedicado a trabalhos práticos no laboratório químico, com vistas à realização de trabalho analítico. Este trabalho é acompanhado por exames semanais (Liebig, 1827, p. 98-99).

O ingresso dos estudantes no laboratório era feito através de uma seleção oral rigorosa, que selecionava apenas aqueles considerados mais interessados. Após a primeira semana de aula, o professor anunciaava a aplicação de um teste no sábado. De acordo com relatos de um de seus discípulos, Carl Vogt, os alunos eram questionados sobre diferentes tópicos químicos. Nos testes seguintes, a turma ia gradativamente diminuindo, até que só restasse os alunos que, segundo o cientista, se mostrassem aptos a ingressar no laboratório (Vogt, 1896 p. 124).

Após essa etapa, eles eram conduzidos ao laboratório, onde assistiam a uma introdução fundamental – do corte de rolhas de cortiças até a fabricação de suas próprias vidrarias – apresentada pelo assistente de Liebig, Carl Jakob Ettling (1806-56). O professor considerava extremamente importante o preparo e o trabalho com tais utensílios não apenas porque estes se provavam úteis aos químicos, mas também porque garantiam independência e baixo custo a quem os manipulava.

Esse período de estudos preparatórios se estendia ao longo de aproximadamente duas ou três tardes. Se considerado apto a continuar seus estudos, o aluno era conduzido a uma prateleira contendo frascos identificados por letras do alfabeto. A ele era entregue o Rose's *Introduction to Qualitative Analysis*, no qual se encontravam as instruções para a análise qualitativa de tais frascos, cujo conteúdo deveria ser apresentado no dia seguinte. De acordo com outro aluno de Liebig, Frank Buckland (1826-80), essa etapa era tão trabalhosa que poderia levar a até um ano de análises, como se verifica nesta declaração: "[o aluno] analisa um conjunto de cem frascos [...] contendo vários compostos a serem desvendados: nos dez primeiros, é preciso identificar apenas um metal. Nos outros dez, dois metais ou substâncias [...]. Por fim, nos maiores frascos, é necessário descobrir o conteúdo de seis ou sete substâncias" (Buckland, *apud* Laqua, 2003, p.10).

Nessa etapa, os estudantes recém-chegados não poderiam questionar aqueles mais experientes, já que a intenção era permitir que os alunos cometessesem equívocos, ainda que se servissem do livro como guia, e pudessesem, com o auxílio do assistente, refazer suas etapas e verificar em que ponto haviam cometido um erro.

De acordo com o estudioso Ralph E. Oesper (1886-1977), Liebig dava grande ênfase a essa parte da instrução, pois acreditava que só assim os alunos poderiam se familiarizar com as propriedades das substâncias e tornarem-se químicos de fato. Em suma, eis a única maneira de se tornar um químico segundo Liebig: é preciso enfatizar o ensino da observação e do raciocínio independentes, permitindo que sejam mantidas a individualidade e a autossuficiência (Oesper, 1927). Após esse treinamento preliminar, os alunos eram autorizados a se envolverem em pesquisas próprias, embora ainda se reunissem para discutir seus trabalhos. Nas notas autobiográficas, Liebig evidencia o grau de liberdade e independência a ser atingido pelos alunos, bem como a forma de monitoramento desse desenvolvimento:



O ensino no laboratório, cuja prática era assumida pelos assistentes, era voltado apenas para iniciantes; o progresso dos alunos especiais dependia deles próprios. Eu indicava a tarefa e supervisionava sua realização, como os raios de um círculo têm um centro comum. [...] Cada aluno era obrigado a seguir seu próprio curso. Em associação e constante relação uns com os outros – já que cada um participava do trabalho de todos –, eles aprendiam entre si (Liebig, 1892, p.664).

Considerações finais

Nossa pesquisa teve por meta apresentar a metodologia de ensino utilizada por Liebig em seu laboratório. Seu método de formação de pesquisadores, visando ao desenvolvimento individual e coletivo, pode ser notado desde a seleção dos alunos. A experimentação, principal característica dessa metodologia de ensino, é citada em várias passagens de suas obras. Acreditamos que grande parte da sua metodologia possa ser atribuída ao período de aprendizado na França. Estudiosos de química originários de vários países acorreram a seu laboratório, onde a prática superava a teoria. Liebig respeitava e estimulava os alunos a apresentarem seus próprios temas de pesquisa e afinidades. Ele desejava torná-los investigadores e independentes, conforme acreditamos ter mostrado no decorrer deste artigo.

Nossa visão coaduna com a de William Thomson (1824-1907), mais conhecido como Lord Kelvin, segundo o qual "o laboratório mundial de Liebig reuniu todos os jovens químicos da época. Se fosse nomear os grandes homens que estudaram em Gießen, deveria citar quase todos os grandes químicos da atualidade que foram jovens há quarenta anos" (Thomson, 1885, p. 410).

Referências

- Bensaude-Vincent, B.; Stengers, I. (1992). *História da Química*. Lisboa, Portugal: Piaget.
- Berl, E. (1928). *Briefe von Justus Liebig nach neuen Funden*. Darmstadt, Alemanha: Liebig Museum und der Liebighaus-Stiftung.
- Brock, W. H. (1997). *Justus von Liebig – The Chemical Gatekeeper*. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press.
- Fruton, J. S. (1988). The Liebig Research Group – A Reappraisal. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 132(1), 1-66.
- Hofmann, A. W. (1876). *The Life-work of Liebig in Experimental and Philosophic Chemistry. The Faraday Lecture for 1875*. Londres, Inglaterra: Macmillan and Co.
- Holmes, F. L. (1989). The Complementarity of Teaching and Research in Liebig's Laboratory. *Osiris*, (2)5, 121-64.
- Laqua, W. (2003) *Justus von Liebig. Historische Stätten der Chemie*, Gießen, Alemanha: GDCh.
- Liebig, J. (1844). *Familiar letter on chemistry. Second series. The philosophical principles and general laws of the science*, Londres, Inglaterra: Taylor & Walton
- Liebig, J. (1992). Ueber das Studium der Naturwissenschaften, 1852, in Liebig J., *Reden und Abhandlungen*. Leipzig, Alemanha: Sändig Reprint Verlag
- Liebig, J. (1827). Nachricht: Das Chemische Pharmaceutische. Institut zu Gießen betreffend. *Magazin für Pharmacie*, 20, 98-99.



- Liebig, J. (1892). Justus von Liebig: An Autobiographical Sketch. *Popular Science Monthly*, 40, 655-66.
- Oesper, R.E. (1927). Justus von Liebig – Student and Teacher. *Journal of Chemical Education*, 4(12), 1461.
- Rocke, A. J. (1993). *The Quiet Revolution: Hermann Kolbe and the Science of Organic Chemistry*. Berkeley, USA: University of California Press.
- Schwedt, G. (2002). *Liebig und seine Schüler*. Berlim, Alemanha: Springer.
- Shenstone, W. A. (1901). *Justus von Liebig: His life and work*. Londres, Inglaterra: Cassell and Co.
- Vogt, C. (1896). *Aus meinem Leben*. Stuttgart, Alemanha: Ermin Dägele.