

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA
DOUTORADO EM QUÍMICA**

INGRID NUNES DEROSI

**A “Escola de Formação de Químicos” de Justus von Liebig: A Consolidação de uma
Metodologia de Ensino.**

Juiz de Fora

2018

Ingrid Nunes Derossi

A “Escola de Formação de Químicos” de Justus von Liebig: A Consolidação de uma Metodologia de Ensino.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química, da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial a obtenção do grau de Doutora em Química. Área de concentração: Educação em Química.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ivoni de Freitas Reis

Juiz de Fora

2018

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Derossi, Ingrid.

A "escola de formação de químicos" de Justus von Liebig : A consolidação de uma metodologia de ensino / Ingrid Derossi. -- 2018. 139 f. : il.

Orientadora: Ivoni de Freitas Reis

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Química, 2018.

1. História da Química. 2. Século XIX. 3. Metodologia de Ensino. I. de Freitas Reis, Ivoni, orient. II. Título.

AGRADECIMENTOS

Não muito diferente do que fiz em minha dissertação, começarei agradecendo a Deus. Ah, mas Deus não vai ver essas palavras. Não, não vai. Mas as pessoas sim, e é importante que seja registrado que a nossa fé nos ajuda em muitos momentos que simplesmente temos dificuldade de respirar, que olhamos para todos os lados, e não tem saída, que somos sugados para uma caminhada que dizemos que não vamos conseguir, porque não enxergamos mais além e daqui a pouco, lá no final, a porta está aberta para uma nova vida, uma nova pessoa.

Essa tese foi um desafio pessoal, de crescimento, mas acompanhada de sofrimento, e o que seria de mim sem a fé de que iria valer a pena? Da certeza de que Deus havia colocado pessoas na minha vida que iriam me entender, me acompanhar e me guiar, a elas, eu devo o meu muito obrigada.

A começar pelos meus pais, que sempre me apoiaram, que mesmo lhes causando sofrimentos, acreditam no meu sonho e enfrentam comigo as batalhas para realiza-lo, sofremos com as ausências... Mas acima de tudo, gostaria de agradecer a minha mãe, que nos meses finais dessa tese, me deu mais um grande exemplo de força, de vontade de viver, de superação e perto do que ela passou, essa tese, é apenas um monte papel. Ao meu pai que sempre me deu um bom exemplo do que é ser um homem de verdade, e nesse momento delicado não poderia ter sido diferente.

Ao meu marido, que convive comigo praticamente 24h, sabe de todos os dilemas, das vontades de lançar o computador pela janela, das lágrimas derramadas, das separações momentâneas necessárias, mas que sempre compreendeu e sempre esteve ali, na alegria ou na tristeza, no Brasil ou na Alemanha, crescendo junto, para construir uma vida.

Nesse percurso, tive professores sensacionais, que conseguem entender a essência do que é ser formador, que contribuíram para a minha formação como pessoa e como profissional e não poderia deixar de dedicar algumas linhas para eles. Não são “só” meus professores, são meus amigos para toda a vida. O professor José Guilherme que me auxiliou desde a graduação não só com as disciplinas de ensino, mas com palavras de conforto, de estímulo, de confiança, e com duas crianças e uma esposa que carrego no coração.

E no “pacote” Ivoni e João. Agradecer a uma orientadora é fácil, agora, agradecer a orientadora e amiga, madrinha, mãe, a coisa fica mais difícil. Existe uma palavra que para mim, é mais do que obrigado, se chama gratidão, e é essa a palavra que uso para agradecer a minha orientadora por tudo que fez por mim, desde o mestrado. Porque não foram 7 anos de

orientação apenas, foram viagens, conselhos, festas, choros, momentos de indignação, debates, vai muito além de um relacionamento de professor/aluno e orientadora/orientanda. Por isso sou eternamente grata por esse período de construção de uma professora.

Gostaria de fazer um agradecimento para os meus amigos dos diferentes ciclos de amizade que tenho, por isso não vou nomeá-los. E a todos que sempre acreditaram em mim, quando nem eu mesma acreditava.

Ao programa de Pós-graduação em Química da UFJF. A Capes pelo apoio financeiro.

*Todas as coisas, na Terra, passam... Os dias de dificuldades, passarão...
Passarão também os dias de amargura e solidão...
As dores e as lágrimas passarão.
As frustrações que nos fazem chorar... um dia passarão.
A saudade do ser querido que está longe, passará.
Elevemos o pensamento ao Alto, e busquemos a voz suave
da Mãe amorosa a nos dizer carinhosamente: isso também passará...
E guardemos a certeza, pelas próprias dificuldades já superadas,
que não há mal que dure para sempre.
Assim, façamos a nossa parte, o melhor que pudermos,
sem esmorecimento, e confiemos em Deus,
aproveitando cada segundo,
cada minuto que, por certo... também passarão...
Tudo passa.....exceto DEUS!"*

Chico Xavier – Emmanuel

RESUMO

Esta tese apresenta os resultados de uma pesquisa que explorou a metodologia de ensino do químico alemão Justus von Liebig com o objetivo de investigar a consolidação do seu perfil docente, suas bases e influências, durante o seu exercício na Universidade de Gießen. Para isso, abordamos a biografia do químico, percorrendo os caminhos desde sua infância até a sua consolidação como professor. Na elaboração do projeto buscamos analisar as obras originais do autor do século XIX, coletadas no museu dedicado ao químico e na universidade onde trabalhou, ambos na cidade de Gießen na Alemanha, bem como materiais disponíveis em bibliotecas virtuais, documentos contendo declarações de alguns de seus alunos e de obras secundárias sobre o cientista, sem descuidar do contexto histórico do funcionamento dos laboratórios, dialogando com aquele que o pesquisador havia montado em Gießen. Através de publicações de alguns de seus ex-alunos, nos foi possível discorrer criticamente sobre as características particulares do químico como professor. Os resultados indicam que apesar de não ser o primeiro laboratório de ensino, algumas características da sua atuação como professor foram determinantes para influenciar outros estudiosos a se dedicarem ao estudo das ciências naturais. Almeja-se que esse trabalho possa servir de inspiração e como exemplo de que o cientista e o educador podem coexistir em uma mesma personalidade sem prejuízos para nenhuma das características, assim como, demonstrar que grandes cientistas são pessoas dedicadas, porém como todos os seres humanos, possuem qualidades e defeitos e que não existe uma fórmula para ensinar e sim um ideal por trás de cada um.

Palavras-Chave: Século XIX, Metodologia de Ensino, História da Química

ABSTRACT

This thesis is the result of a research that explored the teaching methodology of the German chemist Justus von Liebig with the purpose of investigating the consolidation of his teaching profile, bases and influences during his practice at the University of Gießen. Therefore we approach the chemist biography, traversing the paths from his childhood until he became a professor. In the preparation of this project, we sought to analyze the original works from this author of the 19th century, collected in the museum dedicated to him and the university where he worked, both in the city of Gießen in Germany, as well as materials available in virtual libraries, documents containing statements by some of his students and secondary project from the scientist, without neglecting the historical context of the operation of the laboratories, discussing with the one the researcher had set up in Gießen. Through publishings from some of his former students, we were able to critically discuss the particular characteristics of the chemist as a professor. The results indicate that although it is not the first teaching laboratory, some characteristics of its performance as a teacher were decisive in influencing other scholars to devote themselves to the study of the natural sciences. It is hoped that this work can serve as an inspiration and as an example that the scientist and the educator can coexist in the same personality without prejudice to any of the characteristics, also to demonstrate that great scientists are dedicated people, but like all human beings, there are qualities and imperfections besides there is no formula to teach but the ideal behind each individual.

Keywords: 19th century, Teaching Methodology, History of Chemistry

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fotografia retirada da planta original	27
Figura 2: Guia do visitante do museu de Liebig	28
Figura 3: Cartão tamanho A5, contendo informações sobre a sala visitada	29
Figura 4: Quadro com algumas informações	30
Figura 5: Obras originais encontradas no museu	30
Figura 6: Justus von Liebig	36
Figura 7: Boticário Gottfried Pirsch.....	38
Figura 8: Liebig, estudante em Erlangen, 1821	42
Figura 9: Diploma de doutorado de Liebig 1823.....	43
Figura 10: Fünf-Kugel Apparat.....	55
Figura 11: Processo de análise com o Kaliapparat	56
Figura 12: Fábrica em Fray Bentos.....	62
Figura 13: Um dos cartões que acompanhavam os produtos de Liebig.....	63
Figura 14: Cartão da série sobre a vida de Liebig.....	65
Figura 15: Cartão da série sobre a vida de Liebig.....	65
Figura 16: Medalha Ordem da Rosa	66
Figura 17: Catálogo de 1817.....	72
Figura 18: Cartão do laboratório de Liebig.....	74
Figura 19: Laboratório para ensino de química técnica,.....	75
Figura 20: Família de Liebig em 1844: A partir da esquerda, Hermann, Georg, Agnes e Johanna no colo de Henriette	82
Figura 21: Laboratório de Liebig em 1840	83
Figura 22: Auditório do Instituto de Liebig	84
Figura 23: Planta do Instituto.....	86
Figura 24: Árvore que representa os estudantes de Liebig e seus sucessores.....	90
Figura 25: August Wilhelm von Hofmann	92
Figura 26: Eben Norton Horsford	93
Figura 27: Prédio original Wellesley College.....	95
Figura 28: Laboratório de Birbeck, 1846.....	96
Figura 29: Hermann von Fehling	98
Figura 30: Kekulé jovem.....	99
Figura 31: Charles Adolphe Wurtz	100
Figura 32: Jacob Volhard.....	102
Figura 33: Grade do aluno Eben Norton Horsford (1818-1893) do ano de 1846.....	109
Figura 34: Frontispício do livro Méthode de nomenclature chimique.....	119

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Resultados Isis	23
----------------------------------	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Artigos Periódicos Capes.....	21
Quadro 2: Artigos JCE.....	24
Quadro 3: Reprodução do quadro sobre as “as seis fontes de evidências: pontos fortes e pontos fracos”	32
Quadro 4: Alunos de Liebig.....	90
Quadro 5: Conteúdos de Liebig	113
Quadro 6: Currículo do semestre de Verão proposto por Liebig	113
Quadro 7: Currículo do semestre de Inverno proposto por Liebig	113

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1 – PERCURSO METODOLÓGICO	19
ELABORAÇÃO DO PROJETO	20
PREPARAÇÃO PARA O ESTÁGIO	26
AQUISIÇÃO DOS DOCUMENTOS	26
PROCESSO DE ANÁLISE	32
2 - BIOGRAFIA	35
JUVENTUDE E FORMAÇÃO DO QUÍMICO	35
ALGUMAS CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS DE LIEBIG	49
3 - LIEBIG E SUA RELAÇÃO COM A ATIVIDADE EXPERIMENTAL	68
BREVE HISTÓRICO DAS CIÊNCIAS NO SÉCULO XIX: O CASO DA QUÍMICA NA ALEMANHA	68
CONTEXTUALIZANDO OS LABORATÓRIOS NO SÉCULO XIX	70
O LABORATÓRIO DE LIEBIG E SUA ARQUITETURA METODOLÓGICA.....	76
4 – CARACTERÍSTICAS DA METODOLOGIA DE ENSINO DE LIEBIG	104
5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	124
6 - REFERÊNCIAS	127

INTRODUÇÃO

Como ponto de partida desta tese, gostaria de abordar alguns aspectos de minha formação, que resultaram neste presente trabalho. Começando com as escolhas dos temas de minhas pesquisas, de mestrado e doutorado que emergiram da influência de algumas situações que ocorreram durante a minha graduação em Licenciatura em Química na Universidade Federal de Juiz de Fora, sobre os quais gostaria de discorrer nesta introdução.

O primeiro episódio que influenciou em meu perfil de pesquisadora, aconteceu logo no primeiro semestre de universidade, no qual uma professora, entrou em nossa sala e fez questão de deixar claro que era pesquisadora e não professora e que por isso, não gostava de ministrar aulas para as turmas de licenciatura. Naquele momento, tive um conflito interno: Pesquisador não pode ser professor? Vou ter de escolher entre ministrar aulas e fazer pesquisa? Se ela não era professora por que estava ali?

Outro fator, a importância da atividade prática para a compreensão de conceitos estudados na educação básica que até aquele momento eu os temia por não os entender. Em várias aulas pude assimilar inúmeros conteúdos, vistos anteriormente na educação básica, mas que ainda não eram significativos (do ponto de vista da teoria de Ausubel), não haviam sido apropriados por mim (MOREIRA; MASINI, 2011). Mas, o que mais me impactou foi em uma aula de Química Quantitativa Prática, com a temática de Titulação, que foi um assunto que tive muita dificuldade quando estudante do ensino básico e que ao começar a aula e perceber o fenômeno e os cálculos se descortinarem diante de meus olhos, concluí o que já vinha percebendo durante o curso, que as aulas práticas eram uma excelente ferramenta para o ensino de química.

Em um outro momento, já na metade do curso, em uma conversa informal com outros colegas, arquitetando uma peça de teatro, me deparei, pela primeira vez, com o nome de uma cientista mulher, cientista mulher? Famosa? Fiquei chocada de perceber que durante a minha vida acadêmica até aquele momento, tendo professoras de química, ninguém havia mencionado tal personagem. Assim, Marie Skłodowska Curie (1867-1934) havia virado minha inspiração.

No último semestre de minha graduação, o tema de meu mestrado seria decidido em uma reunião de organização da Semana da Química, onde ao sugerir que Marie Curie fosse o slogan da semana, uma mulher, diz que não gostaria, porque ela era feia e descabelada. Meu

pensamento interno era, o que aquela pessoa estava falando? Como pode alguém desmerecer a importância de uma pessoa pela simples aparência?

E assim, decidi que queria pesquisar a questão de gênero na ciência, para aprofundar nessa temática, tendo em vista que as próprias estudantes de ciências a ignoravam ou não conheciam a relação mulher-ciências. E investigar a possibilidade de cientistas serem professores e como transcorria esse processo, se era algo natural, se realmente quem se dedicava à pesquisa não podia ou não gostava da atividade docente, tudo isso, envolvendo atividades experimentais.

Determinados esses eixos temáticos, a próxima etapa era selecionar o personagem que englobasse essas características, por que não, Marie Curie? Já que ela havia sido o motivo inicial de toda a minha revolução interna. Foi então que se iniciou o processo de levantamento de dados para a elaboração do projeto de mestrado. Nesse percurso, encontrei o livro *As aulas de Marie Curie – Anotadas por Isabelle Chavannes em 1907* da editora Edusp. Neste livro, Isabelle Chavannes com 13 anos, aluna de Marie Curie, relata dez aulas que teve com a cientista no período de 1907-1908, com desenhos e narrações de episódios de experimentos de física. (DEROSSI, 2013)

Através dessas anotações, para cotejar com a metodologia de Marie, os escritos do filósofo e pedagogo Isaac Watts (1674-1748) em sua obra *The Improvement of the Mind*, publicado pela primeira vez em 1741, com várias reimpressões até o ano de 2017. Nesta obra, Watts busca debater cinco métodos que podem contribuir para um melhor aprendizado, sendo eles: observação, que estaria ligada à nota minuciosa que tomamos sobre as ocorrências; leitura, ou o método de conhecimento pelo qual nos familiarizamos com o que os outros escrevem; palestras públicas ou privadas, que seriam as instruções verbais dadas por um professor; conversação seria um método que utiliza a investigação, feita pelo aluno através da mediação do professor, e do inquérito por parte do aluno, para que ocorra a aprendizagem; meditação ou estudo, no qual incluiria todos aqueles exercícios mentais que necessitamos fazer no processo de aprendizagem e através dos quais interpretamos os métodos práticos de um determinado autor. (DEROSSI, 2013).

Durante o período de mestrado, ao apresentar os resultados dessa pesquisa em eventos que envolviam professores, eles ficavam surpresos em saber, que aquela cientista, além de uma pessoa comum, mulher, também havia sido professora e alguns até se identificavam com a forma que ela atuava no ensino. Característica essa, que a História da Ciência vem contribuindo, dado que apresenta a visão de ciência como uma construção humana, que não

requer habilidades específicas e raras como as histórias de cientistas encontradas em livros didáticos levam as pessoas a imaginar. Isso nos motivou a continuar nessa linha de pesquisa no doutorado.

Considerando também, que as aulas de laboratório para os cursos de química de nível superior são obrigatórias, entretanto, na maioria dos casos, essas aulas são estruturadas de forma demonstrativa e/ou reprodutiva, contribuindo para uma visão equivocada do conhecimento científico, e ainda, que o aluno não formula hipóteses, não elabora soluções para as questões propostas, apenas segue o “passo-a-passo” contido no roteiro, na expectativa de encontrar os resultados que, podem já estar descritos nas apostilas, por exemplo, “haverá a liberação de um gás; formará um precipitado”, e frequentemente, o erro é apenas ignorado ou rapidamente relatado para o aluno, não permitindo que o mesmo, reflita sobre o que estava fazendo e o que pode ter interferido em seu experimento, gerando tal resultado. (SATO, 2011)

Tendo em vista essa abordagem tradicional contida nos laboratórios de ensino superior, uma outra possibilidade de contato com a atividade experimental é através da chamada Iniciação Científica (IC), na qual, o discente tem uma certa liberdade de conduzir o seu raciocínio sobre o fenômeno com o qual está trabalhando e conduzir a pesquisa de uma forma mais independente, tendo o docente o papel de mediador e direcionador, que de acordo com Simão (1996, p.111) consiste em:

São consideradas como atividades de Iniciação Científica, todas as experiências vivenciadas pelo aluno, numa instituição educacional, com o objetivo de desenvolver a chamada formação científica. Por outro lado, a IC, numa perspectiva mais específica, é entendida como um conjunto de experiências vivenciadas pelo aluno que estão inseridas em um projeto de pesquisa formalmente elaborado, desenvolvido sob a orientação de um docente pesquisador.

Durante esses momentos, pode-se perceber inúmeras contribuições na formação do indivíduo, como por exemplo, o desenvolvimento da capacidade de solucionar problemas, a incorporação da linguagem e escrita científica, aproximação do professor com o aluno, apresenta para o aluno que a ciência não é algo que é feito por uma única pessoa, e por fim, de acordo com o trabalho de Queiroz e Almeida (2004, p.44), resumindo a função do laboratório, baseado nos escritos de Bruno Latour e Steve Woolgar (1997), como sendo “um local de inscrição literária, onde a produção de um artigo, no qual enunciados que precisam ser provados e aceitos como verdadeiros são emitidos, constitui-se no ápice de um longo processo que envolve todos os membros da hierarquia do laboratório”. Toda essa vivência poderá ser vista

no cotidiano do laboratório de Liebig, com a diferença de que os seus alunos elaboravam seus próprios projetos de pesquisa.

É preocupante ver resultados de pesquisas que apresentam concepções de estudantes universitários de cursos de licenciatura e até mesmo de professores que não se veem como cientistas ou que carregam uma visão distorcida, desse profissional como sendo uma pessoa genial, extremamente inteligente, que apenas realiza investigações, dedicada aos estudos sem uma vida social, que se devota totalmente à ciência e à humanidade (JANERINE; LEAL, 2010; CARVALHO, 2001). Observamos também, que não há divulgação do perfil docente de cientistas que contribuíram para o ensino de química, o que corrobora com a visão equivocada de muitos professores. Frequentemente eles exprimem que aqueles que se dedicam à licenciatura não podem ser considerados como cientistas, principalmente no âmbito do ensino superior. Tudo isso aliado a falta de importância atribuída ao impacto de uma atividade prática para a compreensão de um determinado conceito químico.

Ao que tudo indica, devido à essa visão equivocada, os alunos desistem (ou nem escolhem) dos cursos de ciências. Considerando essa problemática, destacamos a importância da História e Filosofia da Ciência como forma de auxiliar na reconstrução da concepção de o que é ser um cientista.

Com a inserção da História da Ciência no currículo de cursos de formação de professores de química, alguns saberes sobre o conhecimento científico podem contribuir para uma melhor formação como: contraposição à ideia de gênios e dogmas científicos, construção da ciência fora das esferas centrais, valorização e/ou conhecimento de fatos fora do âmbito da “ciência moderna”, reconhecimento de crises na elaboração dos saberes científicos, implicações sociais da ciência entre outros. (ETERNO, 2008)

O conhecimento sobre a História da Ciência é bastante relevante para que haja maior facilidade de compreensão da química atual, considerando que é intrínseco ao ser humano querer saber como surgiram as coisas. Este conhecimento aumenta o seu interesse sobre o assunto, facilitando a aprendizagem dos conceitos químicos, contribuindo para que os estudantes de química adquiram uma imagem de ciência mais contextualizada e, portanto, melhor formação acadêmica. Muitos estudos como o de Oki (2006, p.33) e referências de ensino como os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (BRASIL, 1998), “Projeto 2061” - projeto que visa uma formação de ciências adequada para todos os americanos -, consideram que a incorporação da História da Química no currículo, pode contribuir para a humanização do ensino, apresentando o conhecimento científico como fruto de construção da humanidade

ressaltando a dimensão histórico-social do processo de produção do conhecimento, e para o enriquecimento cultural, fazendo com que os alunos façam uma conexão entre ciência e sociedade.

A História da Ciência pode ser considerada como sendo a história que engloba os fatores sociais, econômicos e políticos, que desencadearam os estudiosos da ciência a trabalharem determinados temas, a serem seletivos sobre o que iriam pesquisar e até onde poderiam ir. E que, de acordo com a compilação de diferentes autores, feita pela estudiosa Maria da Conceição Duarte (2004, p.318-19), analisando a concepção dos professores portugueses, algumas contribuições são consenso na área, como:

- (1) A História da Ciência ao fornecer informação contextualizada dos conceitos e teorias científicas que prevaleceram em vários momentos da história, pode facilitar e enriquecer a compreensão conceitual
- (2) Desempenha um papel fundamental na compreensão da natureza do conhecimento científico tem, subjacente, a ideia de que a aprendizagem das ciências necessita ser acompanhada de uma aprendizagem sobre as ciências. Isto acaba dando oportunidade aos alunos de compreenderem que as ciências são o produto de uma complexa atividade social, que antecipa e procede o ato individual da descoberta ou criação,
- (3) Pode combater o “cientismo” e o dogmatismo, que são frequentes nos textos científicos e nas aulas de ciências, baseia-se na consideração que o conhecimento da historicidade das ciências promove a independência da mente, evitando o “cientismo”, isto é, a exaltação das ciências como algo absoluto, como uma capacidade quase ilimitada na resolução dos problemas da humanidade.
- (4) São vários os autores que se referem às potencialidades da História da Ciência para evitar a visão negativa que muitos alunos/cidadãos têm sobre a ciência, mostrando o “lado humano” dos cientistas
- (5) Pode fornecer aos alunos uma visão integrada do desenvolvimento das ciências encontra sustentação na ideia de que esse desenvolvimento só foi possível em conjunção com o desenvolvimento da matemática, filosofia, tecnologia, teologia, comercio, etc., e que, por sua vez, interfere com cada um desses campos, bem como com o da literatura e da cultura, de um modo geral.

A química, de acordo com a sua história, rompe com o imediato e abre espaços para a construção do conhecimento, gerando e atuando sobre a natureza através da técnica (LOPES, 1996, p.261), muitas delas herdadas dos laboratórios alquímicos. Para os professores de química é essencial o conhecimento sobre a história da química devendo ater-se não só aos fatos históricos, eventos que resultaram em descobertas, mas buscar conectar os mesmos aos conteúdos de química a serem trabalhados em sala de aula.

Mais uma vez, iniciamos a nossa busca por outro personagem que tangenciasse esse perfil, como uma das exigências do programa, tínhamos de ter uma temática inédita. Começamos a buscar sobre a utilização do laboratório como forma de ensinar química e, dentre

outros assuntos relacionados, encontramos o nome de Justus von Liebig. Com esse nome e sua história, a próxima etapa era averiguar o quanto de trabalhos sobre a sua atividade docente existiam, através de um levantamento bibliográfico inicial, das publicações nacionais e internacionais, nos principais periódicos da área de ciências, para elencar os trabalhos que abordassem essa temática, diante da escassez de trabalhos, concluímos que estava selecionado o nosso objeto de pesquisa por mais 4 anos.

O texto apresentado, além desta introdução e considerações finais, é constituído de quatro capítulos, distribuídos da seguinte maneira:

No primeiro capítulo, dissertamos sobre a biografia centrada no cientista, cujo intuito era abordar o seu perfil profissional; sua motivação, suas dificuldades e suas reflexões sobre a compreensão da ciência até a sua formação como químico, as instituições pelas quais passou até Gießen, os professores que contribuíram para a formação dos seus conceitos sobre o ensino de química, bem como as suas contribuições com os seus parceiros para o desenvolvimento da química.

Reservamos o segundo capítulo para a descrição do percurso metodológico, considerando desde a elaboração do projeto de doutorado, perpassando pelas diferentes fontes de coleta de documentos, processos de tradução, levantamento bibliográfico e elaboração da tese. Neste capítulo ainda é possível encontrar a questão de pesquisa e os objetivos da tese.

No terceiro capítulo, nos debruçamos sobre o envolvimento de Liebig com a atividade experimental, contextualizando o período histórico da época, caracterizando como estava constituída as ciências no século XIX, assim como os laboratórios e a atividade experimental naquele momento, apresentando em paralelo o laboratório de Liebig e o seu funcionamento. Acrescentamos neste capítulo, o perfil de alguns alunos que passaram pelo seu laboratório e, quando possível, o que fizeram com o conhecimento e a influência adquirida no laboratório em Gießen.

No quarto e último capítulo, apresentamos as características da metodologia de ensino do cientista, resultado de leituras de suas obras e de relatos dos seus alunos dialogando com outros autores, com a descrição da formulação do curso que era oferecido no seu instituto.

1 – PERCURSO METODOLÓGICO

A metodologia de pesquisa em História da Ciência, vem sofrendo mudanças quanto ao seu objeto de investigação e a abordagem historiográfica. Durante muito tempo, a visão interna das ciências predominava fortemente. O tema do conhecimento pesquisado, a ciência em questão, era o que deveria importar ao historiador. Apesar da grande preocupação com o uso de obras originais ou de fontes primárias, o mesmo não acontecia com o contexto histórico dos documentos, essa perspectiva internalista teve como principal divulgador George Sarton (1884-1956). (ALFONSO-GOLDFARB, 2008)

Várias tendências divergentes foram sendo formadas e a corrente denominada externalista, foi estabelecida, principalmente com os trabalhos de estudiosos como John Desmond Bernal (1901-1971) e Joseph Needham (1900-1995), que consideram em suas obras os aspectos políticos e sociais relacionados com o desenvolvimento da ciência. (ALFONSO-GOLDFARB *et al*, 2006)

De acordo com pesquisadores renomados da área de história da ciência, como Ana Maria Alfonso-Goldfarb e Lilian Martins, o ideal seria abordar as duas perspectivas ao se trabalhar com História da Ciência, nas palavras de Martins:

Um estudo completo envolveria os dois tipos de abordagem. Entretanto, embora em termos práticos tudo ocorra ao mesmo tempo, ou seja, os processos de proposta/fundamentação e o de aceitação ou rejeição não sejam independentes um do outro, esta distinção pode proporcionar maior clareza à análise de História da Ciência. Assim é possível, para efeito de estudo, dividir o processo em duas partes e, normalmente, um estudo não-conceitual deve ser precedido de um estudo conceitual bem-feito. (MARTINS, 2005, p.306)

Sendo assim, percebemos que ao basear o nosso percurso metodológico em Estudo de Caso podemos contemplar as questões sociais e conceituais. De acordo com referenciais dessa metodologia (YIN, 2001; MARTINS, 2006), as pesquisas que a utilizam como norteadora, buscam compreender o como e o porquê de determinado caso, o que corrobora com a nossa questão de pesquisa que busca desvendar como se dava a construção do conhecimento na “escola de Liebig” utilizando a pesquisa laboratorial como metodologia de ensino e qual seria o diferencial no perfil de Liebig como educador que resultou na formação de tantos outros cientistas que posteriormente tornaram-se importantes para o desenvolvimento da química, conhecidos ou não.

Tendo como objetivo principal, investigar a consolidação da metodologia de ensino adotada por Justus von Liebig na Universidade de Gießen, suas bases e influências. Como

objetivos secundários, iremos averiguar o quanto a sua forma de ensinar pode ter influenciado na formação dos seus alunos; trilhar um percurso relacionado aos procedimentos educacionais da escola de Liebig e o uso da investigação como uma metodologia de ensino.

Neste capítulo descreveremos esta etapa da pesquisa seguindo a sequência apresentada abaixo:



ELABORAÇÃO DO PROJETO

A primeira etapa para a elaboração desta tese foi a preparação do projeto de pesquisa submetido à uma banca na Universidade Federal de Juiz de Fora. Para este fim, foram coletados alguns documentos de fonte primária e secundária em formato digital, além de um levantamento das produções já realizadas sobre o personagem.

Uma revisão bibliográfica feita em julho de 2014, foi indispensável para justificar a necessidade e ineditismo desta tese, além de possibilitar, desde a etapa de elaboração do projeto, a tomada de consciência das limitações do material disponível e angariarmos sugestões de outras vertentes que poderiam ser abordadas e que não foram previamente ponderadas.

Para a realização desta etapa, foi feita uma busca através do Periódicos Capes, utilizando como palavra chave o nome de Justus von Liebig, foram encontradas 40.797 resultados, nesses estavam incluídos não só artigos relacionados ao cientista, mas também aqueles que traziam o seu nome no endereço onde foi realizada a pesquisa, reduzimos a busca através dos campos que estávamos interessados, assim, selecionamos os tópicos que estavam disponíveis e que poderiam estar presentes nos trabalhos de nosso interesse: “Science, Study & teaching”, “Chemists”, “Laboratories”, “University of Science”, “Research”, “History”, “Europe”, “Universities and Colleges”, “Germany”, “Article”, “Chemistry”.

Após esta seleção o número de resultados passou para 1.974, os quais incluíam artigos de revisão de biografias, a universidade de Gießen que recebe o nome do cientista, pesquisas relacionadas com agricultura, alimentos ou saúde que citavam o seu nome e poucos trabalhos que abordavam a temática educacional de Liebig. Nessa busca, encontramos apenas 9, que relacionavam Liebig e Educação e que abordavam o funcionamento de seu laboratório

(quadro 1), considerando que se encontravam dentro de algum outro tema, permanecendo assim, como parte de um outro contexto, não sendo o foco principal dos artigos.

Quadro 1: Artigos Periódicos Capes

Artigo	Breve descrição
Justus von Liebig, 1803-1873. Parte 1: Vida, Personalidade, Pensamento de Juergen Heinrich Maar (2006)	Artigo que aborda a vida do cientista, as questões do seu laboratório e de seus alunos
Justus von Liebig: un docente en Química Orgánica y su influencia en la Farmacia Española de María del Carmen Francés Causapé (2003)	Artigo biográfico que retrata a influência de Liebig no campo da farmácia na Espanha e traz alguns comentários sobre a criação do laboratório.
Justus von Liebig - Leading Teacher of Organic Chemistry de Robert A. Kyle e Marc A. Shampo (2001)	Apesar do título mencionar “professor”, pode-se perceber que o texto apenas fala das suas contribuições químicas e da formação do laboratório, de forma muito superficial
Justus von Liebig and the rise of teaching and industrial research laboratories de D.W. Middleton (1967)	O artigo aborda o funcionamento do laboratório e a expansão do modelo laboratorial de Liebig para a Europa e para os Estados Unidos
Justus von Liebig, FRS: creator of the world’s first scientific research laboratory de Anthony R. Michaelis (2003)	O autor traz muitos dados biográficos do cientista e destaca a sua importância para o ensino, sem descrever a sua prática, apenas o seu laboratório
From Justus von Liebig to Charles W. Eliot: The Establishment of Laboratory Work in U.S. High Schools and Colleges de Keith Sheppard e Gail Horowitz (2006)	Aborda o funcionamento do laboratório e a influência de seu método de ensino experimental nos Estados Unidos
Justus von Liebig - Student and Teacher de Ralph E. Oesper (1927)	O autor retrata muitos aspectos da atuação docente de Liebig
La dimensión social de la cultura científica un caso ejemplar: justus von Liebig de Myriam García Rodríguez (2012)	Aspectos do laboratório de Liebig
Science and Its Times Understanding the Social Significance of Scientific Discovery de Neil Schlager (editor) (2000)	O livro aborda diferentes temas e dentro de alguns capítulos o nome de Liebig é citado, o capítulo que mais trata do laboratório do cientista é sobre <i>Physical Sciences</i>

Fonte: QUADRO ELABORADO PELA AUTORA, 2015

Diante do resultado de tão escassas produções e por sabermos de alguns trabalhos sobre o cientista que não apareceram na busca realizada, optamos pela busca manual em campos de grande representatividade para a química e para a história da ciência, selecionamos revistas específicas no âmbito nacional e internacional estando elas indexadas na web of Science: Química Nova, Journal of the Brazilian Chemical Society, selecionamos também a Revista Brasileira de História da Ciência que apesar de não ter indexação é uma revista de consulta importante para a área, e as internacionais Isis, Osiris e Journal of Chemical Education. Repetimos o mesmo procedimento realizado no Periódicos Capes, utilizando o nome de Liebig como palavra-chave. Essas revistas foram escolhidas devido ao destaque na área de Ensino de Química e História da Ciência.

Foram encontrados 5 artigos que fazem alguma citação em relação a Liebig na Revista Brasileira de História da Ciência, apesar de observarmos todas as revistas – desde 1985 – os artigos encontrados estão situados entre o período de 2004 à 2014, sendo eles:

- **Pedro II, sábio e mecenas, e sua relação com a Química (2004)** – Que aborda o envolvimento de Pedro II com a química e cita a sua conversa com Liebig durante sua estadia em Munique;
- **Resenha do livro Technology's Dilemma: Agricultural Colleges Between Science and Practice in Germany, 1960-1934 de Jonathan Harwood (2005)** – O nome de Liebig aparece envolvido na temática das escolas agrícolas na Alemanha no século XIX;
- **Resenha do livro “Revistas científicas portuguesas da primeira metade do século XIX Imprensa periódica científica (1772-1852) (2009): leituras de ‘*sciencia agricola*’ em Portugal” de Maria de Fátima Nunes** - Ao abordar as questões agrícolas em Portugal, a autora traz em algumas partes do livro, o envolvimento de Liebig com a agricultura e como suas ideias chegaram até Portugal;
- **Historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias: el caso de la reacción química (2014)** - Seu nome é citado por causa de suas contribuições com as análises de compostos orgânicos;
- **História da física no século XIX: discutindo natureza da ciência e suas implicações para o ensino de física em sala de aula (2014)** - O cita apenas para justificar uma possível influência dos filósofos sobre os cientistas.

Assim, observa-se que neste periódico, o público não encontrará nenhum viés educacional do cientista nem da sua contribuição para o desenvolvimento dos laboratórios de química como são conhecidos atualmente. Até as suas contribuições para a química são escassas, visto que não há artigos dedicados ao cientista.

A busca feita na revista Química Nova, resultou em 63 correspondências, desconsiderando as citações de artigos que foram publicados na revista que levava o nome do cientista, sumários, índice, e o seu nome como referência bibliográfica, sobraram 19 artigos, desses, apenas 5 tratavam de alguma relação com ensino, 3 deles abordavam-no superficialmente, o que não nos permite ter uma real visão da prática do estudioso alemão,

trazendo trechos como “bastando citar o papel de Liebig a estabelecer o sistema que integra o trabalho do que hoje chamamos de orientador e orientando no ensino e na investigação química em nível avançado” (FILGUEIRAS, 2001, p.709) ou como o a seguir:

O químico alemão Justus Liebig, depois de uma visita à Inglaterra, observou que os trabalhos de natureza prática despertavam mais a atenção e infundiam mais respeito do que os puramente científicos, deixando transparecer um mérito maior aos primeiros (SILVA, 2001, p.136)

Dois artigos trazem mais detalhes da prática de Liebig, dentro do laboratório com seus alunos, mas em ambos o foco principal não é a atuação docente, um trata da biografia do cientista e o outro da formação das escolas superiores de agricultura.

O próximo periódico analisado, foi o Journal of the Brazilian Chemical, das 75 ocorrências encontradas desde 1990, todas estavam relacionadas com a revista criada por Liebig e que leva o seu nome. Apesar de selecionarmos o periódico por estar indexado na Web of Science, analisando o perfil da revista, percebe-se que além de não possuir uma sessão destinada aos trabalhos da área educação, os artigos estão mais voltados para os trabalhos experimentais, sem muita preocupação com detalhes externos à técnica utilizada, a síntese, a caracterização, etc.

Dando continuidade, o periódico Isis foi criado por George Sarton (1884-1956), importante personagem na consolidação da História da Ciência como área de estudo, tendo o seu primeiro número publicado em 1912, é considerado um dos mais conhecidos periódicos da área. Nele, encontramos 435 referências ao nome Liebig, estando divididos como é apresentado no gráfico abaixo:

Gráfico 1: Resultados Isis



Fonte: GRÁFICO GERADO A PARTIR DOS DADOS DA AUTORA, 2015

A revisão de livros, incluía obras que tinham o cientista como foco principal, bem como outras sobre História da Ciência, química, agricultura, entre outros. Já nos artigos, mais uma vez, é dado destaque para as suas contribuições na ciência e algumas citações em relação ao funcionamento do laboratório, levantados em artigos relacionados com seus alunos.

Esse panorama muda um pouco na revista *Osiris*, que foi fundada em 1936, é uma revista temática, anual, que destaca pesquisas recentes sobre temas significativos na história da ciência. Neste periódico, o número de ocorrências com o nome de Liebig é muito menor do que nos demais, apenas 26 referências, desconsiderando índices, sumários, sobejam 19 artigos, que podem ser divididos em biográficos, nos quais o foco está em algum personagem da ciência e por alguma razão citam Liebig, mas não são sobre a sua biografia e os trabalhos que englobam questões de educação ou história da ciência, que abordam alguns aspectos sobre a criação do instituto e outro do desenvolvimento da ciência na época, nos quais Liebig é apenas citado.

Quando se analisa o *Journal Chemical Education* (JCE), pouca diferença pode ser percebida, visto que é um periódico focado na educação química. Em julho de 2014 foram encontrados 569 correspondências, dentre essas, temos artigos biográficos sobre o próprio cientista e sobre alunos seus, livros de história da ciência sobre a historiografia dos laboratórios, a agricultura, a química orgânica, e por isso mencionam o seu nome, como já foi constatado nos outros periódicos já analisados nesse levantamento bibliográfico.

Destacaremos os artigos que consideramos de maior abrangência sobre a sua forma de ensinar e pensar o ensino de química, agrupados no quadro abaixo:

Quadro 2: Artigos JCE

Artigos	Descrição
Liebig and his American Pupils H. S. Van Klooster <i>Journal of Chemical Education</i> 1956 33 (10), 493	Aborda um pouco sobre a biografia de seus alunos e algumas declarações sobre a prática pedagógica do cientista;
Justus von Liebig - Student and Teacher Ralph E. Oesper <i>Journal of Chemical Education</i> 1927 4 (12), 1461	Além de falar brevemente da historiografia da química como disciplina, contempla algumas características do educador Liebig;
On the early history of Liebig's laboratory H. G. Good <i>Journal of Chemical Education</i> 1936 13 (12), 557	Aborda a sua postura durante as aulas, do ponto de vista de seus estudantes, principalmente de Carl Vogt (1817-1895)

Fonte: QUADRO ELABORADO PELA PRÓPRIA AUTORA, 2014

Foi feita uma varredura também, no banco de teses e dissertações da CAPES, no qual encontramos uma tese de título “Modelos von Liebig com Rendimentos Decrescentes, Lei

das Relações Fisiológicas de Mitscherlich, e o uso de Rendimentos Relativos” de Carlos Leomar Kreuz e uma dissertação de nome “O Laboratório Químico como Local de Ensino e Pesquisa: as inovações de Justus Von Liebig”, que se aproxima da nossa questão de pesquisa, porém é focado nas atividades que aconteciam no laboratório de Liebig, sem detalhar a sua prática.

Ao final da pesquisa, em abril de 2018, refizemos o levantamento nas mesmas fontes utilizadas em 2014. O panorama atual não sofreu grandes modificações. No sítio do Portal de periódicos Capes, houve um aumento de 1.845 resultados para a palavra-chave “Justus von Liebig” (total 42.642). Restringindo a varredura para o período de 2015 a 2018, encontramos um total de 4.963 resultados. Nessa nova pesquisa não foi possível selecionar os tópicos marcados anteriormente, já que não continham correspondentes, destacando que apenas os tópicos “Europe” e “Germany” permaneceram, optamos por não filtrar por esses tópicos.

Dentre os resultados, encontramos, como na pesquisa realizada durante a elaboração do projeto dessa tese, muitos trabalhos que estão inseridos nesse portal, apresentam apenas citação do nome de Liebig, da rua que há na Alemanha com o seu nome, da universidade, muitos textos da Encyclopædia Britannica que tratam de seus alunos, substâncias e outros cientistas com quem trabalhou, não tendo nada novo relacionado com o âmbito educacional. Nas demais revistas analisadas, não houveram mudanças.

Com este levantamento bibliográfico, verificou-se a necessidade de uma maior coleta de material em um possível estágio na Alemanha, país de origem do objeto de pesquisa e onde havia a maior concentração de documentos originais. Após a aprovação no exame de seleção e a constatação da banca, da imprescindibilidade de um período fora do país, iniciou-se um processo de parceria. Para encaminhar o pedido de doutorado sanduíche na Alemanha, foi necessário buscar um professor na instituição de destino - *Universität Gießen* - na área relacionada com a pesquisa.

Depois de muitos contatos com o departamento de química e a não aceitação de um pesquisador que se interessasse pelo tema no referido departamento, o professor doutor Friedrich Lenger, do departamento de história da *Universität Gießen*, instituição que detém os documentos sobre Liebig, na cidade em que se encontra o museu dedicado ao cientista, aceitou participar da pesquisa.

PREPARAÇÃO PARA O ESTÁGIO

Após a liberação da bolsa para o doutorado sanduíche cuja duração seria de nove meses, iniciando-se em outubro de 2015 e terminando em 30 de junho de 2016 e do aceite de coorientação do professor, comecei o curso de alemão no Brasil, tendo completado seis meses de curso antes da viagem.

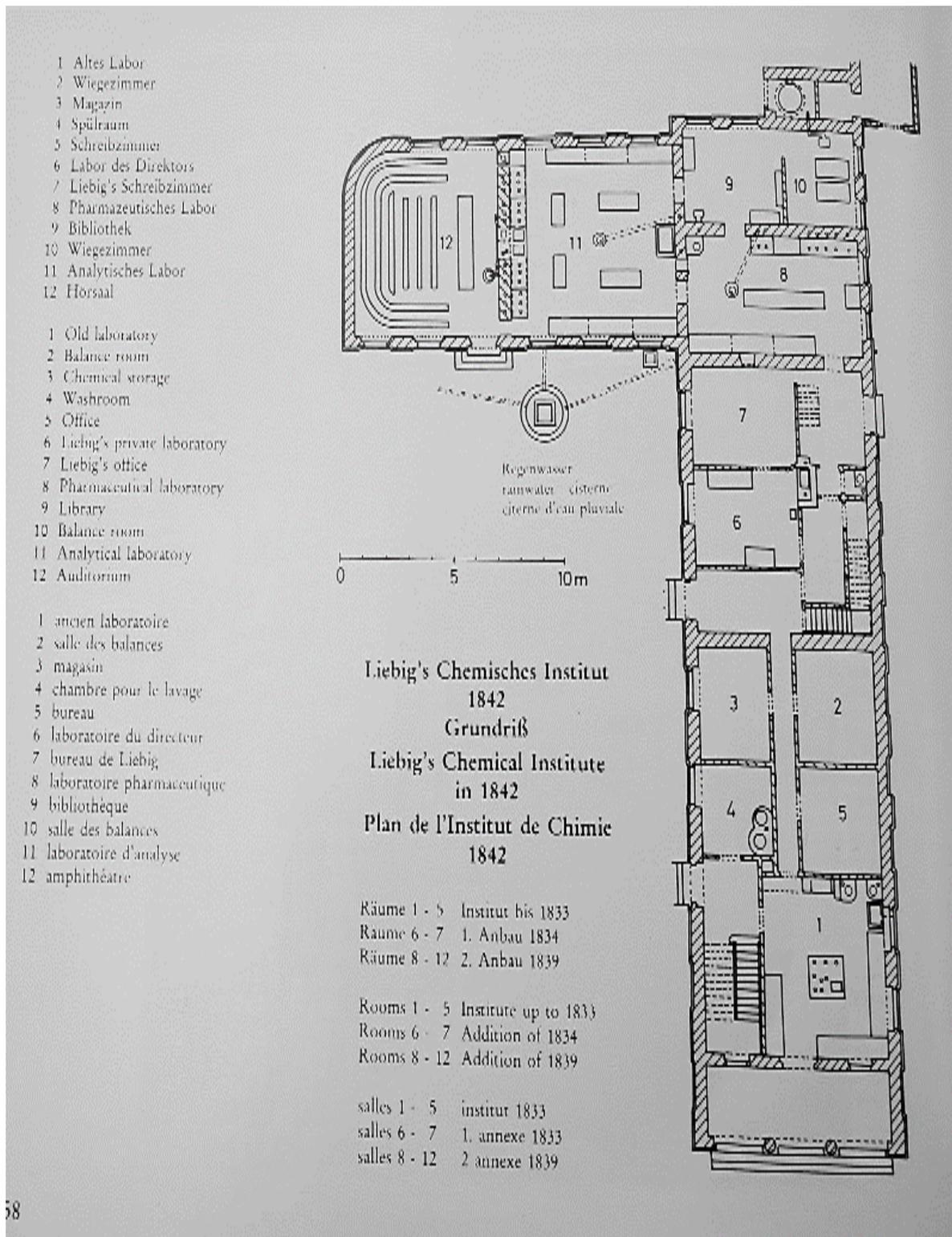
Neste período, houve a procura de um local para morar durante o estágio, etapa complicada, visto que, não confiavam em um estrangeiro fazendo negócios a distância. Outro obstáculo encontrado foi a escassez de alojamentos, como a cidade é de caráter universitário e o período da instituição é diferente do nosso, começa em abril até setembro e o segundo semestre de outubro até março, no momento em que cheguei, os quartos já estavam alugados e tive de ficar em uma cidade próxima chamada Biedenkopf.

Estando em solo alemão, concluí um curso intensivo, completando um ano de estudo da língua, visto que a maior parte dos materiais utilizados para a elaboração desta tese estão em alemão.

AQUISIÇÃO DOS DOCUMENTOS

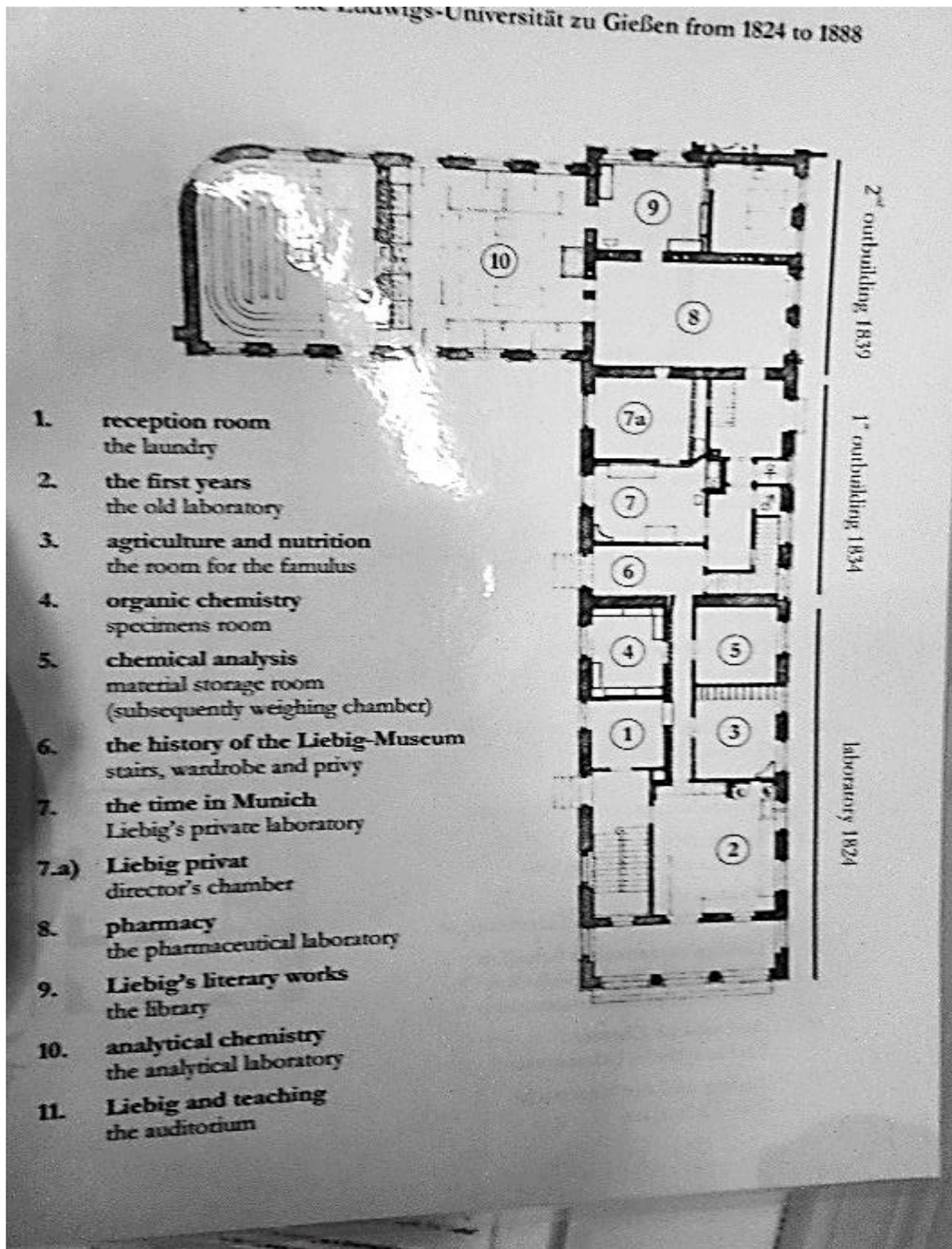
O primeiro local visitado para a coleta de documentos, foi o museu - Liebig Museum - Chemiemuseum in Gießen - situado na cidade de Gießen, criado em 1920 no prédio em que era o seu laboratório, organizado pelas mãos do professor Robert Sommer (1864-1937) com o suporte do Dr. Emanuel August Merck (1855-1923) de Darmstadt. No final de 1944 o laboratório foi atingido por uma bomba e ficou fechado para reparos dos danos causados pela guerra e foi aberto novamente em 1952. É constituído por doze salas que compõem o antigo “instituto de química” de Liebig (figura 1), preservando equipamentos originais e quando necessário, utilização de materiais modernos, quando por exemplo, há as visitas guiadas para estudantes e a realização de experimentos no local (HEILENZ, 1986). Abaixo a imagem do guia (figura 2) que é entregue ao visitante, mostrando as salas e seus nomes e ao lado a planta original de 1842, que nos permite perceber que a disposição original foi preservada:

Figura 1: Fotografia retirada da planta original



Fonte: FOTOGRAFIA RETIRADA PELA PRÓPRIA AUTORA NO LIEBIG MUSEUM - CHEMIEMUSEUM IN GIEßEN, 2016

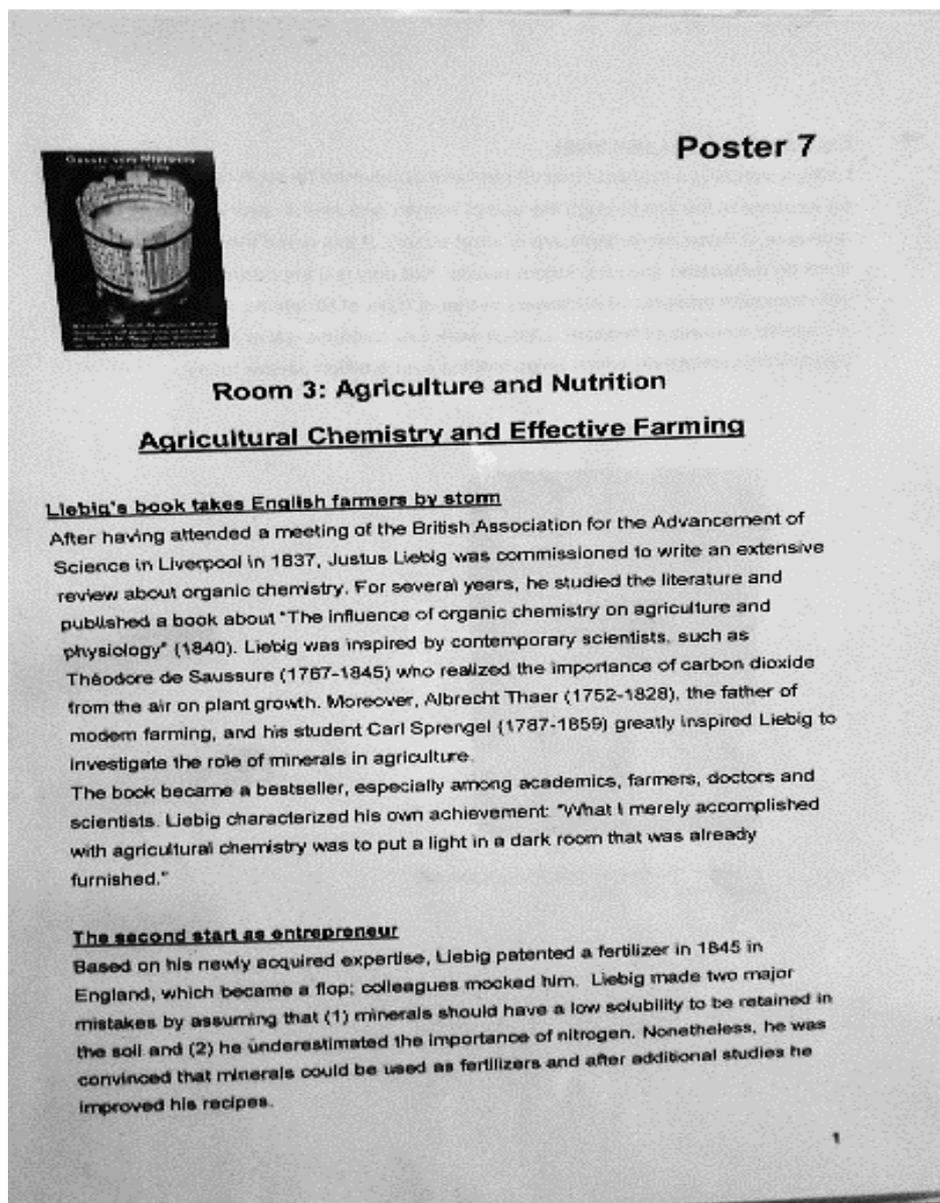
Figura 2: Guia do visitante do museu de Liebig



Fonte: FOTOGRAFIA RETIRADA PELA AUTORA NO LIEBIG MUSEUM - CHEMIEMUSEUM IN GIEßEN, 2016

Ainda no museu, tivemos acesso as obras originais (figura 5) e a biografias secundárias reconhecidas como fidedignas pelo museu, além de dados biográficos que eram expostos nas salas em quadros em alemão (figura 4) ou em grandes cartões em alemão e inglês (figura 3), como mostram as imagens a seguir:

Figura 3: Cartão tamanho A5, contendo informações sobre a sala visitada



Fonte: FOTOGRAFIA TIRADA PELA AUTORA NO LIEBIG MUSEUM - CHEMIEMUSEUM IN GIEßEN, 2016

Figura 4: Quadro com algumas informações

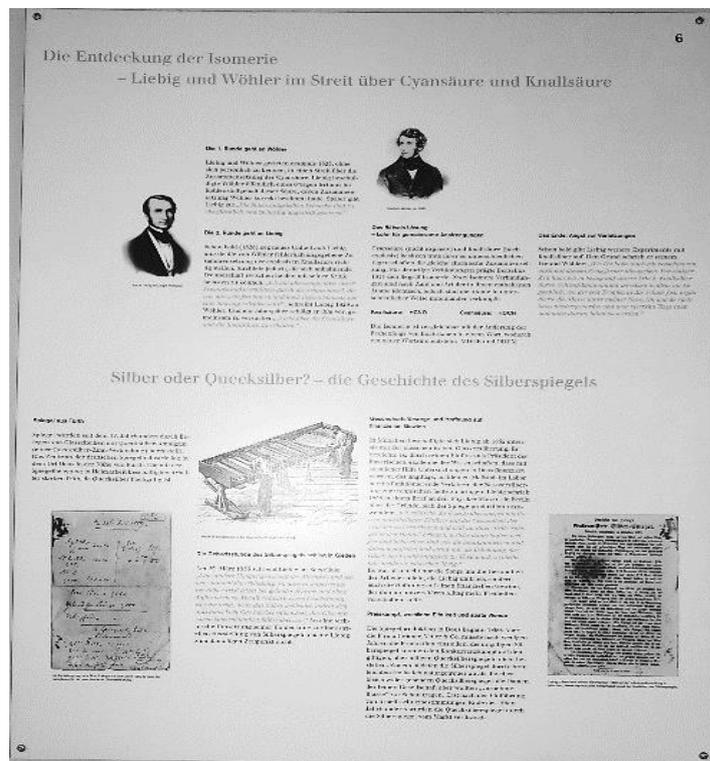
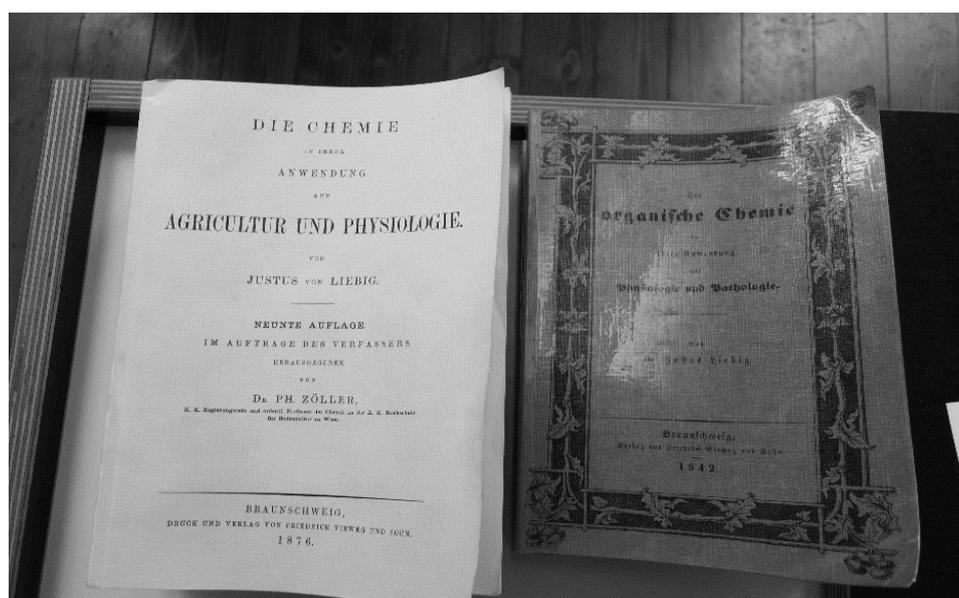


Figura 5: Obras originais encontradas no museu



Fonte: FOTOGRAFIA TIRADA PELA AUTORA NO LIEBIG MUSEUM - CHEMIEMUSEUM IN GIEßEN, 2016

A segunda fonte de documentos, foi a Universidade de Gießen, onde foi possível a aquisição de muitos livros que mostravam o envolvimento de Liebig com a instituição, além de obras que abordavam a consolidação da comunidade química na Alemanha, não foram obtidos documentos originais na instituição, pois esses estão guardados no museu. A princípio, nos propusemos a observar como a química orgânica experimental estaria sendo trabalhada atualmente na universidade de Gießen, no afã de rastrear se restava algo da metodologia de ensino do nosso estudioso, bem como, ansiávamos por dialogar sobre a forma de ensino de Liebig com outros filósofos e educadores da área de ensino do século XXI, entretanto, o Departamento de Química da Universidade de Gießen não permitiu acompanhar as aulas.

Assim, de acordo com Yin (2001) a metodologia de pesquisa Estudo de Caso, que iremos utilizar para a análise dos dados desta tese, segue três princípios que devem ser respeitados na coleta de dados, que seriam: a utilização de várias fontes de evidências, e não apenas uma; a criação de um banco de dados para o estudo de caso; e a manutenção de um encadeamento de evidências.

Observando esses princípios, nossas fontes para coletas de dados foram a biblioteca universitária de Gießen em dois setores, o de filosofia e o de química, o museu de Liebig também em Gießen, a biblioteca de Bonn e de Göttingen, além de bibliotecas que permitem o acesso online como a de Cambridge, a Bayerische Staatsbibliothek - Bavarian State Library, nesses locais tivemos acesso a documentos, imagens, objetos, livros originais e secundários, que nos possibilitaram a criação do banco de dados.

Também foram feitas visitas a cidade de nascimento do cientista, Darmstadt, e a universidade de Göttingen a fim de coletar materiais sobre a forma de ensinar de Friedrich Stromeyer (1776-1835), que foi o mentor intelectual de Rheinboldt e Hauptmann - pioneiros no ensino de química no Brasil - o que, lamentavelmente, não foi encontrado durante a realização desta tese. Segundo informação oral, gentilmente cedida pela bibliotecária da universidade de Göttingen, o acervo do Prof. Friedrich Stromeyer foi destruído durante a segunda guerra mundial.

De acordo com o quadro abaixo percebe-se o cuidado que se deve ter ao coletar os dados, num estudo de caso. Vale ressaltar que estes foram observados e mantidos durante toda a pesquisa:

Quadro 3: Reprodução do quadro sobre as “as seis fontes de evidências: pontos fortes e pontos fracos¹”

Fonte de evidências	Pontos Fortes	Pontos Fracos
Documentação	<ul style="list-style-type: none"> • Estável – pode ser revisada inúmeras vezes • Discreta – Não foi criada como resultado do estudo de caso • Exata – Contém nomes, referências e detalhes exatos de um evento • Ampla cobertura – Longo espaço de tempo, muitos eventos e muitos ambientes distintos 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidade de recuperação – pode ser baixa • Seletividade tendenciosa – se a coleta não estiver completa • Relato de visões tendenciosas – Reflete as ideias preconcebidas (desconhecidas) do autor • Acesso – pode ser deliberadamente negado
Registros em Arquivos	<ul style="list-style-type: none"> • Todos acima • Precisos e quantitativos 	<ul style="list-style-type: none"> • Todos acima • Acessibilidade aos locais graças a razões particulares

Fonte: YIN (2001), p.88

PROCESSO DE ANÁLISE

De posse dos documentos passamos a fase de análise, na qual buscamos características nos escritos de Liebig e em declarações de seus alunos de como era a sua forma de ensinar. Como a maior parte do material estava em alemão, foi feita uma tradução e interpretação nossa e sempre que possível essa tradução foi comparada com alguma tradução em inglês para haver uma segunda opinião em relação ao que estávamos trabalhando.

Foram agrupadas as obras que tratavam de dados biográficos, sendo elas primárias e secundárias, suas notas autobiográficas, além de artigos que abordavam essa temática, que nos permitiram traçar um panorama amplo sobre a vida de Liebig, desde sua infância até sua morte. Uma importante biografia escrita por Jacob Volhard (1909) aparecerá citada através de outros autores, visto que não foi possível o acesso a mesma. As outras biografias mais utilizadas foram a de William Brock - Justus von Liebig – The Chemical Gatekeeper (2002), muito utilizada por outros estudiosos como fonte secundária, mas que tivemos o cuidado de verificar as partes utilizadas com as outras biografias; a de August Wilhelm Hofmann - The Life-work of Liebig in Experimental and Philosophic Chemistry (1876) que foi aluno de Liebig, sendo assim, nos permite uma visão do aluno sobre o professor, dado que, não há muitos registros ou cadernos de notas das suas aulas, feitos por seus próprios alunos. Outras biografias recorrentes nesta tese, são a obra em alemão de Wilhelm Strube - Justus Liebig: Eine Biographie (2005) e a de William A. Shenstone - Justus von Liebig: His life and work (1901).

¹ Yin, R. Estudo de Caso: Planejamento e métodos, 2001

De posse das cartas que Liebig trocava com seus pais e com outros cientistas e a partir de suas próprias obras, nos foi possível acompanhar os problemas que aconteciam em sua trajetória, bem como inferir sobre suas ideias.

Dentre as obras do cientista listadas abaixo, todas foram lidas, porém, dedicamos maior atenção àquelas que possuíam comentários e reflexões sobre ciências e ensino, além dessas obras, foram utilizadas cartas e notas autobiográficas. Após essa primeira leitura, selecionamos as obras de número 2, 5 e 9 que atendiam aos critérios citados:

1. Anleitung zur Analyse organischer Körper (*Instruções para análise de corpos orgânicos*²) – 1837
2. Chemische Briefe³ (*Cartas Químicas*) – 1844
3. Chemische Untersuchungen über das Fleisch (*Estudos químicos sobre a carne*) – 1847
4. Chemische Analyse der Mineralquellen zu Kissingen (*Análise química dos recursos minerais em Kissingen*) – 1856
5. Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie (*A química orgânica e sua aplicação na agricultura e fisiologia*) – 1840
6. Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie (*A química orgânica e sua aplicação na agricultura e patologia*) – 1842
7. Die Grundsätze der Agriculturchemie (*Os princípios da agroquímica*) – 1855
8. Handbuch der organischen Chemie mit Rücksicht auf Pharmacie (*Handbook de química orgânica direcionado à farmácia*) – 1843
9. Reden und Abhandlungen⁴ (*Discursos e Tratados*), Hrsg. v. G. Liebig u. M. Carrière, 1874, Nachdruck 1965 – 1992

Com a análise das obras apresentadas pode-se fazer uma triangulação entre as diferentes fontes de dados, o que nos garante uma maior confiabilidade das informações encontradas. De acordo com as características encontradas, foram criadas categorias, apesar de não utilizarmos todos os critérios da metodologia de análise de conteúdo de Bardin (2011), criamos categorias que agrupam trechos semelhantes das obras analisadas, sendo elas: Atividade Experimental, Linguagem, Motivação, Natureza do Conhecimento Científico.

² Tradução nossa.

³ Apesar de possuímos a edição de 1844, optamos por utilizar a edição de 1859 por ser a mais completa.

⁴ A edição utilizada foi a de 1992.

Sendo assim, na sequência, abordaremos a vida do cientista, trazendo para o leitor uma compilação de alguns pontos importantes de sua biografia para a compreensão do perfil de educador e a importância de Liebig para a ciência.

2 - BIOGRAFIA

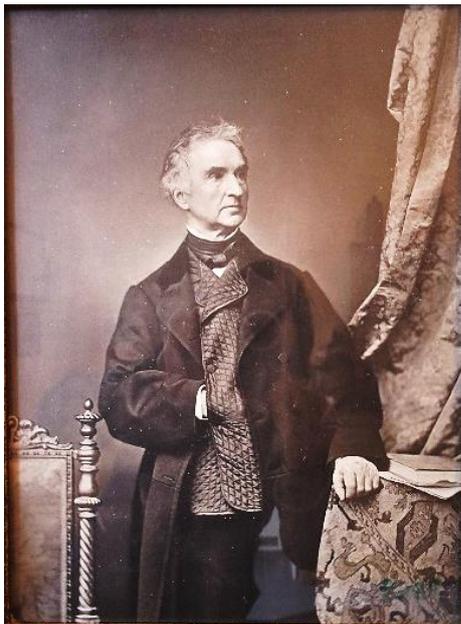
Neste capítulo inicial da tese, buscou-se compilar fatos referentes a biografia do cientista, traçando um panorama das suas vivências durante a sua juventude até a sua consolidação como químico. Para isso, utilizamos diferentes biografias que permitiram abordar suas motivações, suas dificuldades, a forma de pensamento em relação à ciência, as influências externas, o processo de sua formação e para concluir, algumas das suas contribuições para o desenvolvimento da química. Esse levantamento biográfico é parte fundamental da tese, para que o leitor possa compreender os reflexos do contexto sócio-cultural no perfil profissional do cientista.

JUVENTUDE E FORMAÇÃO DO QUÍMICO

No início do século XIX, a Alemanha, enquanto país, ainda não estava consolidada, constituía-se de um conjunto de pequenos estados, dos quais o que mais se destacava era a Áustria (atualmente um país). A sua reforma e reorganização aconteceu após a invasão napoleônica, sendo um marco para a sua história. É neste cenário histórico que nasceu Justus von Liebig na cidade de Darmstadt (figura 6).

De acordo com a sua mãe sua data de nascimento seria dia três de maio de 1803, no entanto, outras fontes apontam para diferentes datas: em sua lápide, em Munique, consta dia oito de maio de 1803; conforme os registros da igreja, dia catorze de maio de 1803; dia dez de maio de 1803, de acordo com o historiador A. W. Hofmann; e por fim, dia doze de maio de 1803, de acordo com o biógrafo William A. Shenstone, Wilhelm Strube e as informações do museu, esta é a data mais utilizada e a que iremos adotar nessa tese. (SHENSTONE, 1901; LIEBIG MUSEUM - CHEMIEMUSEUM IN GIEßEN, 2016; STRUBE, 2005)

Figura 6: Justus von Liebig



Fonte: LIEBIG EM JANEIRO DE 1872 - FOTOGRAFIA RETIRADA PELA AUTORA NO LIEBIG MUSEUM - CHEMIEMUSEUM IN GIEßEN, 2016

Sua mãe, Maria Caroline Moser (1781-1855), não recebeu muito destaque em suas biografias ou em trabalhos secundários, apresentando apenas dados sobre a sua origem e sobre a sua atividade como ajudante de seu marido. Não podemos garantir que a ausência de dados seja ou não uma questão de gênero, assim, não haverá um detalhamento sobre a sua influência na formação do cientista.

No entanto, grande destaque é atribuído a seu pai, Johann Georg Liebig (1775-1850) que era filho de um sapateiro que lhe ensinou química suficiente para a fabricação de produtos químicos em pequena escala e adquiriu fama local durante os anos de 1820 com a iluminação da sua loja utilizando gás acetileno preparado a partir da queima de ossos. Tornou-se comerciante de diversos produtos químicos, como cola, vernizes, corantes e também vendia ferramentas na cidade de Darmstadt (MUNDAY, 1990). Por causa de sua profissão montou um laboratório-oficina perto da sua casa, local onde Justus von Liebig teve o seu primeiro contato com a química (STRUBE, 2005). Em suas notas autobiográficas Liebig descreve a importância e a influência de seu pai em sua vida e em seu envolvimento com a química:

Meu pai, que tinha um armazém de corantes, frequentemente se ocupava com a sua produção, e para isso, tinha preparado para si um pequeno laboratório ao qual eu tinha acesso, e onde às vezes eu tinha o privilégio de ajuda-lo. Fazia suas experiências como prescritas em trabalhos sobre química, que eram, com grande liberalidade, emprestados aos habitantes de Darmstadt pela rica Biblioteca da Corte. (LIEBIG, 1892, p. 655, tradução nossa)

Johann matriculou Liebig na Ludwig-Georgs-Gymnasium, considerada uma boa escola primária, baseada em estritas linhas clássicas e coordenada pelo estudioso Johann Zimmermann (1754-1829). Ele e seu irmão mais velho⁵ ingressaram na escola em 1811, quando Justus estava com oito anos de idade, a idade média de seus colegas de turma era de dez anos. Já neste período, o estudioso não se adequava as metodologias tradicionais e por isso, possuía péssimo desempenho em sala de aula, chegou a ser chamado de cabeça de ovelha pelo assistente do diretor do ginásio e caçoado pelo reitor ao dizer que gostaria de tornar-se químico, como pode ser verificado pela sua nota autobiográfica:

Com essa inclinação da mente [observacional e experimental] é fácil entender que a minha posição na escola era muito deplorável. Eu não tinha memória auditiva e retinha pouco ou quase nada do que era ensinado através desse sentido. Eu me encontrei na mais desconfortável posição que um menino poderia estar; linguagens e tudo que é adquirido por esses meios, que ganha louvor e honra na escola estavam fora do meu alcance; e quando o venerável reitor do ginásio, em uma ocasião de averiguação da minha sala, veio até mim e fez um incisivo protesto pela minha falta de diligência, como eu estava sendo a praga dos meus professores e a tristeza dos meus pais e [questionou] o que eu pensava que iria me tornar, quando eu respondi que eu gostaria de ser químico, toda a turma e o bom e velho homem começaram a rir incontrolavelmente, ninguém naquele tempo tinha ideia de que química poderia ser estudada. (LIEBIG, 1892, p. 658, tradução nossa)

De acordo com suas notas autobiográficas, Liebig abandonou o ginásio em 1817, porque a grade curricular e a abordagem pedagógica adotada pela escola, não combinavam com ele, o foco de ensino recaía sobre a linguística, embora o cientista, se interessasse mais pelo campo das ciências e da experimentação, que ele compreendia melhor. Um outro possível motivo, apresentado por alguns de seus biógrafos, seria a baixa renda familiar. Sem a obtenção do *Abitur*⁶, 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)

Exemplificando suas predileções, certa vez, Liebig testemunhou um vendedor ambulante em um mercado de Darmstadt preparar fulminato de mercúrio para ser usado como torpedos de “brinquedo” ou “bombinhas” que ele, o próprio ambulante, estava vendendo. Reconhecendo o ingrediente como mercúrio, ácido nítrico e álcool, tornou-se simples para o

⁵ Ele foi o segundo filho homem de Johann, tinha nove irmãos sendo que um foi embora de casa antes de Justus nascer, um veio a falecer antes dos 5 anos de idade e quatro irmãs faleceram na infância. Justus ficou apenas com seus irmãos Johann Ludwig Louis (1801-1830), Johann Georg (1811-1843), Karl (1818-1870) e uma irmã, Elizabeth (1820-1890). (LIEBIG MUSEUM - CHEMIEMUSEUM IN GIEßEN, 2016)

⁶ Exame de conclusão do ensino médio na Alemanha, que equivaleria ao vestibular brasileiro. (www.brasil.diplo.de) Acessado em junho de 2015.

jovem - que tinha grande afinidade com as experimentações - preparar o seu próprio foguete para vender na loja de seus pais. (SHENSTONE, 1901)

Diante desse cenário e do interesse de Liebig na preparação dos produtos químicos de seu pai, em 30 de julho de 1817, Johann decide enviar uma carta ao jovem boticário Gottfried Pirsch (1792-1870), perguntando se seu filho poderia aprender a “arte dos farmacêuticos” com ele. Em 10 de novembro, Liebig chegava na cidade de Heppenheim para seus estudos. Entretanto, não queria ser um boticário e sim um químico e enquanto estava com Pirsch começou a fazer experimentos considerados de caráter não farmacêuticos (SHENSTONE, 1901), Liebig conta parte da história:

Desde que a carreira normal de estudante ginásial não estava aberta para mim, meu pai me levou para um boticário em Heppenheim; mas no final de dez meses ele estava tão cansado de mim que me mandou para casa de novo, para meu pai. Eu desejava ser químico, mas não um farmacêutico. Os dez meses foram suficientes para me fazer completamente familiarizado tanto com o uso, como com as múltiplas aplicações de 101 diferentes coisas [substâncias], as quais são encontradas numa loja farmacêutica. (LIEBIG, 1892, p.658, tradução nossa)

Após dez meses com o boticário na cidade de Heppenheim (figura 7), Liebig acabou retornando para a casa dos pais, de acordo com as suas notas autobiográficas, ele foi enviado de volta para casa devido aos seus experimentos com os fulminatos que estavam causando prejuízos ao boticário, porém, de acordo com a biografia escrita por William H. Brock e pelas cartas enviadas pelo boticário, o seu pai não possuía uma condição financeira boa o suficiente para mantê-lo e, devido ao seu orgulho, Liebig inventou a história de que era indisciplinado e por isso fora devolvido. Sendo assim, não há fontes que concordem em relação ao real motivo do seu retorno, nem registros na cidade sobre o período que permaneceu lá. (BROCK, 1997; MUNDAY, 1990; SCHWEDT, 2002)

Figura 7: Boticário Gottfried Pirsch



Fonte: SCHWEDT, 2002, p.45

No período de 1818 a 1819, Liebig permaneceu em casa, ajudando seu pai e lendo livros de química que ele pegava emprestado na biblioteca da corte do duque Ludwig. Essa biblioteca, de acordo com o historiador William H. Brock, parece ter funcionado como uma biblioteca pública, havendo relatos de empréstimo de obras para a população. Ele leu os trabalhos de Henry Cavendish (1731-1810), Pierre-Joseph Macquer (1718-1784), a teoria do flogístico de Georg Ernst Stahl (1660-1734), entre outros, e deixa claro que o conhecimento adquirido através da leitura não era o suficiente para ele, mas contribuía para ampliar os seus conhecimentos (SHENSTONE, 1901), como pode ser visto no trecho de suas notas autobiográficas abaixo:

Tenho absoluta certeza de que esse tipo de leitura não era de particular utilidade no que diz respeito à aquisição do conhecimento exato, mas desenvolveu em mim a faculdade, que é peculiar aos químicos, mais do que a outros filósofos naturais, de pensar em termos de fenômenos, não é muito fácil dar uma ideia clara dos fenômenos a qualquer um que não possa recordar em sua imaginação um retrato mental do que vê e ouve, como o poeta e o artista por exemplo. Há no químico uma forma de pensamento pela qual todas as ideias se tornam visíveis à mente como as tensões de uma peça de música imaginada. (LIEBIG, 1892, p.656, tradução nossa)

Para ele, o químico pensava de forma diferente, e para alcançar essa capacidade, era necessário combinar leitura e prática, como pode ser visto no seguinte trecho:

A capacidade de pensar sobre o fenômeno pode somente ser cultivada, se a mente é constantemente treinada, e isso teve efeito no meu caso pelo meu esforço para realizar, à medida que os meus meios permitiam, todos os experimentos dos quais eu li a descrição em livros. Somente a leitura dos experimentos, me era muito limitada, e por isso utilizei da experimentação para satisfazer a minha predisposição, eu repeti alguns experimentos que eu estava apto a fazer, um incontável número de vezes, até eu parar de ver algo novo no processo ou até eu saber completamente todos os aspectos que o fenômeno apresentava. A consequência natural disso, era o desenvolvimento de uma memória desse sentido, estou dizendo, uma visão e uma clara percepção da semelhança ou diferença das coisas ou do fenômeno, que depois me foi muito útil. (LIEBIG, 1892, p. 656-657, tradução nossa)

No semestre de inverno de 1820 Liebig é levado pelo professor Wilhelm Gottlob Kastner (1783-1857) para a Universidade de Bonn, as duas biografias mais utilizadas, não deixam claro como Liebig conheceu o professor, na biografia escrita por Brock, diz que o professor ficou encantado com a inteligência do jovem ao passar pelo estabelecimento de seu pai, e na obra de Shenstone, Liebig teria insistido em ir para a nova universidade, onde conheceria o professor que lhe ofereceu o cargo de seu assistente pessoal para treina-lo na química e de acordo com as informações do museu, o professor era um conhecido de seu pai,

para quem fornecia os insumos de sua loja. Considerando que os dados da biografia de Brock e as informações do museu se aproximam, consideramos que Liebig conheceu o professor na loja de seu pai.

Kastner foi contratado em Bonn porque era um membro da *Leopoldina*, uma sociedade científica fundada em 1672. O ministro prussiano da cultura, na época, estava interessado nas ciências naturais, e contratou pessoalmente, um número de membros do corpo docente desta sociedade. A maioria destes professores estava em Erlangen, onde estava localizada também a grande biblioteca de *Leopoldina*, que foi transferida para Bonn. (MUNDAY, 1990)

O professor tentou matricula-lo na Universidade de Gießen, onde a química, do seu ponto de vista, estava “incoerentemente” sendo ensinada por estudantes de medicina. Porém, a instituição não o aceitou por não ter o *Abitur*, no entanto, a situação na recente Universidade de Bonn era mais tranquila, ou Kastner, como o seu primeiro professor de química tinha status suficiente para conseguir a matrícula de Liebig. O maior problema era financeiro, mas seu pai superou isso através de sua amizade com o grã-duque chanceler, Ernst Schleiermacher (1755-1844) que conseguiu uma bolsa para Liebig. (BROCK, 1997; SHENSTONE, 1901)

Neste período, apesar de considerar a universidade como um avanço, a sua concepção sobre como ensinar ciências, vinha se consolidando e como o estudioso dedicava enorme importância às atividades experimentais para a compreensão dos fenômenos, criticava a atuação dos professores nesta instituição, como pode ser visto em suas notas:

Naquela época, surgiu na Universidade de Bonn um extraordinário avanço da vida científica, mas os métodos filosóficos degenerados de investigação, tal como foram incorporados em Oken e ainda pior em Wilbrand, tiveram uma influência muito perniciosa nos ramos da ciência natural, pois levaram tanto as aulas, quanto os estudos, a uma falta de apreciação de experiências e de necessárias observações da natureza, que foram desastrosas para muitos jovens talentosos. (LIEBIG, 1892, p.658, tradução nossa)

Na prática, Liebig parece ter trabalhado do seu jeito durante o seu primeiro semestre em Bonn de uma maneira não oficial, mesmo sendo extremamente jovem, Justus atuou como professor particular, oferecendo lições para outros alunos de graduação. Ele começou em um grupo de estudos para ler e discutir publicações de química contemporânea e trabalhos de nível mais avançados. A sua vida e atividades acadêmicas em Bonn podem ser demonstradas através de uma carta que escreveu para seus pais:

Neste semestre eu peguei química experimental, física experimental e química farmacêutica. Eu peguei esses cursos e também auditoria meteorológica e

enciclopédia das ciências naturais. Eu estou muito ocupado neste inverno. No verão eu devo pegar mineralogia e mais quatro. Kastner prometeu que eu devo trabalhar como seu assistente ou *famulus* em seus experimentos particulares. Isso seria uma maravilhosa oportunidade se ele cumprir a sua promessa. Eu o vejo de tempos em tempos. Eu falei com ele também sobre os meus minérios de cobalto e o muito peculiar fenômeno que acontece. Ele deseja agora analisar esse minério na minha presença e pediu para que eu traga mais para ele. Portanto, envie-me pelo menos quatro onças e adicione pelo menos dois lotes do mineral verde de Gotha⁷ e dois lotes de nosso próprio produto myrin⁸ e minha solução de minério de cobalto e o resíduo amarelo evaporado da solução de ácido nítrico e uma pequena amostra de Vienna Verde, a qual eu tinha feito, e do minério de cobalto calcinado.

Meu Deus, como se precisa de dinheiro aqui! Eu já gastei 20 Gulden⁹ esse mês e eu estou em apuros. Você deve enviar uma mesada no próximo mês pelo menos...

Eu tenho muito prazer em meus estudos. Quanto mais estudo, mais me agrada. Agora eu percebo quão pouco eu sei e quanto muito mais eu devo aprender, então, eu digo para vocês, EU SEI ALGUMA COISA" (LIEBIG para seus pais, 1820, em BERL, 1928, p. 11-12, tradução nossa)

Ao final desse mesmo ano, Kastner foi convidado a trabalhar na Universidade de Erlangen, para onde se transferiu acompanhado por Liebig (figura 8), que, por sua vez, discordava dos métodos de ensino do professor, considerando-os confusos e muito teóricos. Em suas próprias palavras: "as aulas do professor Kastner, que era considerado o mais eminente químico, eram sem ordem, sem lógica e dispostas exatamente como o amontoado de conhecimentos que eu carregava em minha cabeça" (LIEBIG, 1892, p. 658, tradução nossa). Esse trecho nos permite perceber que a todo o momento, até mesmo no papel de estudante, Liebig refletia sobre diferentes formas de ensinar e aprender.

⁷ Mineral encontrado na cidade de Gotha, composto pela mistura de cromato com azul da Prússia (SCHWEDT, 2002, p. 54) $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ [hexacianoferrato (II) de ferro (III)] (TOSTA, 2008).

⁸ Não foram encontrados relatos sobre o que seria esse produto.

⁹ Termo alemão para moedas de ouro.

Figura 8: Liebig, estudante em Erlangen, 1821



Fonte: STRUBE, 2005, p.31

Apesar da crítica ao seu mentor, ele esperava que o custo de vida na Bavaria fosse mais viável para seus pais o financiarem, a cidade era pequena e a universidade havia sido fundada em 1743, o que conferiu a cidade a reputação de um polo de pesquisa e tecnologia voltado para a medicina¹⁰, mas como as demais universidades desse período, os seus estudantes eram na maior parte ricos e de famílias aristocratas.

Em uma carta para seus pais, mais uma vez, aborda as suas atividades acadêmicas em Erlangen, onde ele chegou em 9 de maio de 1821. Como Kastner não planejou aulas até o inverno daquele semestre, Liebig se matriculou em outras disciplinas, como botânica, física e tecnologia e se dedicou ao estudo das plantas (SCHWEDT, 2002). Em 18 de novembro, escreve uma carta para seus pais relatando os seus planos:

No inverno, por sugestão de Kastner, eu farei uma análise de um fóssil. Pretendemos publicar em uma revista, para que eu possa ser um pouco conhecido no meio científico. Kastner enviará uma cópia dessa publicação, diretamente para o grão-duque de quem ele é próximo. Ele irá me recomendar e ao mesmo tempo, pedir uma bolsa de viagem para mim. Então, se o governo estiver ao meu lado, e eu não tenho dúvidas de que esse será o caso, porque químicos são raros em nosso país [isto é, Hessen-Darmstadt], eu irei fazer fortuna. (LIEBIG, 1821 em BERL, 1928, p.30, tradução nossa)

O artigo sobre o fóssil nunca foi publicado, o mais provável é que não houvesse dados suficientes para a publicação. Porém, em 23 de junho de 1823, Liebig consegue o título

¹⁰ <https://www.fau.eu/university/about-fau/history-of-fau/> Acessado em abril de 2015

für die Pharmacie, em 1822, era sobre os fulminatos que tanto lhe chamavam a atenção. (BROCK, 1997)

O termo fulminação tinha sido usado por alquimistas para explosões, os fulminatos de ouro e de prata podem bem ter sido “acidentalmente” preparados durante o século 17. Entretanto, o poder de detonação do fulminato de prata foi formalmente descoberto por Claude Berthollet (1748-1822) na França em 1789, quando ele adicionou amônia ao óxido de prata numa tentativa de descobrir a composição da amônia. Subsequentemente, em 1800, um inventor aristocrata inglês Charles Howard (1774-1816) e o italiano Luigi Brugnatelli (1761-1818), tinham preparado os fulminatos de mercúrio e de prata através de diferentes métodos. Existia uma grande e confusa discussão na literatura da época, da qual Liebig participou, que era sobre se esses fulminatos continham amônia. (BROCK, 1997)

Esse artigo consistia em uma pequena demonstração de identificação da composição de várias formas de preparar os fulminatos de prata descritos em formulários, junto com as recomendações do próprio Liebig, de um infalível método de preparação do fulminato de prata que tinha sido submetido a *Buchner's* pelo professor de química da Universidade de Erlangen, Karl Wilhelm Gottob Kastner (1783-1857) que incluiu uma nota introdutória curiosa:

Essas primeiras demonstrações de uma diligência experimental de um jovem químico são comentários para um leitor tolerante [*indulgence*]. O autor já tem se dedicado a química em Bonn com entusiasmo e pretende continuar com o mesmo espírito aqui em Erlangen. (KASTNER *apud* BROCK, 1997, p.11, tradução nossa)

Liebig retorna a casa de seus pais após ter sido acusado de participar de atividades de organizações contra o absolutismo. De fato, ele participou de algumas reuniões em que pregavam a democracia e de alguns confrontos (OESPER, 1927). Ainda com o desejo de aprimorar os seus estudos químicos e ciente de que em solos germânicos o enfoque no ensino desta ciência tendia mais para o enfoque filosófico do que para o experimental, embora ele considerasse o conteúdo filosófico importante para a construção do conhecimento, o seu interesse, neste período, era pelos conhecimentos práticos.

Sendo assim, segue para Paris em 1822, que era considerada um dos centros do conhecimento científico da época com o destaque dos trabalhos de Claude Louis Berthollet (1748-1822), Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850), Michel Eugène Chevreul (1786-1889), de fato, na Alemanha predominava as ideias de Georg Stahl, o que não permitia grandes destaques para as ideias de Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) (ALFONSO-GOLDFARB; FERRAZ, 1993), porém as ideias de Liebig sobre o como fazer química possuía muitas semelhanças com

as ideias apresentadas por Lavoisier, como por exemplo a repetição dos experimentos de modo a obter uma conclusão convincente para si mesmo, como já foi apresentado anteriormente, uma hipótese que podemos presumir, que essa concepção também estava presente nos escritos de Berthollet e de Gay-Lussac que possuíam textos traduzidos para o alemão e cujos trabalhos circulavam por toda a Europa através dos novos periódicos, como *Annales de Chimie* (1789), *Annali di qimica* (1790), *Anales de química* (1791), *Annalen de Crell* (1798) e o periódico criado pelo próprio Liebig, *Annalen der Pharmacie* (1832). (BENSAUDE-VINCENT; STENDERS, 1996)

Com a ajuda de seu antigo professor e de sua influência, obtém 330 florins do grão-duque, que eram supostamente suficientes para seis meses de estudo na cidade, mas quando chegou, no começo de novembro de 1822, dentro de uma semana ele já estava requisitando mais dinheiro para Ernst Schleiermacher, o secretário de gabinete do duque de Hessen-Darmstadt (SCHWEDT, 2002). Sua viagem custou muito mais do que a corte imaginava, por outro lado, ele aproveitou a atmosfera de dedicação científica, ele escreveu para seu amigo:

Eu vim para aqui, cheio de conceitos sobre o meu pequeno conhecimento, com a expectativa que a minha vida somente seria uma exibição; entretanto, encontrei pessoas entre as quais eu sou de grande insignificância. Golpeado como por um raio do céu, mas um raio benéfico! As lições de Gay-Lussac, Thenard, e outros, são a causa disso. Ciência não é mais um cavalo velho que todo aquele que possui a sela o pode montar, é um cavalo alado - por mais que eu tento alcançar, mais ele foge de mim... eu pensei que eu tinha trabalhado árduo em Darmstadt, mas em Paris a canção diária é das sete da manhã até a meia noite ou mais, e eu estou aproveitando. (LIEBIG,1823, in BERL, 1928, p.49, tradução nossa)

A causa dessa metamorfose de um químico de baixa técnica, sem sofisticação em um filósofo natural (a palavra cientista não era ainda conhecida até 1830) eram as lições que Liebig estava tendo na faculdade de ciências.

Gay-Lussac ingressou na École Polytechnique em 1797, sua destreza com as atividades científicas chamou a atenção de Claude Berthollet (1748-1822) que o levou para trabalhar como assistente do grupo de pesquisa de químicos e físicos da *Societé d'Arcueil* - um laboratório privado que só permitia a participação de pessoas selecionadas - e foi nomeado professor de química da École Polytechnique e de física na universidade Sorbonne em 1809, possuía um perfil experimental, com suas pesquisas voltadas para o desenvolvimento de técnicas laboratoriais mais seguras (CROSLAND,1978). Outro professor responsável pela modificação na sua forma de pensar foi Louis Jacques Thenard (1777-1857), que trabalhava em colaboração com Gay-Lussac e juntos desenvolveram importante técnica para analisar

compostos orgânicos, além de ser responsável pelas aulas de química. Gay-Lussac conseguiu um espaço para Liebig realizar as suas pesquisas em química industrial no laboratório particular de Henri-François Gaultier de Claubr¹⁴ (1792-1878), um investigador independente e colaborador de Gay-Lussac. Seguindo o conselho de seu antigo professor Kastner, Liebig resolveu retomar os seus trabalhos sobre os fulminatos, usando o seu novo conhecimento de análise orgânica. Em 28 de julho de 1823 ele preparou um artigo para ser apresentado para a Academia de Ciências Francesa. (SCHWEDT, 2002)

Nessa audiência estava presente o naturalista, na época com 60 anos, Alexander von Humboldt (1769-1859) que buscava jovens com novos talentos e não hesitou em convidar Liebig para fazer parte do seu laboratório particular no Arsenal. E então, Gay-Lussac, que tinha grande interesse em cianogênio, com os quais os fulminatos estavam relacionados, juntou-se a Liebig e estenderam o trabalho sobre os fulminatos, publicando os resultados nos *Annales de Chimie* no ano seguinte. Essa parceria é mencionada por Liebig, quarenta e quatro anos depois em um discurso após o jantar durante a Exposição Universal de 1867 em Paris:

Nunca irei esquecer as horas que passei no laboratório de Gay-Lussac. Quando nós tínhamos terminado uma análise de sucesso (você sabe sem que eu diga, que o método e os aparatos descritos em nossa memória eram totalmente dele), ele dizia para mim, “Agora você deve dançar comigo como Thenard e eu sempre dançávamos juntos, quando nós descobríamos algo novo” E então, nós dançávamos (LIEBIG *apud* BROCK, 1997, p.32)

O que nos mostra que além da atividade profissional, eles possuíam uma relação de amizade, característica essa que marcou o cientista e que os seus alunos percebiam em sua atuação docente, como poderá ser visto no capítulo 4 desta tese.

Como as correspondências de Liebig mostram, em 1823 ele ainda acreditava que através do patrocínio de Kastner e Schleiermacher ele obteria uma designação para ensinar em Darmstadt, talvez na academia militar, na qual ele poderia expandir e fundar o seu instituto privado para ensinar os fundamentos teóricos farmacêuticos e a fabricação de fármacos. Na verdade, quando o seu pai mencionou a universidade de Gießen em uma carta em março de 1823, Liebig nitidamente rejeitou o estabelecimento e em outra carta refere-se a Gießen como oferecendo apenas “oportunidades restritas” para química.

¹⁴ Trabalhou primeiro como “*répétiteur*” (tutor) na *Ecole Polytechnique* (<http://atilf.atilf.fr/academie.htm>) acessado em julho de 2016; a partir de 1835 como professor de química na Escola de Farmácia, e desde 1859 como professor de tecnologia. Ele descobriu, em 1814, a reação de iodo com amido (SCHWEDT, 2002)

Liebig desejava criar uma instituição com um curso de química experimental em Darmstadt, porém a disciplina de química permanecia marginal e subordinada ou pelo menos, acoplada a outras preocupações acadêmicas e práticas concernentes a medicina, a mineração e a economia. De acordo com o que foi descrito na biografia de Brock, pelo pesquisador Bernard Gustin, a necessidade da química como uma disciplina autônoma, no final do século XVIII, mesmo que inserida na faculdade de filosofia, veio através da demanda de treinamento específico nessa ciência. (BROCK, 1997)

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. (DEROSSI; FREITAS-REIS, 2018; 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. (DEROSSI; FREITAS-REIS, 2018; ROCKE, 1993)

Em meados do século XVIII, as atividades científicas dos farmacêuticos na Alemanha eram pequenas, quase que apenas para uso pessoal, a química e a botânica encontravam-se em 1800, em estudos iniciais pelos farmacêuticos alemães, considerando que eram ciências experimentais com estudos avançados na Inglaterra e na França, como o professor e farmacêutico Friedrich Albrecht Carl Gren (1760-1798) na química em Halle com o seu trabalho *Grundriß der Chemie* (Plano de química - 1797) que contribuiu para a disseminação da teoria da oxidação de Lavoisier pela Alemanha. (HICKEL, 1978)

O reforço de inspeção na formação dos boticários por profissionais médicos durante a 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 Wiegleb 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 na época e a suas convicções, Liebig já imaginava que seguir a carreira acadêmica seria uma tarefa árdua. Em novembro de 1821, escreveu uma carta a seus pais relatando a vontade de ensinar:

O futuro não muito distante, me parece obscuro, resolvi me dedicar completamente à profissão de ensinar, o próprio Kastner tem me causado isso, estou despertando como para uma nova vida, vejo agora como uma nova meta que devo me esforçar para chegar (LIEBIG *apud* HOLMES, 1989, p. 123, tradução nossa).

Assim, Liebig e Kastner esperavam conseguir uma parceria com uma escola farmacêutica, com o comércio farmacêutico ou com o governo, para a implementação de seu próprio instituto, em Erlangen ou em Darmstadt ou em qualquer lugar que ainda não tivesse uma escola instituída. Como pode ser visto na declaração de Liebig:

Se o estado me apoiar, e eu não duvido que ele irá, uma vez que os químicos são raros em nossa terra, então eu terei minha sorte grande. Desde que a química e a física não são disciplinas universitárias, já que não há uma faculdade de ciências, eu vou ocupar o meu tempo com palestras sobre química experimental em Darmstadt e se forem bem recebidas, eu irei receber facilmente uma oferta para uma universidade; ou então, será possível em associação com outros homens, como Kastner especialmente deseja, fundar um instituto como o de Trommsdorff, que o Estado certamente irá apoiar de todas as maneiras possíveis. (LIEBIG, 1821, em BERL, 1928, p. 30, tradução nossa)

Com o intuito de compreender melhor o funcionamento dessas instituições particulares, Kastner projetou uma viagem para Liebig encontrar o duque de Hessen-Darmstadt, e assim, o instituto foi estabelecido em Gießen, parcialmente por causa da aprovação do governo e pela necessidade desesperada de renda por Liebig. (BROCK, 1997)

Em maio de 1824, Liebig foi apresentado como professor extraordinário¹⁵ de química na universidade de Gießen, Kastner, contudo, permaneceu em Erlangen. Em uma de suas notas autobiográficas, Liebig descreve a sua trajetória até esta nova etapa de sua vida:

Quando decidi ir para Paris, eu tinha 17 anos e meio [...] As palestras de Gay-Lussac na Sorbonne tinham um charme indescritível para mim; Introdução de métodos matemáticos em química, que transforma qualquer objeto, talvez, em

¹⁵ O que corresponderia a um professor sem cadeira. Dois anos depois, Liebig passou a ser professor Ordinário, ou seja, passou a ter uma cadeira no corpo docente da Universidade. (SHENSTONE, 1901) (https://www.academics.de/wissenschaft/ordinarius_36033.html) Acessado em maio de 2015

uma equação, levou o químico e físico francês a suas grandes descobertas. [...] Um evento aleatório chamou a atenção de A. v. Humboldt, em Paris, sobre mim, e ele se interessou, levou também Gay-Lussac, para juntos, concluirmos a obra iniciada por mim. Desta forma, eu tive a sorte de manter uma relação bem próxima com esse grande naturalista; Ele trabalhou comigo, como ele já havia trabalhado com Thenard, e eu posso dizer que estar em seu laboratório no Arsenal, foi a razão e a causa para todos os meus trabalhos posteriores e deu-me uma direção [...] que levarei comigo. [...] Em maio de 1824 começou a minha carreira em Gießen. (LIEBIG 1892, p. 661-662, tradução nossa)

ALGUMAS CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS DE LIEBIG

Justus von Liebig ganhou reconhecimento na comunidade química, principalmente pelo número de colaborações para o desenvolvimento dessa ciência, sobretudo na química orgânica e na agroquímica, suas publicações somam em torno de 100 livros, mais de 200 artigos e aproximadamente 1.000 estudantes tiveram contato com os seus ensinamentos. Pretendemos aqui, abordar alguns de seus trabalhos científicos, mas não iremos nos aprofundar debatendo-os, visto que não é o foco desta tese. (BOLTON, 1893; MUNDAY, 1990)

A reconhecimento de sua importância para a esfera científica inicia-se com os seus contemporâneos que o consideram um dos três maiores químicos do século XIX, acompanhado de Friedrich Wöhler (1800-1882) e Robert Wilhelm Bunsen (1811-1899). De acordo com o depoimento de seu ex-aluno e assistente August Wilhelm von Hofmann (1818-1892) em um tributo a Michael Faraday (1791-1867) em 1875, ele era uma das mentes científicas mais brilhantes desse período (HOFMANN, 1876). No trecho abaixo é possível perceber o destaque que era atribuído a Liebig pela comunidade científica, aqui nas palavras de Hofmann:

Deixe-me, no entanto, começar, por declarar francamente a vós, a minha profunda convicção de que Liebig é o nome e personagem a ficar ao lado de Faraday na representação do nosso século para as gerações futuras da humanidade. Na verdade, mesmo enquanto eu digo isso, eu estou ciente de que é difícil para nós, seus contemporâneos, compreender, em toda a sua plenitude, a majestade imponente destes dois grandes homens. (HOFMANN, 1876, p. 6)

Suas produções englobam diferentes temáticas, como, o aperfeiçoamento do método para análise de compostos orgânicos e o estabelecimento da fórmula empírica de muitos compostos, a descoberta de outros tantos em parceria com Wöhler, o estabelecimento da teoria de radicais através de experimentos (radicais benzoila e etil), a teoria do hidrogênio dos ácidos, a teoria da fermentação e a química agrícola e fisiológica. Além da participação na criação do periódico *Annalen der Pharmacie* (1832), que em 1840 passou a se chamar *Annalen der Chemie*

und Pharmacie e em 1873, e tornou-se *Justus Liebigs Annalen der Chemie*. No período de 1995 a 1997 teve o seu título reduzido para *Liebigs Annalen* e desde 1998 até os dias atuais está representada através do nome *European Journal of Organic Chemistry*¹⁶. (BOLTON, 1893)

O envolvimento de Liebig com a editoração da revista, começou em 1831, com um pedido de colaboração para atuar como coeditor, de seu colega Philipp Lorenz Geiger (1785-1836), farmacêutico, professor de farmácia em Heidelberg desde 1824 e editor da revista *Magazin für Pharmazie und die dahin einschlagenden Wissenschaften* (Revista de Farmácia e o seu impacto na Ciência), que queria dividir a exaustiva tarefa da gestão diária do periódico. Convite aceito, e a primeira atitude foi mudar o nome para *Magazin für Pharmazie in Verbindung mit einer Experimentalkritik* (Revista de medicamentos em conexão com uma crítica experimental), com o intuito de expressar a sua visão de que as pesquisas seriam expostas a possíveis verificações e experimentadas pelo editor. (KLOOSTER, 1957)

No ano seguinte, houve a fusão entre a revista dirigida por Liebig e a *Archiv des Apothekervereins im nördlichen Deutschland* (Arquivo da associação de farmacêuticos no norte da Alemanha), editorada por Rudolph Brandes (1795-1842), a revista passou a ter o nome de *Annalen der Pharmacie* e a rígida seleção das pesquisas a serem publicadas, faria com que Brandes desfizesse a união em 1836. Desde então, o periódico começou a circular em diferentes países, com a ajuda de Jean-Baptiste-Andre Dumas (1800-1884), Thomas Graham (1805-1869), tendo como principal foco as pesquisas desenvolvidas na recente química orgânica. (KLOOSTER, 1957)

Liebig dizia ter entrado no trabalho editorial simplesmente por causa da renda, mas de acordo com o estudioso J. P. Phillips (1966), que escreveu um artigo sobre o perfil de Liebig e Kolbe como editores de revistas, indicam outros propósitos. Com uma personalidade autoritária, a mera possibilidade de publicar na revista, não era suficiente, do seu ponto de vista. Segundo Phillips, a possibilidade de, enquanto editor, poder submeter os seus oponentes à duras críticas, poderia ser um dos propósitos de Liebig. Em sua própria opinião, ele apenas defendia a verdade através de suas respostas violentas às críticas ruins de seus livros, acusações de plágio e contradições de dados descobertos por ele, como a dura crítica feita a teoria dos radicais de Laurent, que ocupou as primeiras 32 páginas da revista.

- *Explorando a Química Orgânica*

¹⁶ Podendo ser acessada através do link [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/\(ISSN\)1099-0690/issues](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1099-0690/issues)
Acessado em julho de 2016

A diferenciação entre os tipos de compostos - orgânicos ou inorgânicos - é percebida em períodos anteriores ao século XIX, como nos escritos de Torbern Olof Bergman (1735-1784) em 1777, que usou os termos “corpos orgânicos e inorgânicos”, e outros termos como “moléculas orgânicas”, “corpos orgânicos” (PARTINGTON, 1964), entretanto, a utilização da denominação de “química orgânica” é atribuída aos estudos de Jöns Jakob Berzelius (1779-1848), como sendo “a parte da química que englobava os compostos de carbono”, em 1807, utilizando a nomenclatura de Química Orgânica também para o grupo de substâncias que poderiam ser sintetizadas apenas por organismos vivos, entretanto, mesmo após a síntese desses compostos por substâncias minerais em laboratórios (1828), a denominação inicial seria mantida. (ROSA, 2012)

No início do século XIX, as pesquisas se concentravam mais na Química Inorgânica ou Mineral e a demora nos desdobramentos da química orgânica pode ser atribuída a pelo menos dois fatores, um seria o predomínio da filosofia vitalista, que considerava que “as substâncias que constituíam os animais e as plantas eram de natureza diferente dos corpos minerais, não obedecendo às mesmas leis, nem podendo ser feitas em laboratório” (PAIXÃO; PEREIRA, 2011), esta visão foi questionada em 1828, através do experimento realizado por Friedrich Wöhler, que conseguiu preparar artificialmente, aquecendo cianato de potássio com cloreto de amônio, a substância ureia, que está presente na urina, e seria, portanto, formada no organismo de animais. Quando uma vez dado um começo com a preparação artificial de produtos naturais, sínteses deste tipo seguiram-se uma após a outra, e isto resultou em um desenvolvimento inesperado nesta área da química. (BAUER, 1907)

Wöhler escreveu para Berzelius, dizendo que havia obtido ureia sem necessitar de um organismo vivo, porém, como os reagentes utilizados eram derivados de fontes naturais, ele não teve, naquele momento, a pretensão de ter refutado o vitalismo. Deve-se destacar que a síntese da ureia de Wöhler foi um episódio importante para a história da química orgânica já que mostrou que tanto o cianato de amônio como a ureia tinham a mesma composição e, portanto, proporcionou um exemplo precoce de isomerismo. (HUDSON, 1992)

No início da década de 1830, diferentes substâncias orgânicas eram conhecidas por compartilhar a mesma composição, um fenômeno que os químicos estavam buscando compreender. Muitas teorias de constituição química abordavam possíveis hipóteses sobre a forma como os elementos eram organizados em substâncias orgânicas, mas havia pouco acordo sobre a validade dessas teorias e não havia nenhum conceito, naquela época, equivalente à ideia

moderna de estrutura química. Como Liebig explicou em 1834: “Conhecemos a composição percentual do éter, do espírito do vinho e de seus compostos com certeza por um longo tempo, mas temos apenas suposições mais ou menos prováveis sobre a maneira como os seus elementos se juntam”. (LIEBIG, 1834, p.321).

Em 1815, a palavra radical aparece nos estudos de Gay-Lussac e Thenard, na investigação sobre o cianogênio (C_2N_2), o cianeto de hidrogênio e os sais do ácido cianídrico, ele notou que o grupo CN persistiu através de uma sequência de reações, com propriedades um pouco semelhantes ao cloro ou ao iodo. O grupo CN foi chamado de radical cianeto, e o termo radical adquiriu assim o significado de um grupo particularmente estável de átomos (MOORE, 1918). Muitos estudiosos estavam envolvidos com essa temática e o conceito de radical, foi introduzido por Louis-Bernard Guyton de Morveau (1737-1816) e Lavoisier em 1787, através da formação de um ácido pela combinação de um radical com o oxigênio. Muitos ácidos orgânicos eram conhecidos por Lavoisier, que os considerava como sendo óxidos de radicais compostos, constituídos de carbono, hidrogênio e oxigênio e que, nas substâncias dos reinos animal ou vegetal, o radical era invariavelmente um composto contendo carbono e hidrogênio, o que diferenciava os ácidos orgânicos era as diferentes proporções de cada elemento. (HUDSON, 1992)

Essa denominação também foi empregada por Liebig e Wöhler no relatório de uma parte da pesquisa publicada em 1832, na qual isolaram o óleo das amêndoas amargas (benzaldeído) e converteram-no a diversos outros compostos incluindo o cloreto de benzoíla e o ácido benzóico. A análise de todos os compostos revelou a presença de um grupo comum, que chamaram de Benzoíla e foi formulado como $C_{14}H_{10}O_2$ (na verdade, C_7H_5O). (HUDSON, 1992)

De acordo com a pesquisadora Tânia Camel (2010), a ideia que prevalecia era de que os radicais se comportavam como os elementos e assim “deviam ser manipuláveis em laboratório como os elementos” (p.152), essa concepção é visível nos escritos de Liebig em 1838, cujo o título é “*Ueber Laurent’s Theorie der organischen Verbindungen*” (Sobre a teoria de compostos orgânicos de Laurent), no qual ele descreve a definição de um radical orgânico, sendo como “Para desempenhar o papel de elementos no corpo de modo que tomam o lugar de corpos simples em seus compostos. Desta forma, a ideia de radicais compostos emergiu”. (LIEBIG, 1838, p. 3)

Esse artigo trata da teoria de Auguste Laurent (1807-1853) que foi assistente de Dumas em 1831, e que no fim de 1835, apresentou uma teoria segundo a qual substâncias

químicas análogas, como naftaleno e seus derivados de halogênio podem ser consideradas como um grupo, os quais consistem em um composto de hidrocarboneto como “radical fundamental” e seus produtos de substituição como “radicais derivados”. Nesse contexto, o termo radical não era mais usado em um sentido dualista (composto de carbono e hidrogênio apenas), como visto anteriormente, mas no sentido de “tipos unitários” (CAMEL, 2010; SCHÜTT, 2008, p.246). Características essas, mencionadas por Liebig, como sendo os fatores que, para ele, determinariam o que seria o radical ciano, respeitando três condições principais para as características de um radical, deveriam ser “sempre satisfeitas pelo menos duas”, sendo elas: “1) não muda em uma variedade de compostos; 2) pode ser substituído por outro corpo simples; 3) este último [o radical] quando eliminado das suas ligações com um corpo simples [cadeia principal] podendo representar outros corpos simples”. (LIEBIG, 1838, p.3)

Isso oferecia um método de classificação de substâncias orgânicas em grupos (hipoteticamente) isomorfos com o mesmo carbono como “esqueleto”, que juntos possuem seus próprios modos de reatividade e têm certa resistência às modificações químicas fundamentais. (SCHÜTT, 2008)

Essas pesquisas trouxeram à comunidade científica a vertente de que os compostos orgânicos devem suas propriedades aos radicais contidos neles. A pesquisa de Liebig e Wöhler, forneceu a presença do radical benzofila em toda uma série de compostos. Os químicos da época estavam convencidos de que os radicais deveriam existir isolados, e em algumas substâncias como o álcool e o éter, bem como em uma série de compostos intimamente relacionados com estes dois. Estes foram os mais cuidadosamente investigados, eles formaram o principal material para o desenvolvimento da teoria dos radicais. (BAUER, 1907)

Um outro fator, de acordo com os escritos de Gay-Lussac e Thenard, era o método de análise orgânica que era inadequado (ARMITAGE, 1906). As bases científicas da análise elementar, apesar de ser um método que começou com Lavoisier (1743-1794), foram aperfeiçoadas por esses dois químicos franceses, ambos professores de Liebig como apresentado anteriormente, utilizando métodos cujos princípios ainda são utilizados, embora com outros meios técnicos, e com os quais se pode determinar a composição química de compostos orgânicos. (LAQUA, 2003)

A maior parte da vida acadêmica de Liebig foi dedicada a aplicação de métodos químicos para compreender os compostos de origem vegetal e animal e as propriedades de compostos orgânicos, especialmente dos fulminatos. Durante o período em que esteve em Paris, dedicou-se a compreender a estrutura dos fulminatos de prata e de mercúrio, a experiência que

obteve na análise desses compostos foi o começo para o desenvolvimento das técnicas analíticas que foram propostas por ele. A análise quantitativa foi norteadora para os seus trabalhos. Em uma de suas declarações, evidencia-se o quanto ele considerava esse método importante, principalmente o uso da balança:

A esses instrumentos simples deve ser adicionada “a balança” e, assim, nós possuiremos todo o necessário para uma investigação mais extensa. Todas as grandes descobertas químicas estão em dívida com a “balança” - o instrumento por excelência que dá permanência a cada observação, dissipa toda ambigüidade, estabelece a verdade, detecta erros e guia-nos no verdadeiro caminho da ciência indutiva. (LIEBIG, 1859, p.125-126, tradução nossa)

Durante a sua estadia em Paris, Liebig analisou também, no laboratório de Gay-Lussac o ácido fulmínico, utilizando o método desenvolvido pelos seus professores, que consistia em misturar a substância a ser analisada com clorato de potássio em forma de pastilhas que eram introduzidas em um tubo de vidro vertical. O gás liberado era recolhido em um frasco com mercúrio. Ele era medido e adicionava-se hidróxido de potássio (potassa cáustica), depois que todo o ácido carbônico era absorvido, permanecia gás oxigênio puro, ou uma mistura de oxigênio e nitrogênio. O conhecimento do peso da substância, do clorato de potássio, da quantidade de ácido carbônico formado, e do oxigênio restante, fornecia todos os dados necessários para o cálculo da composição da espécie em análise, considerando que havia a formação de água durante o processo. (LIEBIG, 1839)

O método do químico francês foi modificado pelo sueco Berzelius, visto que tal método requeria uma certa destreza do operador para uma boa precisão, além das análises de substâncias que continham nitrogênio não serem muito precisas devido a formação de ácido nitroso e não era possível de ser empregado na análise de substâncias voláteis. Ele usou um tubo de combustão horizontal, o que proporcionava um aquecimento mais uniforme da mistura e recolhia a água formada, utilizou o clorato de potassa, misturado com uma grande quantidade de sal comum¹⁷, o que tornou a combustão mais lenta, o que permitia com que toda a substância fosse inserida e entrasse em combustão ao mesmo tempo.

Para o controle do dióxido de carbono Berzelius mudou da volumetria para a gravimetria¹⁸. Embora sendo um processo mais demorado, mais uma vez, o dióxido de carbono era encontrado em forma de carbonato de potássio e assim poderia ser pesado. Liebig se

¹⁷ De acordo com os seus escritos sobre química na obra *Familiar Letters*, o sal comum seria o NaCl. (LIEBIG, 1859)

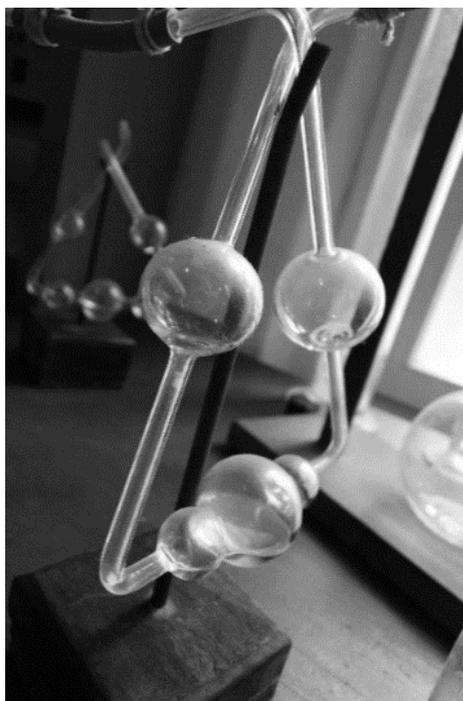
¹⁸ “Os métodos gravimétricos de análise baseiam-se em medidas de massa feitas com uma balança”. (SKOOG; WEST; HOLLER 2006, p.298)

identificou com o método de Berzelius e em uma de suas cartas (14 de setembro de 1833) ele diz a Berzelius que seu método lhe serviu de inspiração:

Uma vez que eu comecei a empregar a análise orgânica, preferencialmente, tenho a convicção que o seu método [Berzelius] para determinar o carbono através do peso do dióxido de carbono é muito confiável. Meu esforço foi direcionado agora para colocar à disposição este procedimento mais fácil: desta maneira, meu aparelho surgiu. (Cartas de Liebig para Berzelius compiladas por CARRIÈRE, 1893, p.71, tradução nossa)

Com o objetivo de aperfeiçoar as análises quantitativas, Liebig desenvolveu o “*Fünf-Kugel Apparat*”¹⁹ (figura 10), uma vidraria composta de cinco bulbos de vidro que continha hidróxido de potássio e era utilizada para a determinação da quantidade de carbono presente na substância em análise.

Figura 10: Fünf-Kugel Apparat



Fonte: FOTOGRAFIA TIRADA PELA AUTORA NO LIEBIG MUSEUM -
CHEMIEMUSEUM IN GIEßEN, 2016

O método básico de Liebig consistia em queimar uma amostra seca e cuidadosamente pesada de um composto orgânico, o gás de dióxido de carbono resultante era então absorvido no *Kaliapparat* e pesado, dando assim, o teor de carbono da amostra. O vapor de água era absorvido separadamente por cloreto de cálcio, o azoto²⁰ (quando presente) tinha

¹⁹ O nome antigo era *Kaliapparat*

²⁰ Nome antigo dado ao elemento nitrogênio.

de ser analisado por si só, e o teor de oxigênio era obtido por diferença (figura 11). Este foi o trabalho de rotina de Liebig e seus educandos, que o consideram como sendo o primeiro laboratório de pesquisa química no mundo, e que iniciou e influenciou a base do que é hoje a indústria química orgânica em todo o mundo. (SHENSTONE, 1901)

Figura 11: Processo de análise com o Kaliapparat



Fonte: FOTOGRAFIA TIRADA PELA AUTORA NO LIEBIG MUSEUM - CHEMIEMUSEUM IN GIEßEN

Liebig estudou a composição de solos e a influência dos compostos químicos contidos nestes, os quais são essenciais para o crescimento das plantas, o que resultou em uma mudança na indústria com a produção de fertilizantes artificiais. Além disso, identificou que para as plantas o ácido carbônico era a fonte de carbono, a água a fonte de hidrogênio e a amônia a fonte de nitrogênio. (GRIFFITHS, 1912)

Durante os seus estudos sobre solos, ele determinou algumas leis para a agricultura que se tornaram as bases da considerada agricultura moderna:

- (1) Um solo só pode ser chamado de solo fértil, quando ele contém todos os materiais necessários para a nutrição das plantas em quantidade necessária e na forma adequada.
- (2) Com cada safra, uma parcela desses ingredientes é removida. Uma parte desta porção é novamente adicionada a partir da fonte inesgotável da atmosfera; outra parte, no entanto, é perdida para sempre se não for substituída pelo homem.

- (3) A fertilidade de um solo permanece inalterada se todos os ingredientes de uma cultura são dados de volta à terra. Tal reposição é efetuada pelo estrume.
- (4) O estrume produzido no curso de criação não é suficiente para manter permanentemente a fertilidade de uma exploração agrícola; ele não tem os constituintes que são importados anualmente na forma de grão, feno, leite, e da pecuária.

O seu livro sobre a química agrícola, intitulado de “*Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie (1840)*”²¹, teve grande repercussão, muitos representantes de organizações agrícolas e botânicos da época, criticavam o trabalho de Liebig por acharem que a sua teoria havia sido apenas desenvolvida em laboratório e não tinha sido aplicada, de fato, no campo.

Os estudos que envolviam a agricultura, eram recorrentes na época, a economia agrícola era uma grande preocupação na primeira metade do século XIX, devido ao rápido crescimento populacional deste período e a emergência da química orgânica como uma subdisciplina ao lado de novas técnicas de purificação e análise nas décadas de 1800. A estudiosa Ursula Klein (2005) destaca uma mudança ontológica ocorrida em 1830, quando os compostos de plantas foram reconceituados como "compostos de carbono purificados" de composição fixa, essa mudança estimulou os químicos a tentarem criar novas taxonomias de substâncias orgânicas.

A determinação da composição de uma substância era dada através da porcentagem em massa dos diferentes elementos dos quais ela era formada e a sua massa total, que era convertida em uma fórmula. Muitas substâncias orgânicas diferentes eram conhecidas por compartilhar a mesma composição, um fenômeno que os químicos estavam lutando para entender. Teorias de constituição química incorporando ideias sobre a maneira pela qual os elementos eram reunidos em substâncias orgânicas foram introduzidas em resposta a esse problema, mas havia pouco acordo sobre a validade de tais teorias, como Liebig destaca em 1834, "conhecemos a composição percentual do éter, do “espírito do vinho” e de seus compostos com certeza há muito tempo, mas temos apenas suposições mais ou menos prováveis sobre a maneira pela qual seus elementos são unidos". (JACKSON, 2008; LIEBIG, 1834)

- *Fisiologia química dos animais*

²¹ Chemistry in its application to agriculture and physiology (1842)

Seu segundo maior trabalho foi sobre a fisiologia química dos animais, que resultou em seu livro “*Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie*”²², publicado em 1842, ele descreve, com precisão os processos de respiração e o metabolismo dos animais. Nele, o autor demonstra que a maioria dos constituintes do sangue devem vir da comida e explica a formação de gorduras no organismo. Ele estava convencido de que as transformações no corpo animal, eram processos químicos e por isso, possíveis de serem estudados da mesma forma que os outros processos que não estavam diretamente conectados ao funcionamento do corpo animal.

Liebig também se interessou pela fermentação, pois foi um dos fenômenos que Berzelius estudava e que lhe apresentou em 1839. Esse já vinha sendo estudado desde o século XVII, pelo estudioso alemão Stahl e utilizado pela indústria alemã na fabricação de cervejas. O debate que já existia era se a fermentação deveria ser considerada um processo biológico ou químico. Já em 1835 e 1837, cientistas, como Charles Caigniard de la Tour (1777-1859), Theodor Schwann (1810-1882), Friedrich Traugott Kützing (1807-1892) entre outros, haviam constatado que a fermentação alcoólica gerava um depósito constituído por células vivas e concluíram que a fermentação resultava da atividade da levedura. Porém para Liebig o aparecimento da levedura era uma consequência e não a causa do fenômeno e é isso que ele descreve em sua obra. (BENSAUDE-VINCENT; STENGERS, 1996)

Na carta de número dezessete, de seu livro *Familiar Letters on Chemistry, in its relations to Physiology, Dietetics, Agriculture, Commerce, and Political Economy* (1859), cujo título é “*Origin of Organic Atoms; from Carbonic Acid, Water, and Ammonia – Derivation of non-azotised Vegetable Products from Carbonic Acid and Water by Deoxidation – Coupled Compounds – Decay of Organic Bodies, caused by the action of Oxygen, as seen in cut fruit – Putrefaction and Fermentation defined and described – Vinous Fermentation of sugar – Heat modifies Fermentation – Ferments – Flavour of Wines and Spirits*”, de acordo com o autor, todos os processos de decomposição que comesçassem em uma parte de uma substância orgânica, sendo resultado de uma causa externa se propagaria por todo o organismo, através de uma movimentação das partículas, para que isso ocorresse, essas deveriam possuir a capacidade de mover-se livremente, isso seria devido a presença da água ou a um aumento da temperatura que resultaria em um aumento na capacidade de combinar-se com o oxigênio, esse processo era conhecido como putrefação. A presença da água e de uma temperatura adequada, seriam condições indispensáveis para o processo de decomposição que seria necessário para ocorrer a

²² Animal Chemistry, or Organic Chemistry in its Application to Physiology and Pathology (1842)

putrefação e a fermentação. A desidratação e uma temperatura abaixo do ponto de congelamento, suspenderia todo o processo. (LIEBIG, 1859)

Ele define que uma substância putrescível seria aquela que de acordo com as condições corretas de temperatura e umidade seria capaz de formar novos produtos, enquanto substâncias não-putrescíveis não sofreriam qualquer tipo de mudança nas mesmas circunstâncias, essas substâncias seriam chamadas de *fermentescible* e possuiriam a característica de serem decompostas quando em contato com materiais putrescíveis. Esse processo de decomposição seria chamado de fermentação. E o corpo putrescível que causa a mudança na substância, seria chamado de fermento. (LIEBIG, 1859)

Todas as substâncias putrescíveis, quando no estado de putrefação, tornar-se-iam fermento, isto é, adquiriam a capacidade de causar uma ou mais substâncias fermentáveis para entrar em fermentação e o corpo putrescente ou fermento estaria presente até a completa putrefação. Esses, exerceriam uma ação sobre os átomos orgânicos que por eles mesmos não seriam putrescíveis, haveria assim o rearranjo dos átomos, como se as duas substâncias fossem um novo produto. (LIEBIG, 1859)

A putrefação e a fermentação manifestar-se-iam somente em consequência do processo de decomposição e seu término aconteceria quando fosse estabelecido o estado de equilíbrio. Enquanto o oxigênio estivesse em ação, combinando com qualquer elemento de uma substância orgânica, o estado de equilíbrio original devido à atração entre os elementos, seria destruído, a substância se decomporia, e em consequência das novas atrações moleculares, novos produtos seriam formados e estes não sofreriam mais mudanças em suas propriedades, um novo equilíbrio seria mantido a não ser que houvesse outras fontes externas (como por exemplo uma variação da temperatura) causadoras de distúrbios. (LIEBIG, 1859)

A ação química do oxigênio sobre as substâncias orgânicas, que consistiria em uma afinidade ou tendência da substância para combinar com este elemento, só cessaria quando terminasse a capacidade dos elementos da substância orgânica de se combinarem com o oxigênio. Um equilíbrio perfeito entre essas forças de afinidade e atração só poderia acontecer quando essa combinação resultasse em produtos que não pudessem absorver completamente qualquer quantidade adicional de oxigênio. (LIEBIG, 1859)

Ao ler a carta de número vinte e um da mesma obra, é possível perceber que Liebig começa a indagar a hipótese de haver a necessidade de um organismo vivo para ocorrer a fermentação e putrefação. Ele começa com o questionamento de que se o fungo ou o cogumelo fosse a causa da destruição de uma árvore, ou um *animaculæ* a causa da putrefação de um

elefante morto, o que seria a causa da putrefação depois da morte desses seres? O que seria a causa da putrefação e decomposição do *animaculæ* após a sua morte? Reforçando os seus questionamentos, o autor diz que eles também se decompõem e desaparecem completamente assim como os animais “grandes” e os vegetais, e os produtos desse processo são os mesmos em ambos os casos. (LIEBIG, 1859)

Para ele seria inconcebível possuir essa opinião, já que ele havia observado que a presença de animais microscópicos em substâncias putrescentes eram muito acidental, que a aparição deles, na maioria dos casos poderia ser evitada pela ausência de luz, que a putrefação e decomposição continuava sem a assistência desses seres e que em mil casos (na urina, queijo, biliar ou sangue putrescente), nenhum animal foi observado e que em outros casos, eles apareceram pela primeira vez, em um certo estágio muito depois do começo da fermentação. (LIEBIG, 1859)

Assim, para ele, a presença de *animaculæ* que seriam encontrados em grande número e com frequência em matéria putrefata, não seriam os causadores do fenômeno, já que esses estariam presente no corpo para nutrir-se e se desenvolver. Entretanto, Liebig concorda que na presença de fungos e cogumelos a putrefação seria acelerada, porém isso aconteceria devido ao consumo das partículas do corpo animal para o seu próprio desenvolvimento e morreriam quando os seus meios de subsistência acabassem, seus corpos sofreriam, portanto, a putrefação e a decomposição e poderiam até, talvez, servir de nutrientes para o desenvolvimento de outros seres vivos. (LIEBIG, 1859)

Recordando que o século XIX foi marcado pelo aparecimento das primeiras teorias sobre a evolução dos seres vivos como a hipótese de Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) de que todos esses fenômenos biológicos são naturais e de que a vida deveria ter surgido a partir de forças físicas e químicas, bem como da primeira versão da teoria de Charles Darwin (1809-1882) em 1858 (VERGARA, 2008). Em 1860, a dissertação de Louis Pasteur (1822-1895) sobre fermentação alcoólica foi muito importante para outro tema que era foco de debates, se a fermentação seria um processo químico ou biológico. Os seus estudos sobre esse tema começaram em 1855, quando era professor da recém-criada Faculdade de Ciências da Universidade de Lille e resultou na teoria dos germes como uma tentativa de explicar o processo de fermentação. De acordo com Pasteur, a fermentação somente aconteceria se houvesse a presença de germes no meio. (GOUVEIA-MATOS, 1997)

Continuando com a argumentação de Liebig, para defender a hipótese de que a putrefação seria um processo químico, que dependia do oxigênio e que, portanto, seria uma

combustão. Liebig diz que na decomposição de substâncias animais, ao se extinguir o oxigênio, outros gases estariam presentes, que exerceriam uma influência deletéria e que rapidamente colocariam um limite à existência dos animais microscópicos. Ele cita o exemplo dos excrementos humanos, que durante a sua putrefação não apresentam *animaculæ*, enquanto que apresenta certa abundância nos mesmos dejetos quando em estado de putrefação e expostos ao ar atmosférico. (LIEBIG, 1859)

Pôde-se observar que a teoria de Liebig não negligencia a presença de microrganismos durante o processo de putrefação mas defende que eles não seriam a causa do fenômeno. Neste ponto é que se percebe a maior controvérsia entre Liebig e Louis Pasteur.

- *Extrato de Carne e cartões de divulgação*

Apesar de haver outros trabalhos de Liebig, o último que abordaremos é a criação dos extratos de carne. Em 1843, ele e seus alunos, extraíram da carne um caldo, que continha uma variedade de compostos, que lhe fez pensar que poderia produzi-los e complementar a alimentação da população que não podia ingerir a quantidade suficiente de carne para uma dieta saudável. Este extrato podia ser utilizado como um substituto da carne, na opinião de Liebig. O médico pessoal do Rei Bávaro, Professor von Breslau (s/d), que conhecia o trabalho de Liebig, ordenou que o extrato fosse produzido pelo boticário real, Franz Xaver Pettenkofer (1783-1850) e passou a recomendar a seus pacientes o extrato nos casos apropriados. (LAQUA, 2003)

Pettenkofer passou a produzir e vender os extratos sob a supervisão de Liebig em sua loja. O extrato era recomendado pelos médicos cada vez mais, inclusive os de Munique, como um bom tônico, mas o preço alto restringia o uso a pessoas da classe alta, visto que eles precisavam de 32 kg de carne fresca, sem gordura, a fim de obter 1 kg do extrato de carne.

Em 1861, o engenheiro alemão George Christian Giebert (s/d), que construía estradas no Brasil e vivia no Uruguai, observava a abundância e preços baixos da carne bovina na América do Sul. Vale recordar que não havia modos de refrigeração na conservação dos alimentos. Portanto, nesta época, do gado abatido eram aproveitados para o consumo, apenas a língua, o couro, o sebo e algumas vezes, parte da carne que era salgada para a fabricação de charque. Giebert encaminhou para Liebig um projeto de criar uma fábrica naquele local, Liebig concordou desde que levasse o seu nome no produto final, "*Extractum Carnis Liebig*", visto que era produzido através de seu método. Assim, a fábrica foi fundada no povoado de Fray

Bentos em 1862 (figura 12) e em cada caixa do produto vinham cartões com a assinatura de Liebig para comprovar a sua autenticidade. (PERREN, 2006)

Figura 12: Fábrica em Fray Bentos



Fonte: FOTOGRAFIA TIRADA PELA AUTORA NO LIEBIG MUSEUM - CHEMIEMUSEUM IN GIEßEN, 2016

A procura era tamanha que a pequena fábrica no Uruguai não comportava os pedidos, Liebig solicitou um financiamento para a ampliação da fábrica, além de investir em Fray Bentos, fundou outra fábrica em Londres²³ com o nome de “*Liebig’s Extract of Meat Company Limited*” (LEMCO). As vendas continuaram altas até a Primeira Guerra, em 1924 a empresa em Fray Bentos fechou e a LEMCO funcionou até 1968. (PERREN, 2006)

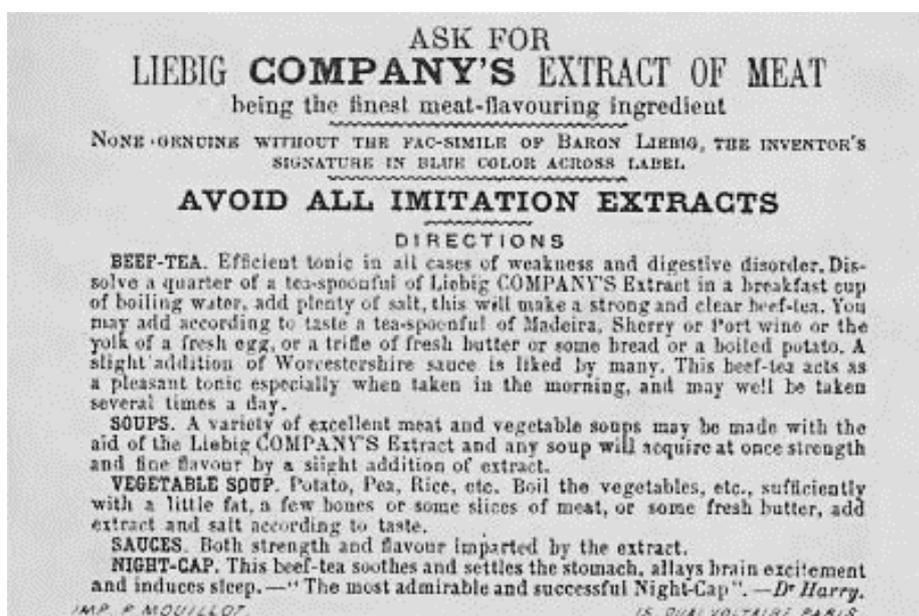
Através desses extratos, Liebig encontrou um meio de divulgar a ciência e a si mesmo, utilizando cartões que acompanhavam os extratos que circulavam no continente desde a década de 1850, a princípio como uma maneira de atestar a autenticidade do produto com a assinatura de Liebig, porém, a empresa percebeu que os cartões coloridos eram uma excelente forma de propaganda. Em 1872, pouco tempo antes da morte do cientista, as primeiras cartas ou "cromos" foram publicadas para mostrar a produção do extrato de Liebig (LONDON CIGARETTE CARD COMPANY, 1999). Durante os 100 anos seguintes, estima-se que, não menos do que 1138 séries diferentes foram emitidas, totalizando aproximadamente 7000 cartões, o último cartão apareceu na Alemanha em 1940. (JUSSEN, 2002)

Quase todos os conjuntos compreendem seis cartões, embora algumas emissões posteriores a 1883 fossem de 12 ou 18. Em um formato grande, aproximadamente 100 x 70

²³ Não foram encontrados dados que nos possibilitem dizer que Liebig era o responsável por essa fábrica ou se possuía algum “sócio” que a administrava.

mm, os cartões foram distribuídos em muitos países e foram impressos em diferentes línguas, como italiano, francês, russo, espanhol e alguns raros, em inglês. Muitas imitações surgiram trazendo a assinatura de Liebig nos cartões, fazendo com que em alguns cartões de edições de língua inglesa, como apresentado na imagem abaixo, aparecesse as palavras “Peça pelo extrato de carne de Liebig Co. Não é original sem a cópia da assinatura do Barão Liebig²⁴ (figura 13), o inventor [do extrato], em cor azul. Evite todas as imitações de extratos”. (LONDON CIGARETTE CARD COMPANY, 1999)

Figura 13: Um dos cartões que acompanhavam os produtos de Liebig



Fonte: LONDON CIGARETTE CARD COMPANY (ACERVO DIGITAL)

Além de sugerir o cuidado com as falsificações, esse mesmo cartão aborda como o extrato poderia ser utilizado, recomendando (tradução nossa):

Chá de carne – Tônico eficiente em todos os casos de fraqueza e de desordem digestiva. Dissolva um quarto de uma colher de chá do extrato numa xícara de água fervida no café da manhã, adicione muito sal, isso fará um forte e autentico chá de carne. Você pode adicionar, de acordo com o seu gosto, uma colher de chá de vinho [Madeira, Sherry, Porto], uma gema de ovo fresco, um pouco de manteiga, pão ou batata cozida. Muitos [consumidores] gostam de adicionar um pouco de molho *Worcestershire*²⁵. Este chá de carne age como um tônico agradável, especialmente quando tomado de manhã, e pode ser tomado várias vezes ao dia.

²⁴ Liebig era membro da *Royal Society of London* desde 1840 onde recebeu a medalha Copley Medal (medalha de maior prestígio da Royal Society, por realizações notáveis em ciências) e da Academia de Ciências de Berlim, e recebeu o título honorário de Barão em 1845. (www.royalsociety.org) acessado em julho de 2015.

²⁵ Ou molho inglês

Sopa – Uma variedade de excelentes sopas de carne e vegetais podem ser feitas com o auxílio do extrato de carne e qualquer uma irá adquirir um forte e gostoso sabor pela adição do mesmo.

Sopa de vegetais – Batata, ervilha, arroz, etc. Cozinhe os vegetais suficientemente com uma pouca de gordura, um pouco de ossos ou algumas fatias de carne, ou um pouco de manteiga fresca, adicione o extrato e sal a gosto.

Molhos – Forte e saboroso devido ao extrato.

Bebida noturna – Este chá de carne acalma e normaliza o estômago, acalma o cérebro agitado e induz ao sono.

Os temas abrangem diversos campos do conhecimento e da atividade humana como artes, lugares e as cenas de muitos países, acontecimentos históricos, culturas de diferentes povos, armas de guerra e uniformes militares, história natural em suas muitas formas, animais, ciência, vida social e industrial, várias formas de transportes antigos e novos, esportes entre outros. Não se tem conhecimento sobre o responsável pelas imagens nem sobre a autoria do conteúdo descrito em alguns cartões. (LONDON CIGARETTE CARD COMPANY, 1999; JUSSEN, 2002)

Os primeiros cartões retratavam episódios da vida do cientista, como a sua época na escola, sob o título de “O gênio atrás da mesa da escola” (figura 14). Conforme mencionamos no início deste capítulo, ele não se adequava às metodologias tradicionais e por isso, possuía péssimo desempenho em sala de aula, chegou a ser chamado de cabeça de ovelha pelo assistente do diretor do ginásio e caçoado pelo reitor ao dizer que gostaria de tornar-se químico, é possível que este cartão retrate esse momento, tanto pelo título, quanto pela reação dos outros alunos que a imagem sugere que estavam rindo do aluno que está sendo interrogado por um professor.

Figura 14: Cartão da série sobre a vida de Liebig



Fonte: LONDON CIGARETTE CARD COMPANY (ACERVO DIGITAL)

Outro cartão desta mesma série, sugere Liebig na feira em Darmstadt (figura 15), com o título de “o grande pesquisador alemão”, esta imagem nos chama atenção devido à presença de muitos elementos que caracterizam a ciência ainda associada com a alquimia e vista como voltada para o mal (a presença da imagem associada ao diabo), perigosa para a saúde (a caveira), a magia (a roupa do expositor), com uma linguagem complexa (placa laranja ao lado da “imagem diabólica”) e a visão de ciências com cunho de entretenimento, que era muito comum na época.

Figura 15: Cartão da série sobre a vida de Liebig



Fonte: LONDON CIGARETTE CARD COMPANY (ACERVO DIGITAL)

Este cartão não é uma exceção, em outros cartões ainda aparecem fatores que demonstram relação entre ciência e alquimia, como por exemplo a atribuição de sexualidade a fenômenos da natureza, como por exemplo a lua é retratada como sendo do sexo feminino, assim como um cometa, o amanhecer... Apesar de receber a assinatura de Liebig e estar em seus produtos, os pintores dos cartões e quem ditava a temática é desconhecida, portanto, não podemos afirmar que essas concepções expressas nos cartões retratavam a opinião do cientista.

- *Liebig e a Química Agrícola no Brasil: um breve perpasso.*

O trabalho de Liebig alcançou inúmeros países, em relação ao Brasil, não há documentos que comprovem a sua influência, entretanto foi relatado um encontro entre Dom Pedro II²⁶ (1825-1891) e o químico alemão, sabe-se que ele assistiu às palestras de Liebig em Munique, que o encontrou no hotel e condecorou-o com a ordem da Rosa (figura 16) (BOULANGER, 1872; RHEINBOLDT, 1955), que “servia para premiar militares e civis, nacionais e estrangeiros, que se distinguiram por sua fidelidade à pessoa do imperador e por serviços prestados ao Estado, e comportava um número de graus superior às outras ordens brasileiras e portuguesas, então existentes”²⁷.

Figura 16: Medalha Ordem da Rosa



Fonte: GOOGLE IMAGENS

Em uma obra de 1872 de João José Carneiro da Silva (1839-1882), de título “Estudos agrícolas”, na qual discorre sobre o cuidado com a terra que os agricultores brasileiros deveriam ter, traz como referências os trabalhos de outros cientistas e cita Liebig:

Se o desanimo e a indolência, moléstia cruel dos paizes quentes, não forem óbices ás nossas aspirações, esperamos por nossa parte irmos pouco e pouco

²⁶ Nome de batismo: Pedro de Alcântara João Carlos Leopoldo Salvador Bibiano Francisco Xavier de Paula Leocádio Miguel Gabriel Rafael Gonzaga

²⁷ <https://www.bcb.gov.br/htms/museu-espacos/condecoracoes/ImperioRosa.asp> (consultado em 15 de setembro de 2017)

nos internando mais e mais pelo vasto domínio da sciencia que tem por mestres os Gasparin, Liebig, Samuel Johnson e outros. Serviremos assim a este nosso bello paiz, cujos altos destinos a sua natureza, summamente rica e variada, bem nos está apontando. (SILVA, 1872, p.vii)

Carneiro era presidente da Câmara Municipal de Macaé, sócio correspondente da Sociedade Auxiliadora da Industria Nacional e sócio efetivo da Sociedade Campista de Agricultura e relata que o monarca havia tido contato, em uma de suas viagens, com diferentes formas de tratamento do solo bem como com diferentes escolas agrícolas, como pode ser visto no trecho a seguir:

Os belos resultados dos estrumes chimicos, e sobre tudo isto as variadas e múltiplas instituições relativas á agricultura, desde as sociedades de seguro e os bancos de credito rural até as escolas de ensino profissional e as academias agrícolas, dando todas estas instituições matéria para um grande movimento de livros e jornaes que nos espanta (SILVA, 1872, p. viii)

Outros trechos deste livro, traz alguns ensinamentos de Liebig que estão em suas obras, principalmente *Letters on Modern Agriculture* (1859) a qual o próprio autor cita, porém, utiliza a versão francesa de 1862 (*Lettres sur L'agriculture Moderne*), além de demonstrações de admiração como: “na Allemanha o gosto pelos estudos agricolas e surgiram distinctos agronomos da ordem de Liebig, para não citar senão o mais notável” (SILVA, 1872, p.188), o que nos faz crer que Dom Pedro II, durante a sua viagem à Europa pode ter tido um contato mais longo com Liebig do que apenas ter assistido à sua palestra, bem como, poderá ter trazido em sua bagagem a obra do cientista alemão para contribuir com a agricultura brasileira.

Diante do que apresentamos neste capítulo, a vida e algumas das obras do cientista, propomos no capítulo a seguir discorrer mais detalhadamente sobre o envolvimento de Liebig com a atividade experimental e o contexto histórico das ciências e da atividade laboratorial no século XIX.

3 - LIEBIG E SUA RELAÇÃO COM A ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Para compreendermos o que difere, ou se assemelha entre os procedimentos utilizados por Liebig quanto as atividades experimentais em seu laboratório e a situação da química na Europa naquele momento, consideramos pertinente discorrer um pouco sobre a situação dessa ciência e de sua prática naquele momento.

BREVE HISTÓRICO DAS CIÊNCIAS NO SÉCULO XIX: O CASO DA QUÍMICA NA ALEMANHA

O período de transição do século XVIII para o século XIX é marcado por mudanças econômicas proporcionadas majoritariamente pela Revolução Industrial, ocorrida na Inglaterra na segunda metade do século XVIII. Essa revolução foi constituída de um conjunto de transformações em diferentes vertentes da atividade econômica como: na agricultura, nos meios de transporte, no incremento do interesse pela filosofia e pelas ciências naturais, bem como, pela contribuição para a consolidação do capitalismo “como modo de produção dominante” (ANDERY *et al*, 2012). De acordo com o historiador Eric Hobsbawm (1917-2012), a alteração no processo de trabalho, foi mais significativa, através da qual criou-se “um ‘sistema fabril’ mecanizado que por sua vez produz em quantidades tão grandes e a um custo tão rapidamente decrescente a ponto de não mais depender da demanda existente, mas de criar o seu próprio mercado.” (HOBSBAWM, 2014, p.64)

Destacando ainda que neste período predominava na Alemanha a corrente filosófica romântica (*Naturphilosophie*), que se baseava nos escritos do filósofo Friedrich Wilhelm Schelling (1775-1854) que defendia em suas obras a filosofia como ciência da natureza, ao mesmo tempo que não consistia em uma disciplina específica, mas em um saber capaz de congrega todas as formas de compreensão da existência enquanto uma unidade ontológica. Schelling ainda se posiciona contra a fragmentação e a abstração do saber ao defender a fundamentação da epistemologia na ontologia, aspectos que poderão ser percebidos nos escritos de Liebig (SOUZA, 2010)

Na Alemanha, a revolução industrial aconteceu na segunda metade do século XIX, esse “atraso” industrial foi resultado de uma falta de unidade política e econômica no país e com a disputa com a potência inglesa, o processo ficou mais dificultoso.

Entre 1720 e 1780, o número de cargos de químicos assalariados nas escolas médicas alemãs aumentou consideravelmente, este crescimento implicou em grande

necessidade de financiamento. As autoridades (principalmente a igreja) além de definir as atribuições de ensino de química aos professores em atividade, contrataram novos. À medida que os alemães se tornavam mais envolvidos com o racionalismo, os médicos de elite procuravam aumentar a legitimidade de sua profissão, exigindo que todos os médicos tivessem uma boa compreensão da teoria, incluindo um conhecimento científico da preparação e composição de drogas. Mais importante ainda, com a difusão do espírito do aperfeiçoamento e a prática do governo iluminista, os médicos de elite e os teóricos políticos instaram os governantes a regulamentar a profissão farmacêutica como um meio de promover a saúde pública. (HUFBAUER,1982; TURNER, 1982)

Com o estabelecimento de testes para futuros farmacêuticos e inspeções de boticários, tornou-se cada vez mais evidente que a regulamentação só poderia ser eficaz se os médicos conhecessem suficientemente a química farmacêutica para fazer cumprir os novos decretos. Embora tenham orientado a química para a instrução e aplicações farmacêuticas, geralmente dedicavam uma ou mais palestras para exaltar o potencial desta ciência e seu amplo âmbito de atuação. Ao fazer isso, eles ajudaram a circular uma imagem de química que transcendeu a farmácia. (HUFBAUER,1982)

Apenas em meados do século XVIII é que a química passou a ser considerada como ciência independente e passou a ter suas primeiras cátedras através da faculdade de filosofia, no final deste mesmo século. Os docentes de química teriam que ter concluído alguns estudos nos cursos de medicina ou com os boticários. Em alguns casos, como o de Göttingen, tinham alguns estudos em física. (SCHWEDT, 2002)

No começo do século XIX, a química estava sendo praticada por uma comunidade profissional identificável de estudiosos e pesquisadores capazes que, embora menos proeminentes do que as comunidades correspondentes na França ou na Inglaterra, estava longe de ser insignificante. O reconhecimento da utilidade prática da química na medicina, farmácia, tecnologia, mineração, metalurgia, agricultura e na maioria das outras artes da civilização material resultou em um certo nível de apoio social, ainda que pequeno, para os químicos e sua comunidade, mesmo nos estados agrários alemães do início do período Vormärz²⁸ (1815-1848). (ROCKE, 1993)

Já na metade deste século, uma formação prática em química para estudantes em universidades na Alemanha era praticamente inexistente. Além dos laboratórios farmacêuticos estaduais, havia os laboratórios privados de professores, um híbrido entre a produção de

²⁸ Período “pré-março” que antecede as revoluções de março nos estados alemães (LUKÁCS, 2011)

insumos químicos e de laboratório de ensino. No entanto, os laboratórios de ensino de química eram então, quase que exclusivamente de demonstração de experimentos, apenas em alguns casos os alunos participavam das atividades, além dos professores e assistentes selecionados. Esta situação aplica-se não só a Alemanha, mas também a grande parte da Inglaterra, aos Países Baixos, a França e a Suécia (SCHWEDT, 2002). Na opinião de Liebig:

Os laboratórios químicos, nos quais a instrução em análise química era concebida, não existia em nenhum lugar naquele momento. O que era chamado por esse nome, era mais como cozinhas cheias de todo tipo de fornos e utensílios para a realização de processos metalúrgicos ou farmacêuticos. Ninguém realmente entendeu como ensiná-la. (LIEBIG, 1892, p.660, tradução nossa)

De acordo com o estudioso Alan J. Rocke o doutorado era o grau que importava para ingressar em uma universidade, e poderia ser obtido após dois ou três anos de trabalho duro. Além dos exames, uma tese era muitas vezes (mas não sempre) necessária, havia também a possibilidade da publicação de um artigo. Algumas universidades no modo escolástico também exigiam uma disputa pública sobre um tema escolhido pelo aspirante, o vencedor tinha o direito a cursos na universidade que o tinha certificado, mas sua renda derivava unicamente de taxas cobradas diretamente dos estudantes que elessem seu curso, não havia apoio financeiro da universidade. Aqueles que tinham passado por esta certificação foram conhecidos como *Privatdozent*²⁹. (ROCKE, 1993)

CONTEXTUALIZANDO OS LABORATÓRIOS NO SÉCULO XIX

A generalização moderna do termo “laboratório”, com foco na ciência, ocorreu apenas em torno da virada do século XX, conforme definido na enciclopédia alemã *Brockhaus*, por exemplo, no alemão atual, o termo descreve um “espaço de trabalho para experiências científicas e técnicas, medições, tarefas de avaliação, controles, etc., com os móveis e equipamentos necessários para essas tarefas”. De uma forma similar, o *Oxford English Dictionary* o define como um “edifício separado para a realização de investigações práticas em ciência natural”. (SCHMIDGEN, 2011)

A importância das aulas sobre química, com a utilização de experimentos, para uma melhor compreensão das reações químicas, foi reconhecida há muito tempo, mais especialmente na França. Mas durante as primeiras décadas do século XIX, essa ajuda para

²⁹ Uma habilitação para exercer a docência, porém não permanente, não podendo assumir uma cadeira, nem ser pago pelo governo. Estaria em processo de se tornar professor (TURNER,1982).

estudar, quase não existia nas instituições de ensino superior da Alemanha, e a chamada filosofia natural era tão severa que impedia o desenvolvimento de pesquisas científicas exatas. A química, em particular, era vista pelos filósofos naturais alemães, como não ciência, e foi reduzida por eles a uma arte experimental. (MEYER, 1889)

No final do século XVII, há relatos de um laboratório portátil proposto por Johann Joachim Becher (1635-1682) em seu livro *Tripus hermeticus fatidicus* (1680). Já no século XVIII esse tipo de laboratório, era usado principalmente para investigações mineralógicas e metalúrgicas, esses se desvincilhavam das propriedades de um local de trabalho com grandes fornos e forjas embutidas, características comuns dos laboratórios do período. Essas investigações, que geralmente eram conduzidas em regiões distantes, do processo de exploração de minérios, exigiam acima de tudo que os instrumentos analíticos e os produtos químicos fossem transportáveis. Peter Shaw (1694-1763) em 1731, utilizava desses laboratórios com uma função didática, permitindo que seus alunos repetissem em casa os experimentos demonstrados no seu curso sobre química aplicada à indústria. Lavoisier, em 1767 em uma viagem para identificar minerais, também levou consigo equipamentos essenciais para as atividades práticas (ÁLVAREZ, 2011). No século XIX esse tipo de laboratório foi utilizado por outros professores de química na Inglaterra como Friedrich Christian Accum (Londres) e por seus colegas alemães Göttling e Trommsdorff. (HOMBURG, 1999)

Caixas para o transporte de maçaricos e reagentes de teste foram usadas por Axel Fredrik Crönstedt (1722-1765) na Suécia cerca de 1770, de igual modo, Guyton de Morveau, em 1783 na França descreve um *Nécessaire Chimie*, que compreende duas caixas, cada uma medindo 7 pol x 4 pol x 1,5 pol (aproximadamente 17,8cm x 10,16cm x 6,35cm, respectivamente), uma contendo reagentes químicos e o outro contendo equipamentos, incluindo uma sonda, uma pinça, uma agulha magnetizada. Outro arranjo mais extenso apareceu na Universidade de Jena e foi projetado por Göttling em 1788 para uso de químicos analíticos, filósofos naturais, mineralogistas, metalurgistas e aqueles que desejassem testar águas minerais ou vinhos para constatar adulterações. (GEE, 1989)

Göttling, projetou vários modelos de laboratórios portáteis (*Probierkabinet*), a fama desses kits teve grande proporção, sendo abordadas por Goethe em seu livro *As Afinidades Eletivas* (1809). Humphry Davy também considerava que os equipamentos do laboratório eram imprescindíveis em um formato de fácil transporte e montou o seu *kit* para uma viagem pela França e Itália em 1813. (ÁLVAREZ, 2011)

Na imagem abaixo, pode ser visto um catálogo de 1817, contendo outros produtos que poderiam ser adquiridos para o laboratório portátil do professor Accum (figura 17), no qual se lê “O aparelho químico e as garrafas contidas nos seguintes baús estão dispostos de tal maneira, que podem ser vistos assim que o baú for aberto: além disso, são tão bem embalados que podem ser retirados e substituídos, de tal maneira que, quando o baú está fechado, pode virar de cabeça para baixo sem risco de sofrer danos”. (GEE, 1989, p.43)

Figura 17: Catálogo de 1817

<u>CHEMICAL CHESTS</u>	
The chemical apparatus and bottles contained in the following Chests are arranged in such a manner, that they might be seen at one view when the chest and drawers are open; they are besides so packed that they can readily be taken out, and when replaced fit in such a way, that the whole, when the chest is locked, may be turned upside down without risk of receiving injury.	
<i>Chests, containing a select Collection of Chemical Re-agents or Tests</i>	£3. 3s. to £4. 4s.
<i>Ditto, more compleat; to which are added the Chemical Apparatus usually employed in the processes of analysis by means of Tests</i>	£7. 7s to £8. 18s. 6d.
<i>Pocket Mineralogical Blowpipe Apparatus</i>	£3. to £4.
<i>Mineralogical Travelling Chests</i>	£10. 10s. to £13. 13s.
<i>Accum's Mineralogical Laboratories</i>	£15. 15s to £18. 18s.
<i>The same, more compleat</i>	£26. to £36.
<i>Portable Chemical Laboratories, for carrying on a general Course of Chemical Experiments</i>	£30. to £80.
<i>Chests of Chemical Amusement</i>	£10. 10s. to £18. 18s.
<i>Agricultural Chests</i>	£7. 7s. to £12. 12s.
<i>Cabinets of Chemical Specimens</i>	£21. to £31. 10s.
<i>Chests, containing, in a dry state, the materials for making instantly brisk foaming Soda Water</i>	£2. 2s. to £4. 4s.
<i>Medicine Chests, on an entire new plan, for private families, with a book of directions</i>	£5. 5s. to £21.
<i>Ditto, for the use of the Army or Navy</i>	£20. to £100.

Fonte: GEE, 1989

A Universidade de Berlim exemplifica as dificuldades que os químicos acadêmicos alemães experimentaram na montagem de institutos experimentais bem-sucedidos.

A instrução de laboratório estava praticamente indisponível para os estudantes de Berlim. Eilhard Mitscherlich (1794-1863) tinha um laboratório, não na universidade, mas na Academia Prussiana de Ciências, onde era membro, visto que, a universidade se recusou a pagar as despesas ou a fornecer um espaço para as suas atividades experimentais. Heinrich Gustav

Magnus (1802-1870) também foi forçado a montar um laboratório "universitário" em seus alojamentos mas, felizmente ele veio de uma família rica e podia dar-se ao luxo de fornecer o equipamento e suprimentos adequados. Nenhum desses homens tinha mais do que um pequeno grupo de estudantes, mesmo nos anos 1840 e 1850. Embora queixavam-se à administração da universidade, sem qualquer efeito, sobre a falta de apoio, afirmavam a preferência pelo uso de laboratórios acadêmicos apenas para pesquisa pessoal, para alguns alunos mais avançados e para demonstrações em conferências - não para a educação geral. O primeiro instituto de laboratório universitário em grande escala em Berlim surgiu somente após a chegada de A. W. Hofmann em 1865. (TURNER, 1982)

Liebig não foi o primeiro a desenvolver aulas de laboratório em universidades alemãs, desde 1811 há relatos do estabelecimento de institutos químicos em diferentes locais da Alemanha. Todos estes eram, no entanto, pequenos negócios que raramente eram sancionados ou apoiados pelas autoridades universitárias e normalmente disponíveis somente com base no patrocínio pessoal do diretor do laboratório. Os estoques de aparelhos e produtos químicos eram, regra geral, propriedade pessoal do diretor. Os principais propósitos de institucionalização dos laboratórios acadêmicos durante este período foram para a pesquisa pessoal do professor e para a preparação de demonstrações de palestra. (ROCKE, 1993)

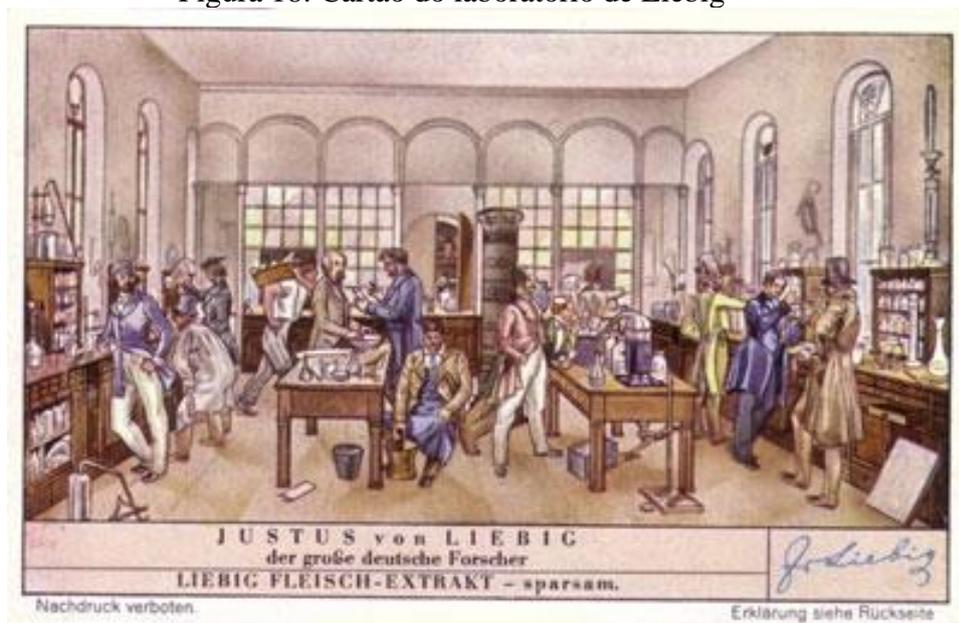
Em Göttingen durante o semestre de inverno de 1805/06, Friedrich Stromeyer (1776-1835), que estudou em Paris com Louis Nicolas Vauquelin (1763-1829), é considerado um dos primeiros professores na Alemanha a ensinar química analítica em uma faculdade de medicina. Uma característica especial de seu novo curso foi que, além de suas palestras, ele deu aos estudantes de medicina a oportunidade de adquirir habilidades práticas em análises químicas. Nas poucas outras universidades que incluíam química analítica como parte de seus programas, o assunto só era ensinado por meio das "palestras de demonstração" usuais. Os exemplos encontrados incluem as palestras em química analítica, apresentadas a partir de 1807 por Johann Nepomuk von Fuchs (1774-1856) em Landshut e as palestras privadas em química analítica, dadas por Trommsdorff na Universidade de Erfurt a partir de 1809. (HOMBURG, 1999, p.12)

A descoberta de Stromeyer de um novo elemento químico (cádmio) em 1817 e o fato de ter sido durante anos o único professor universitário alemão a dar a seus alunos a oportunidade de "aprender a química analítica na prática" constituíram a base da sua reputação neste campo (SAALFELD, 1820, p.586). Alguns estudiosos criticam o destaque que é dado para as contribuições de Liebig e a ausência de referência à Stromeyer. (HOMBURG, 1999)

Certo é, que os dois cientistas alemães estavam inseridos em contextos diferentes, Stromeyer estava em uma universidade com um laboratório próprio, em um curso de medicina, enquanto Liebig estava criando seu instituto e não dentro de um curso, mas com intuito de valorizar a química independente. Devido a isso, Ernst von Meyer (1847-1916) por exemplo, considera Liebig como o fundador de uma verdadeira escola de química, que instrua seus alunos individualmente desde o início do curso de estudo. Meyer o considera o primeiro a dar um ensino sistemático em química, pois até então não havia nenhum laboratório que fosse dedicado exclusivamente a esse propósito. E também, que ele foi o primeiro a reconhecer a necessidade de ter institutos químicos que deveriam ir além da própria ciência, envolvendo outros ramos que dependem dela. (MEYER, 1889)

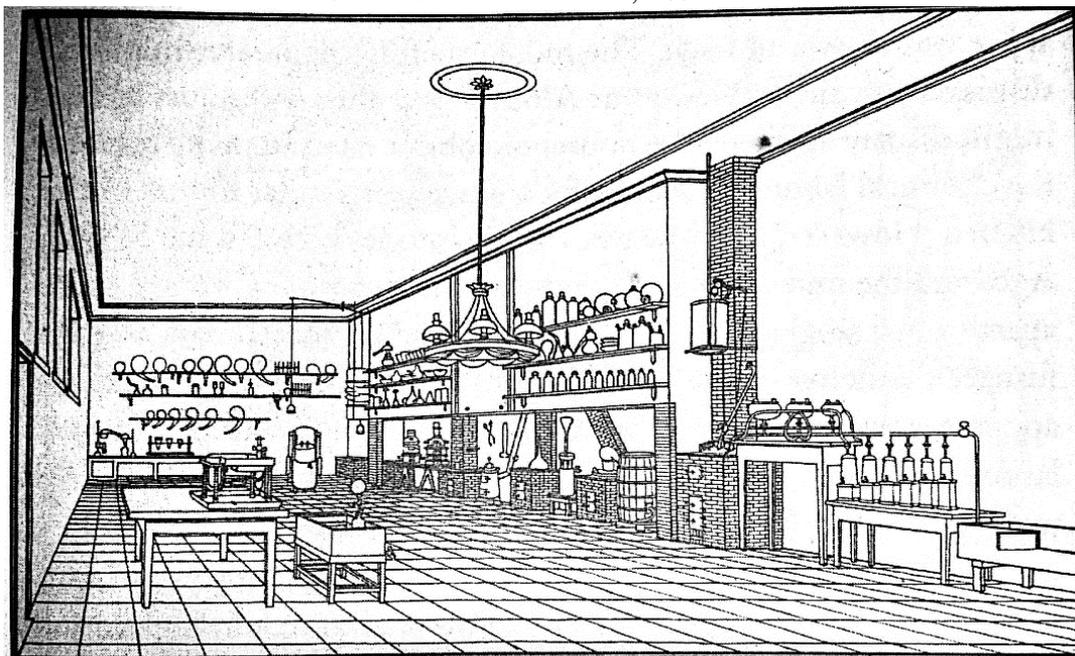
Outra contribuição de seu laboratório, de acordo com o historiador Hennig Schmidgen (2011), foi o rearranjo do local, em laboratórios mais antigos, as mesas de experimentação geralmente eram colocadas contra a parede (figura 19), com uma mesa independente colocada no centro, no de Liebig, as mesas de experimentação eram distribuídas em toda a sala (figura 18). Este arranjo significava que mais estudantes poderiam ser acomodados e mais experimentos poderiam ser realizados simultaneamente, enquanto o professor (ou diretor) do laboratório ainda tinha uma boa visão geral e poderia passar facilmente de uma mesa para a outra. Nas imagens abaixo, pode ser feita uma comparação entre os laboratórios:

Figura 18: Cartão do laboratório de Liebig



Fonte: FOTOGRAFIA TIRADA PELA AUTORA NO LIEBIG MUSEUM - CHEMIEMUSEUM IN GIEßEN, 2016

Figura 19: Laboratório para ensino de química técnica, Universidade de Leiden, 1831



Fonte: MORRIS, 2015 (p.57)

Outros fatores deveriam ser considerados para a implementação de uma escola de pesquisa durante o século XIX, como é apontado no trabalho do pesquisador Maurice Crosland (2003), e Liebig atendia quase em sua completude aos principais, que seriam:

1. *Um líder, normalmente bastante antigo, mas não o suficiente de forma que pudesse dificultar a convivência, já deveria ser uma figura estabelecida com uma reputação de pesquisa, de alguma influência, de preferência com acesso a fundos de pesquisa.*
Liebig atendia quase que completamente esse requisito, já possuía uma formação sólida e reconhecimento no meio científico devido às suas contribuições para o desenvolvimento da química, porém o apoio financeiro ainda lhe era limitado
2. *Um programa de pesquisa*
O cientista possuía um planejamento de como iria conduzir as pesquisas em seu laboratório
3. *Acesso a um órgão de publicação*
Liebig criou a própria revista científica
4. *Alguns benefícios demonstráveis, geralmente o emprego subsequente, como resultado de um período de aprendizagem.*
Alguns alunos de destaque tornaram-se seus auxiliares

5. *Um local de trabalho/laboratório, com materiais e aparelhos adequados e muitas oportunidades para discussão informal*

Como poderá ser visto a seguir, o local que foi cedido a Liebig para montar o seu laboratório não era o mais adequado, porém o espaço para discussões informais era primordial para ele, compondo a grade de horários de seus alunos.

O LABORATÓRIO DE LIEBIG E SUA ARQUITETURA METODOLÓGICA

Para compreendermos o contexto em que se encontrava o laboratório de Liebig na universidade de Gießen, precisamos regressar para 1527, onde o então grão-duque Philipp I (1504-1567), um forte defensor da Reforma Protestante, criou a primeira Universidade protestante de Hessen em Marburg. Ele queria que quando morresse - o que ocorreu em 1567 - Hessen fosse dividida entre os seus quatro filhos e em quatro países³⁰: Hessen-Kassel, Hessen-Marburg, Hessen-Rheinfels e Hessen-Darmstadt. Todos os países permaneceram Protestantes, com Hessen-Kassel aceitando o Calvinismo e os outros três ao Luteranismo. Devido ao luteranismo e anticalvinismo de Ludwig VIII (1678-1739), o sexto grão-duque de Hessen-Darmstadt, decidiu criar uma universidade luterana, a Ludoviciana em Gießen em 1607. Até meados de 1830 essa universidade manteve-se como um pequeno e retrogrado estabelecimento provincial com cerca de 300 a 400 estudantes, principalmente locais, que se dividiam entre as faculdades de filosofia, medicina, direito e teologia. (SHESTONE, 1901 p.38)

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, se quisessem prosseguir com suas pesquisas e estudos. 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 nessa cidade, que concentrava grande número de calvinistas, os membros do corpo docente que permaneceram 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 provocou uma suspensão do 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 a sua posição de instituição de ensino. (SCHWEDT, 2002)

³⁰ Na época países, nos dias atuais distritos de Hessen

Embora tenha sido uma das primeiras universidades alemãs a ter uma cadeira de química – Johann Hensing (1683-1726) foi o primeiro professor dessa instituição, bem como 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 Wilhelm Christian 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)

Gießen era a principal cidade de Hessen e possuía uma população de 5.500 habitantes quando Liebig chegou na universidade, apesar da sua proximidade com outras cidades como Frankfurt e Marburg, que também possuíam universidades, não as tornavam suas concorrentes, devido à ausência de linha férrea que ligasse as cidades, que foi construída apenas a partir de 1850. A cidade foi quase totalmente destruída durante a segunda guerra mundial, permanecendo com características medievais ainda quando o químico ali chegou, assim a economia da cidade girava em torno da universidade por isso o interesse dos governantes em investir no desenvolvimento da instituição. (BROCK, 1997)

Enquanto Zimmermann mantinha o monopólio do ensino de química geral, o cargo inicial 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 pôr seus planos rapidamente em prática, a fim de aumentar sua carga de trabalho.

Logo que Liebig encontrou um local disponível na universidade, Zimmermann se serviu de sua influência para forçá-lo a abandonar o espaço. Após três meses de debates envolvendo Schleiermacher, o governo encontrou um local situado fora da jurisdição da Universidade, onde um novo laboratório poderia ser criado: a guarita de um quartel em desuso, ainda que bem conservado. Tratava-se de um espaço relativamente novo, pouco usado, situado na zona sul da cidade (SCHWEDT, 2002). Como Liebig contou a um amigo de Erlangen, August Wallot:

Eles decidiram construir um novo laboratório. Desde que o quartel ofereceu espaço suficiente, um dos anexos com colunas foram escolhidos. Antes que eles decidissem passaram três meses, apesar dos meus apelos constantes. Imagine, três meses! Nesse momento eu estou ocupado com as instalações internas. Se o local pode estar pronto dentro de 5 semanas, somente os céus sabem. Mas, em 5 semanas eu tenho de começar as minhas aulas. Imagine,

depois de grandes dificuldades eu só ganharei uma doação [subsídio] de 100 *gulden* para o laboratório e para comprar equipamentos, reagentes e materiais. Talvez os céus tenham piedade de mim! Como eu posso gerenciar com tão pouco. Mas eu poderia suportar tudo isso se eu pudesse ser poupado dos truques de Zimmermann e sua turma. Eles amarguram a minha vida aqui e estragam todo o prazer. (LIEBIG MUSEUM - CHEMIEMUSEUM IN GIEßEN, 2016 tradução nossa)

Em novembro de 1824, Liebig começou a dar as suas aulas práticas com 12 alunos neste local, que posteriormente iria tornar-se um dentre os dez museus mais importantes para a história da química. Neste primeiro semestre (de inverno), Liebig encontrou dificuldades na maneira como ensinar, ele ainda não teria a “arte de falar livremente”, mas preparava cada reagente, cada material para as suas aulas, mesmo o número de alunos sendo pequeno, ele os descreve como “trabalhadores e atentos” e estava contente em poder ensinar-lhes algo. No semestre seguinte, as dificuldades de comunicação diminuíram. (KRÄTZ; PRIESNER, 1983; HEILENZ, 1986)

Após a morte do professor Wilhelm Zimmermann e do professor de tecnologia e mineração Blumhof, em 1825, Liebig solicitou ao governo a união dos dois cargos, o que lhe permitiu enfatizar, em suas aulas, a área da química industrial. Assim, o cientista não apenas conseguiu resgatar os planos de um instituto privado de farmácia e indústria, como pôde contar com as promessas de apoio de Friedrich Gregor Wernekinck (1798-1835), que ministraria as aulas de mineralogia e geologia na instituição, de Hermann Umpfenbach (1798-1862), que se encarregaria das aulas de matemática, e de Georg Schmidt (1768-1837), professor de física que concordou em ministrar esta disciplina. Infelizmente, o prospecto da instituição 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 sob a direção do professor Trommsdorff, e o outro em Jena, erguido pelo professor Göbel. O número de estudantes que solicitam o ingresso nesses institutos tem aumentado tanto a cada ano que só estão sendo aceitos um sexto dos pedidos. Consequentemente fixaram o número em vinte. Mas eu acredito que poderiam ter muito mais em Gießen se um de nós sozinho dirigisse um instituto, porque o interesse pessoal poderia ser ampliado consideravelmente por uma ação conjunta³¹. Nós não temos dúvidas de que o nosso instituto será um grande sucesso, especialmente desde que o Professor Schmidt decidiu ensinar física. É uma promessa de fama para Gießen e para a universidade. Sempre haverá

³¹ Liebig acreditava que, se os outros professores que colaboravam com o seu projeto no instituto, fossem responsáveis por outros institutos, poderiam englobar um maior número de estudantes, do que estando todos em uma mesma instituição.

cerca de vinte ou trinta estudantes, os quais aumentarão o número de estudantes em Gießen no total. (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 equipada com laboratório, cujo espaço abrigava vinte alunos e oferecia alojamentos, com o intuito de formar 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, a saber, a química e a física. (HOLMES, 1989)

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, tradução nossa), além de considerar que cada aluno precisava receber sua atenção pessoal e que todos deveriam ser como membros de uma família, Liebig logo descobriu que vinte estudantes de cada vez eram demais para cultivar de tal forma, e limitou o número que aceitava em aproximadamente nove alunos por ano. (ABE,1971/72)

Como os futuros farmacêuticos eram amplamente excluídos das universidades pelo fato de que poucos possuíam o certificado *Abitur* necessário, surgiram vários internatos químicos que enfatizavam práticas de laboratório como o de Trommsdorff e de outros como Johann Christian Wiegleb (1732-1800), Johann Friedrich August Götting (1753-1809) que aceitavam esses estudantes. Outra alternativa em torno da dificuldade foi simultaneamente sendo criada, as faculdades filosóficas das universidades alemãs também aceitavam esses estudantes, sendo assim, a medida que a química se movia cada vez mais para as faculdades filosóficas, uma nova e fecunda fonte de clientela estudantil tornou-se disponível na forma de estudantes de farmácia sem *Abitur*. (ROCKE, 1993)

Consequentemente, as escolas de estilo Trommsdorff perderam espaço e foram forçadas a fechar, no entanto, Liebig fundou sua escola de laboratório conscientemente no modelo de Trommsdorff, mas defendia sua pedagogia com base nos pressupostos de Humboldt e Johann Gottlieb Fichte (1762-1814), que consistia na indissociabilidade entre pesquisa e ensino, um ensino para todos, um ensino universitário focado na investigação (ARAÚJO, 2009; LOUREIRO,2009).

Embora durante muitos anos a maioria de seus estudantes (e de Wöhler) estivessem na farmácia ou na medicina, o objetivo de sua prática diária não era mostrar aos alunos como produzir sabão e drogas - concepção predominante na época - mas sim educar a mente e ensinar o aluno a pensar (LIEBIG, 1840). A química era uma verdadeira ciência, independente de outras ciências, mas complementar a elas, incluindo ciências humanistas como a filologia e a história. Liebig desprezava a ênfase do século XVIII na utilidade e na aplicação, a maneira de aprender qualquer disciplina, argumentava ele, era concentrar-se primeiro no estudo do conhecimento puro e da teoria, mas sempre em conjunto com manipulações laboratoriais. (ROCKE, 1993)

O grande desejo de Liebig para seu laboratório de ensino era o de ampliar e desenvolver os conhecimentos sobre a química, sem que esta estivesse vinculada a outros cursos; queria-a como uma disciplina independente, pois acreditava que assim deveria ser. É possível perceber muitas características semelhantes entre o instituto de Trommsdorff e o do pesquisador, como, por exemplo, o acompanhamento diário dos alunos por parte dos educadores, a divisão do curso em dois semestres, sendo que no primeiro predominariam disciplinas teóricas, e no segundo disciplinas práticas.

O cientista Gay-Lussac, também pode ter influenciado na forma de pensar o ensino, apesar de não termos encontrado afirmações de Liebig dizendo se inspirar na forma de ensinar do mesmo, em algumas declarações, como as já apresentadas, ele nos aponta um certo impacto produzido no então estudante, além das semelhanças entre utilizar o método de conectar as aulas teóricas com as demonstrações práticas³², e de levar os seus estudantes para pesquisarem em laboratório. (CROSLAND, 1978)

Em 7 de dezembro de 1825, Liebig tornou-se professor efetivo, embora ainda não tivesse 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, “para o cultivo da mente”, e o ensino específico, para o treinamento de habilidades – as artes de ofícios estavam, então, em seu auge. (HOLMES, 1989; OLESKO, 1988)

Diante de uma unanimidade acadêmica, Schleiermacher pronunciou em 17 de dezembro de 1825 que o instituto de Liebig teria de ser um empreendimento privado. Essa

³² Essa não era uma prática exclusiva desses cientistas, outros como Humphry Davy (1778-1829), Thomas Thomson (1773-1852) também faziam tal prática. (GOLINSKI, 1992)

decisão permitia o aceite de alunos sem o *Abitur* e que não estavam devidamente matriculados na universidade, como era um instituto privado, ele podia fazer o que quisesse. As coisas pioraram quando Liebig passou a usar seu laboratório para ministrar as mesmas aulas tanto para alunos matriculados quanto para os 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 - CHEMIEMUSEUM IN GIEßEN, 2016).

Alguns trabalhos sugerem que o instituto foi inicialmente bem-sucedido em sua função de treinamento farmacêutico, mas não em sua função final de educação química avançada e pesquisa (HOLMES, 1989), o que discordamos, mesmo considerando que poucos alunos do instituto seguiram a carreira acadêmica, a forma como o ensino era trabalhado em seu laboratório, teve influência até hoje nos laboratórios das universidades. Nossa visão coaduna com a de William Thomson³³ (1824-1907) que diz que “o laboratório mundial de Liebig reuniu todos os jovens químicos da época. Se fosse nomear os grandes homens que estudaram em Gießen, eu deveria ter que citar quase todos os grandes químicos do presente que eram jovens há quarenta anos”. (THOMSON, 1885, p.410)

Liebig considerava, entretanto, que o ensino de ciências naturais deveria ser destinado a todos, independentemente de estarem matriculados em uma instituição ou de apenas se interessarem em desenvolver suas habilidades intelectuais. Ele expõe essa visão no prefácio do livro “*Familiar Letters on Chemistry*” (1844) e na primeira carta³⁴. Na quarta edição de 1859, o prefácio foi desenvolvido com o inequívoco intuito de divulgar o que estava acontecendo no meio científico, com uma linguagem clara, para quem estivesse interessado:

O observador mais atento dificilmente poderia compreender os diversos interesses da nossa época, quer intelectual ou material, sem conhecer os meios e os métodos pelos quais obtivemos essas aquisições nas ciências, e os recursos abundantes nas artes, que nos permite suprir as necessidades da nossa existência social. (LIEBIG, 1844, p.v-vi, tradução nossa)

O estudo das ciências naturais como uma forma de educação, é uma necessidade de nossa época [meados do Século XIX]. Junto com todas as importantes instruções nos princípios fundamentais da moralidade e religião, a educação deve abrir, exercitar as diferentes habilidades da mente e armazenar uma certa quantidade de conhecimento geral útil. (LIEBIG, 1859, p.2, tradução nossa)

³³ Lord Kelvin

³⁴ Em cada edição, Liebig acrescentava trechos que considerava importantes e mudava o prefácio, por isso a utilização de duas edições diferentes.

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 - CHEMIEMUSEUM IN GIEßEN, 2016)

Neste mesmo ano, Liebig casou-se com Henriette Moldemhauer (1807-1881), com quem teve 5 filhos (figura 20): dois homens, Georg von Liebig (1827-1907) que se formou em medicina e foi o responsável pela divulgação das notas autobiográficas de seu pai e Hermann von Liebig (1831-1894) que estudou química e continuou a trabalhar com as questões que envolviam a agricultura, e três mulheres Agnes (1828-1862), Johanna (1836-1925) e Marie (1845-1920), que não tinham uma profissão. (BROCK, 1997)

Figura 20: Família de Liebig em 1844: A partir da esquerda, Hermann, Georg, Agnes e Johanna no colo de Henriette



Fonte: FOTOGRAFIA FEITA PELA AUTORA DE UM QUADRO NO LIEBIG MUSEUM - CHEMIEMUSEUM IN GIEßEN, 2016

Em 1833, em resposta ao crescimento da reputação de Liebig, seus fundamentos e as ameaças de demissão que ele dirigia a instituição, o governo reconheceu formalmente o seu instituto privado como um instituto com função pública oficial da Universidade de Gießen (BROCK, 1997). Em 1838, o número de trabalhadores no laboratório aumentou significativamente - atingiu vinte pela primeira vez - e a composição dos estudantes passou repentinamente de quase exclusivamente farmacêuticos para uma mistura de farmacêuticos e químicos. Em poucos anos, eram quase todos químicos.

Simultaneamente, o laboratório começou a atrair estudantes estrangeiros (figura 21). Liebig mais tarde sugeriu que a ideia de instrução química prática estava em voga naquele momento, sendo a sua explicação para a repentina popularidade de seu laboratório no final da década de 1830. Essa divisão também é marcada por uma mudança no tipo de projetos de pesquisa que Liebig atribuiu. Durante anos, Liebig estava usando estudantes para realizar análises ou fragmentos isolados de pesquisa de forma semelhante à que Wöhler fez a partir de 1838. Mas, pela primeira vez no final deste período, temos Liebig organizando projetos para vários trabalhadores que estavam bem articulados e coordenados em torno de uma única área problemática de seu interesse, ou seja, um trabalho de pesquisa em grupo ao invés de investigações individuais. (HOLMES, 1989; FRUTON, 1988)

Figura 21: Laboratório de Liebig em 1840



Fonte: FOTOGRAFIA FEITA PELA AUTORA DE UM QUADRO NO LIEBIG MUSEUM - CHEMIEMUSEUM IN GIEßEN, 2016

Das numerosas instituições farmacêuticas privadas que existiam no início do século XIX na Alemanha, a maioria fechou suas portas depois de um curto período de existência. Até mesmo o instituto Trommsdorff, fonte de inspiração de Liebig, foi fechado em 1828, enquanto o instituto de Liebig tornou-se famoso naquela época e transformou-se mais e mais de um instituto químico-farmacêutico a um instituto puramente químico. Como mencionamos, os primeiros alunos que estudaram química pura vieram, em sua maioria, do exterior, de acordo com o trabalho de Armin Wankmüller (1924-2016) sobre os estudantes estrangeiros que

estudaram com Liebig em Gießen³⁵, mostra que apenas os estudantes alemães se interessavam por estudar farmácia com Liebig, em oposição a estudantes estrangeiros que vinham para se instruir sobre análise e química orgânica. Mesmo aqueles que ocasionalmente ouviram falar da farmácia, tecnologia farmacêutica ou química medicinal, tinham interesse na química pura. (CONRAD,1985)

Em minha visita ao museu de Liebig, que era o local onde funcionava o seu laboratório anteriormente, não foi possível identificar como era feita a distribuição do local (figura 22), apenas alguns ambientes permaneceram como eram em sua época, considerando as reformas dos materiais, como no caso do auditório da imagem abaixo:

Figura 22: Auditório do Instituto de Liebig



Fonte: FOTOGRAFIA FEITA PELA AUTORA NO LIEBIG MUSEUM - CHEMIEMUSEUM IN GIEßEN, 2016

Assim, para melhor descrever como era o seu ambiente de trabalho, utilizaremos das palavras de Volhard:

O laboratório, uma antiga sala de guarda, tinha um espaço de cerca de 38 metros quadrados, ou seja, era do tamanho de uma sala de estar comum. Uma porta se abriu em uma colunata aberta, onde anteriormente um vigilante andava de um lado para o outro e onde costumava aparecer quando chamado.

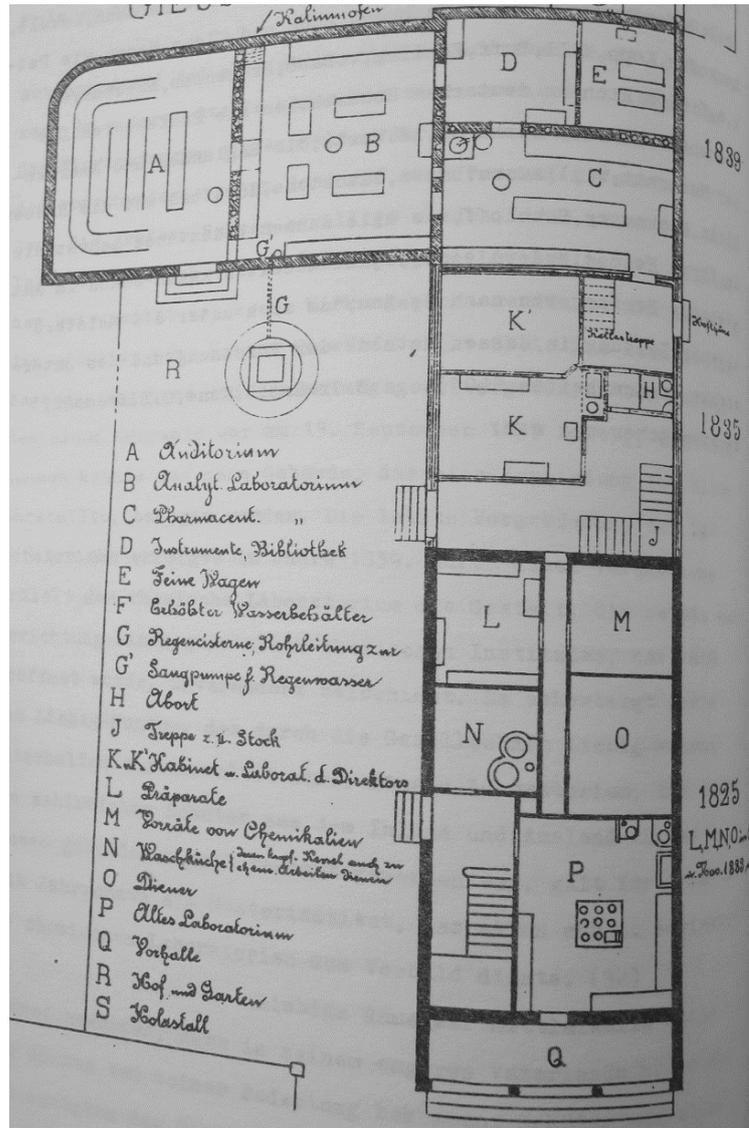
³⁵ Ausländische Studierende der Pharmazie und Chemie bei Liebig in Gießen

Este espaço aberto era usado para operações com risco de incêndio, cheiros ruins ou vapores nocivos. Uma sala pequena serviu de auditório, enquanto que em um espaço não aquecido, pavimentado com pedras e servindo de depósito, foram instaladas balanças e outros instrumentos. Os alunos também trabalhavam em outra sala pequena que estava desocupada nos dias que não eram de lavagem, pois era a lavanderia da família do professor, que estava alojada no segundo andar. Não havia sala de trabalho ou escritório privado para o professor. (VOLHARD *apud* OESPER, 1927, p. 1469)

Neste primeiro trecho é possível perceber as condições precárias que foram oferecidas ao cientista para a realização das suas pesquisas, entretanto, ele se apropriou do local de forma que alguns cuidados essenciais para a realização dos experimentos fossem contemplados, essa situação não o abalou, permitindo que continuasse com o seu trabalho e formasse muitos outros químicos de destaque. Liebig não desejava abandonar as pesquisas que havia começado em Paris, porém as tarefas onerosas de estabelecer seu instituto e preparar suas aulas, lhe ocupava muito tempo, além da falta de equipamentos adequados, mesmo assim, no início de 1826, ele publicou vários artigos baseados em experimentos realizados em Gießen, sendo que os mais importantes eram uma extensão do trabalho sobre fulminatos realizados com Gay-Lussac. Retomou também uma investigação dos produtos de decomposição do índigo que ele havia começado com o estudioso francês. (HOLMES, 1989)

Na imagem a seguir, é possível ver, na planta final do laboratório (figura 23), como ele foi sendo expandido conforme necessitava-se de mais espaço para contemplar a demanda dos alunos e como iniciou-se em um pequeno local que englobava apenas as letras L,M,N,O,P,Q:

Figura 23: Planta do Instituto



Fonte: CONRAD, 1985, p.60

A seguir, selecionamos um trecho em que Volhard, que foi aluno de Liebig em 1852, descreve de maneira poética o que pode ter sido um momento real ou fictício, porém provável, no que era chamado de laboratório principal representado pela letra P da figura anterior:

Por um momento, temos dúvidas sobre qual das oito ou nove pessoas que trabalham lá é o professor, mas deve ser ele com a cabeça surpreendentemente bela e os olhos penetrantes e dominantes, embora pareça ser o mais novo do grupo. Ele está em um banco de trabalho, em torno dele os alunos que vêm a cada minuto para perguntar sobre isso e aquilo. Na mesa central, vemos três ou quatro pequenas estufas cheias de carvões brilhantes. O gás não estava em uso naquele momento e a chama de álcool é suficiente apenas para os vasos menores. Aqui, um líquido está a ferver em um grande prato de porcelana;

existe uma destilação [acontecendo] em uma grande retorta de vidro. Mas este material tem seus caprichos, vidro é vidro.

Uma rachadura, a retorta quebra, o ácido corre sobre as brasas e, em um instante, toda a sala está cheia de fumaça e vapores sufocantes. Janelas e portas são abertas apressadamente e o mestre e seus aprendizes fogem ao ar aberto até que a atmosfera do laboratório tenha limpado um pouco. Essas mudanças, desde o laboratório quente fumegante até a temperatura de fora do inverno, são benéficas para a saúde do professor? No entanto, ele tinha muitas oportunidades para se acostumar com elas, pois, dia após dia, passava horas [utilizando] a balança, na sala não aquecida. (VOLHARD *apud* OESPER, [1903], 1927, p. 1469-1470, tradução nossa)

Essas condições perduraram até 1835, ampliações foram feitas em 1839 e foram utilizadas até 1890, de acordo com o estudioso Ralph E. Oesper, o tipo de laboratório estruturado por Liebig, era de tamanha excelência que serviu de modelo para as construções de laboratórios químicos que gradualmente apareceram em outras universidades alemãs, “suas características fundamentais foram incorporadas em edifícios projetados para outras ciências naturais, de modo que possa ser considerado como o protótipo de todos os laboratórios de ensino”. (OESPER, 1927, p.1470)

O fato narrado por Volhard, nos mostra que, mesmo com as dificuldades estruturais e com a rígida atividade e exigência de grande dedicação de seus alunos, a partir do semestre de inverno 1826/27, o cientista insistiu que todos os alunos em seu instituto químico passassem um semestre inteiro trabalhando todos os dias e, todos no laboratório. (ROCKE, 1993)

A admissão dos estudantes em seu laboratório era feita através de uma seleção oral rigorosa, de forma que, ao seu ver, permanecesse somente os que eram realmente interessados, após a primeira semana de aula, ele anunciava que haveria um teste no sábado, de acordo com os relatos de seu aluno Carl Vogt, a sala estava cheia e os estudantes foram questionados sobre diferentes tópicos químicos. No segundo teste, haviam cerca de vinte estudantes e no último exame, apenas cinco, foi então que Liebig diz orgulhoso:

Agora o joio separou-se do trigo! Nós não devemos continuar ainda mais o exame, senhores. Mas desde que eu vi que vocês têm um interesse sério na ciência eu os convido a entrar em meu laboratório. Vocês devem ter lugares lá. Vocês escolherão no que diz respeito ao calendário de suas outras palestras os dias, e horas em que vocês desejarem trabalhar no laboratório.

O meu assistente, Sr. Ettlíng, lhes dará as instruções necessárias e que serão de utilidade para vocês em seus primeiros esforços. (LIEBIG *apud* VOGT, 1896, p. 123-24, tradução nossa)

Após essa etapa, eles eram conduzidos para o laboratório onde o assistente de Liebig, Carl Jakob Ettlíng (1806-1856) lhes apresentava uma introdução fundamental, como cortes de rolhas de cortiças até a fabricação de suas próprias vidrarias, visto que Liebig possuía

a concepção de que saber preparar e trabalhar com esses equipamentos era de suma importância para o químico não só pela sua utilidade mas também pela independência e baixo custo para quem está manipulando, como pode ser visto no trecho abaixo:

Sem vidro, cortiça, platina e borracha, nós deveríamos, provavelmente, nos dias de hoje, ter avançado apenas metade do tanto quanto nós fizemos. No período de Lavoisier, apenas alguns, bem como pessoas muito ricas, eram capazes, em virtude do custo elevado dos aparelhos, de realizar pesquisas químicas. [...]

Por meio de cortiça, nós conectamos largas aberturas com as estreitas; com cortiça e borracha nós conectamos os nossos vasos e tubos de vidro, e construímos o aparelho mais complicado sem o auxílio do *brassfounder*³⁶ e de mecanismos, sem parafusos e torneiras. Assim, os implementos do químico são adquiridos [de modo] mais barato e fácil, e imediatamente adaptados para qualquer finalidade, e prontamente reparados ou alterados. (LIEBIG, 1859, p.124-125, tradução nossa)

Este período de estudos preparatórios demorava em torno de duas a três tardes, considerando que o estudante estava apto a continuar os seus estudos, era conduzido a uma prateleira contendo frascos com letras do alfabeto e lhes entregava o *Rose's Introduction to Qualitative Analysis* que continha as instruções para uma análise qualitativa dos mesmos, solicitando que no dia seguinte eles apresentassem o que continha em seus frascos (GOOD, 1936). De acordo com outro aluno de Liebig, Frank Buckland (1826-180), essa etapa era tão trabalhosa que poderia levar até um ano de análises, como pode ser visto nesta declaração:

Quando um jovem começa aqui, ele geralmente faz um curso em que ele analisa um conjunto de cem garrafas, que às vezes demora um ano. Estes frascos contêm vários compostos que ele tem de descobrir: Nos primeiros dez ele deve encontrar apenas um metal, etc. Nos outros dez, dois metais ou substâncias, etc. Até que, por último, nos maiores frascos contêm seis ou sete substâncias que ele deve descobrir. (BUCKLAND *apud* LAQUA, 2003, p.10, tradução nossa)

Nesta etapa, os estudantes recém-chegados não poderiam questionar aos outros mais experientes no laboratório, isso porque a intenção era permitir que os alunos cometessem equívocos, mesmo utilizando o livro como guia e que pudessem, com o auxílio do assistente, refazer as suas etapas e verificar onde haviam cometido o erro.

De acordo com o estudioso Ralph E. Oesper, Liebig dava grande ênfase a esta parte de sua instrução, porque acreditava que só deste modo os estudantes poderiam se familiarizar com as propriedades das substâncias e só assim, se tornar um químico de fato. Em suma, isso

³⁶ Pessoas que trabalham na construção de objetos ou equipamentos com latão. (Fonte: <http://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/brassfounder>) acessado em agosto de 2016

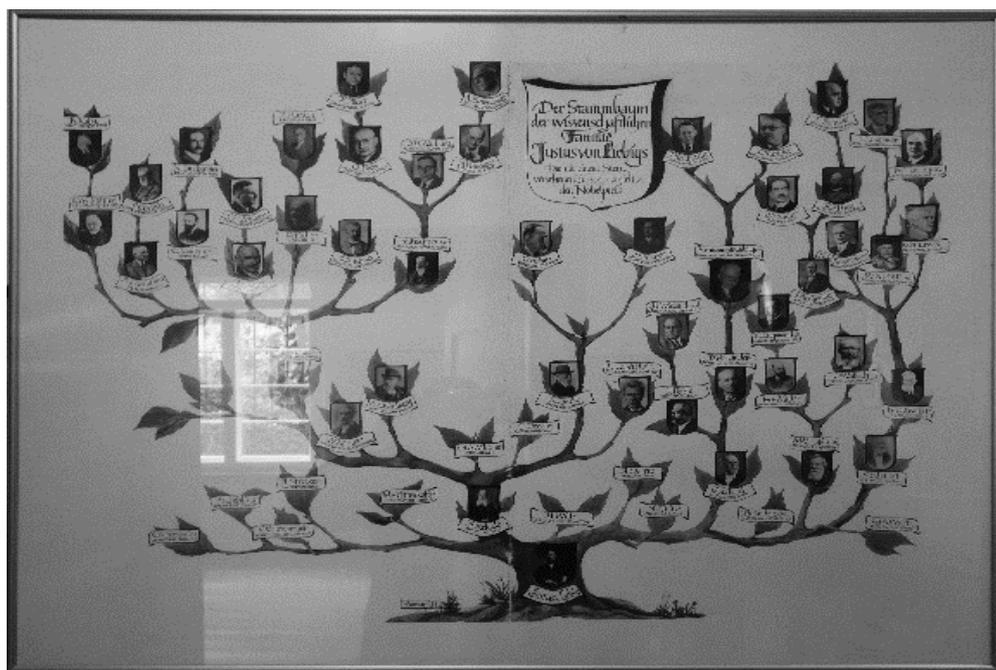
para ele era a única maneira de se tornar um químico, a ênfase estaria sempre em ensinar os alunos a observar e raciocinar de forma independente, permitindo manter a individualidade e a autossuficiência (OESPER, 1927). Após esse treinamento preliminar, o estudante era autorizado a se envolver em uma pesquisa própria, apesar de reuni-los para que discutissem entre si os seus trabalhos, em suas notas autobiográficas fica claro quão livres e independentes ele queria que seus estudantes fossem e como ele monitorava o desenvolvimento deles:

O ensino em si, no laboratório, o qual a prática era assumida pelos assistentes, era apenas para os iniciantes; o progresso dos meus alunos especiais dependia deles mesmos. Eu dava a tarefa e supervisionava a realização da mesma; como o raio de um círculo tem todo o seu centro comum. Não havia nenhuma instrução real. Recebia de cada indivíduo, todas as manhãs um relatório sobre o que ele tinha feito no dia anterior, bem como seus pontos de vista sobre o que ele estava envolvido. Eu aprovava ou fazia minhas críticas. Cada um era obrigado a seguir o seu próprio curso. Associado e relacionado constantemente com o outro, e porque cada um participa no trabalho de todos, cada um aprende com os outros. Duas vezes por semana, no inverno, eu dava uma espécie de avaliação das questões mais importantes do dia. (LIEBIG, 1892, p.664, tradução nossa)

Muitos foram os estudantes que passaram pela escola de Liebig e muitos deles ganhadores de prêmio Nobel³⁷ ou de grande importância para o desenvolvimento da química, nas imagens abaixo (figura 24) é possível ter uma visão do tamanho do alcance do trabalho de Liebig. Não estamos querendo fazer nenhum tipo de “árvore genealógica acadêmica”, apenas estamos apresentando uma metodologia que em pleno século XIX, foi capaz de despertar nesses estudantes o interesse pela pesquisa e pela ciência.

³⁷ O prêmio Nobel só foi estabelecido em 1895.

Figura 24: Árvore que representa os estudantes de Liebig e seus sucessores



Fonte: FOTOGRAFIA TIRADA PELA AUTORA DE UM QUADRO NO LIEBIG MUSEUM - CHEMIEMUSEUM IN GIEßEN, 2016

Para uma melhor visualização, alguns dos nomes da imagem acima e o período em que estiveram em Gießen estão no quadro abaixo:

Quadro 4: Alunos de Liebig

BUFF, Heinrich Ludwig (1828-1872)	1851
ERLENMEYER, Emil (1825-1905)	1844
FEHLING, Hermann von (18n-1885)	1837
HAMM, Wilhelm (1820-1880)	1841-43
HENNEBERG, Wilhelm (1825-1890)	1846
HOFMANN, August Wilhelm von (1818-1892)	1841
KEKULE von Stradonitz, August (1829-1896)	1847
KNAPP, Friedrich Ludwig (1814-1904)	1833-37
KOPP, Hermann (1817-1892)	1838
SCHERER, Johann Joseph (1814-1869)	1840-41
SOBRERO, Ascanio (1812-1888)	1843
STRECKER, Adolf (1822-1871)	1840
VOLHARD, Jakob (1834-1910)	1852
WILL, Heinrich (1812-1890)	1837
WURTZ, Charles Adolphe (1817-1884)	1842

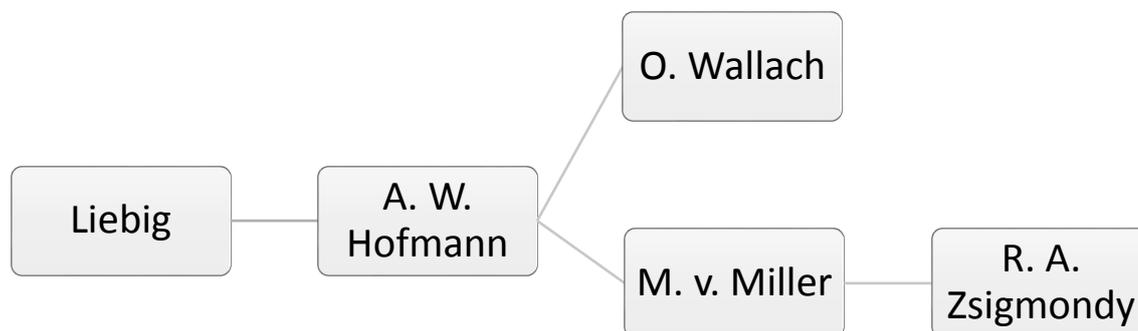
Fonte: QUADRO ELABORADO PELA AUTORA

É interessante ressaltar, que os consagrados com o prêmio, não eram alunos diretos de Liebig, o que nos faz crer que o seu processo de formação foi tão conciso que seus estudantes desenvolveram trabalhos honrosos nas ciências também devido ao incentivo inicial feito pelo cientista.

O reflexo da experiência adquirida neste laboratório, foi aplicada com bons resultados no planejamento de novos institutos, uma nova era na história das instituições químicas começou através de alguns de seus alunos, como é o caso dos laboratórios de Bonn e Berlim, ambos construídos de acordo com os planos da A. W. Hofmann (figura 25), sendo concluídos em 1867, enquanto o de Leipzig, projetado por Adolph Wilhelm Kolbe (1818-1884), estava terminado 1868 (MEYER, 1889).

Hofmann faz parte do grupo de estudiosos que após se formarem no laboratório de Liebig (diagrama 1), tornaram-se professores e formaram outros cientistas, como pode ser visto no diagrama abaixo:

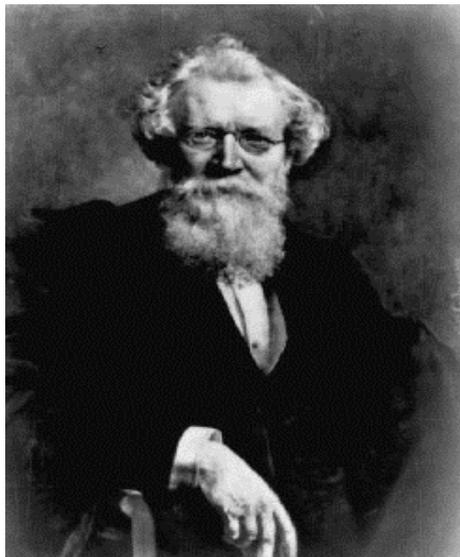
Diagrama 1: Alunos de Hofmann



Fonte: DIAGRAMA ELABORADO PELA AUTORA

Ele estudou no instituto em Gießen em 1843, já era formado em direito e após assistir as palestras de Liebig, interessou-se pela química, tornou-se diretor da *Royal College of Chemistry* onde fundou um laboratório e organizou o curso de química experimental, em 1865 assume o cargo de professor da universidade de Berlim, onde também desenvolveu um laboratório. Suas principais contribuições para o desenvolvimento da química, envolvem a obtenção da anilina por diferentes fontes e a fundação da Sociedade Alemã de Química em 1867.

Figura 25: August Wilhelm von Hofmann



Fonte: SCHWEDT, 2002

De acordo com o artigo de Morris Loeb, um dos alunos de Hofmann, ele era considerado pelos seus alunos como um professor amável e encorajador, característica essa bem destacada por Loeb em seu discurso em memória de seu instrutor. Vejamos:

Estas palestras eram profusamente ilustradas, muito divertidas, e notavelmente lúcidas. Mas o seu propósito era, evidentemente, muito mais para interessar o novato e mostrar as belezas dos tesouros a seu alcance, do que apresentar uma chave real para esses tesouros ou, em outras palavras, para impressionar profundamente os fatos em sua mente. Na eloquência e no nobre entusiasmo nenhum palestrante poderia superá-lo. (LOEB, 1892, p. 315, tradução nossa)

Diante desse trecho, pode-se perceber que Hofmann incorporou em sua prática aquilo que fora destaque em sua fala sobre o seu próprio instrutor, Liebig, que era o entusiasmo afim de “conquistar” os seus estudantes. Outra característica que possivelmente foi herdada de seu período com Liebig, era o constante encontro com cada um de seus alunos para saber o andamento de suas pesquisas. (LOEB, 1892)

Uma declaração de outro aluno, Charles Loring Jackson (1847-1935), traz destaque para o fato de o quanto Hofmann se importava com seus alunos, assim como seu antigo professor. Jackson diz que:

Ele [Hofmann] era, de fato, um dos homens mais gentis, e tinha um forte interesse pessoal em seus alunos, adotando seus sucessos ou fracassos no laboratório como seus; e quando eles estavam em desgraça, ele estava sempre pronto com a sua ajuda, quer no conselho, na simpatia, ou [até] no dinheiro, como eu bem sei. (JACKSON, 1893, p.415, tradução nossa)

Fora da Alemanha, temos alguns outros institutos que foram formulados a partir da vivência no laboratório de Liebig, cuja influência foi comprovada através das declarações de seus criadores ou de estudiosos, como é o caso da Universidade de Harvard com Eben Norton Horsford (1818-1893) (figura 26) e do Birkbeck Laboratory na *University College London* (UCL) com o professor Thomas Leverton Donaldson (1795-1885), imaginamos que é possível que outros laboratórios tenham sido planejados baseados no de Liebig, porém sem auto-declarações de seus idealizadores.

Eben Norton Horsford nasceu em New York e graduou-se em Engenharia Civil. Trabalhou como assistente nas aulas de química do professor Dr. Simmons (sem data) da instituição *Albany Female Academy* da qual tornou-se professor de Matemática e Ciências Naturais, concomitantemente, estudou sobre o processo fotográfico de Louis Jacques Mandé Daguerre (1787-1851) em parceria com Samuel Morse (1791-1872) o que lhe rendeu visibilidade na comunidade científica. Foi convidado a ministrar aulas de química na *Newark College*, onde permaneceu até o ano de 1844, quando viajou para a Alemanha para aprofundar os seus estudos no já renomado instituto de Liebig. (KLOOSTER, 1956)

Figura 26: Eben Norton Horsford



Fonte: SCHWEDT, 2002

O professor John White Webster (1793-1850), foi quem encorajou Horsford a partir para a Alemanha e estava planejando, junto com Benjamin Peirce (1809-1880) uma nova escola que reagruparia todos os professores de ciências de Harvard com os de línguas, de história e de filologia sob uma nova faculdade para dar instruções sobre assuntos avançados e práticos. Não discutiu prováveis fontes de renda, pois nenhuma despesa adicional foi antecipada, Pierce não

pensava em contratar novos professores nem criar novos laboratórios, diferentemente do que pensava o presidente da universidade na época Edward Everett (1794-1865) que imaginava criar uma universidade no estilo alemão em Massachusetts na cidade de Cambridge. (ROSSITER,1971)

Retornando a sua cidade em 1846, por recomendação de Liebig e do professor Webster, tornou-se professor da Universidade de Harvard, onde desenvolveu um laboratório de análise química baseado no modelo de seu antigo professor e organizou o laboratório de química na recém-criada *Lawrence Scientific School* (1847), que recebeu esse nome pela contribuição financeira para a sua instalação de Abbott Lawrence (1792-1855) (ROSSITER, 1971). De acordo com o pesquisador Charles L. Jackson, Horsford como professor, transmitia “clareza” e um “temperamento entusiástico” estimulava seus alunos, características essas que foram destaque em sua fala sobre Liebig. (JACKSON, 1893) O método de seu mentor, aplicado em seu laboratório, também causou grande impacto em seus alunos, como é o caso de Charles Sanders Pierce (1839-1914), que mais tarde enalteceria Horsford por ter lhe ensinado a como pensar no laboratório. (JOHN, 1998)

Comprometido com o ensino superior para mulheres, tornou-se benfeitor da instituição *Wellesley College*³⁸ (figura 27) na qual ocupou o cargo de presidente do conselho de visitantes³⁹ e contribuiu doando livros e equipamentos, dizia que a biblioteca era parte indispensável para o progresso da instituição, principalmente por permitir que se conheça o que foi escrito no passado. (WELLESLEY COLLEGE, 1893)

³⁸ Instituição de ensino superior para mulheres criada em 1875 em Massachusetts.

³⁹ Era amigo do fundador da instituição Henry Fowle Durant (1822-1881), não aceitou o cargo de administrador, ficando responsável pela recepção dos estudantes, pelo “aconselhamento” deles.

Figura 27: Prédio original Wellesley College



Fonte: GLASSCOCK, *et al.*, 1975

Na obra *In memoriam* feita pelo colégio, eles abordam algumas das suas atitudes em relação à instituição que demonstram grande dedicação e apreço pelo magistério. Em uma de suas declarações, diz que muito deve aos seus “oficiais de instrução” e que para ele, era um privilégio poder dar aulas. (WELLESLEY COLLEGE, 1893)

Além das suas atividades como professor, Horsford tem trabalhos que envolvem a ação do mercúrio em vários metais, a relação entre as propriedades dos metais alcalinos e seus pesos atômicos, a utilização de bifosfato de cálcio na fabricação de pães e pesquisas que englobavam benefícios para a humanidade, como a ação da água sobre tubos de chumbo, uma exaustiva investigação para determinar um material melhor para os encanamentos de Boston. (JACKSON, 1893)

O caso do laboratório Birkbeck (figura 28), é interessante por ter sido proposto por um arquiteto, Thomas Leverton Donaldson (1795-1885) que foi o primeiro professor de arquitetura da UCL e primeiro presidente da *Royal Institute of British Architects* (MORRIS, 2015), no livro *Curiosities of London*, John Timbs comenta que o laboratório foi projetado por Donaldson em 1845, combinando os melhoramentos atuais das escolas com o que era feito por Liebig em Gießen (TIMBS, 1855). No entanto contou com a contribuição do professor George Fownes (1815-1849), que permaneceu um tempo em Gießen e tentou implantar algumas atividades do laboratório alemão, porém com sua morte prematura, a semelhança apenas permaneceu na estrutura do laboratório. (MORRIS, 2015)

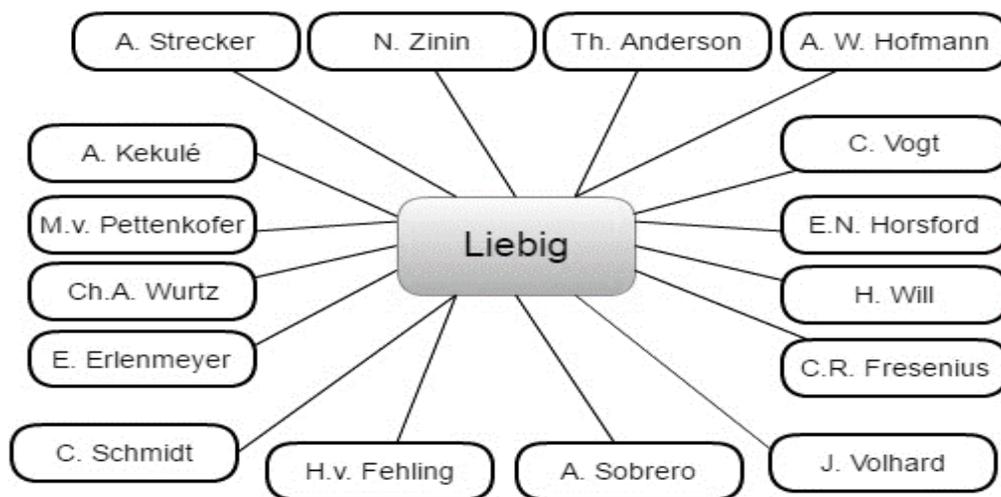
Figura 28: Laboratório de Birbeck, 1846



Fonte: MORRIS, 2015, p.110-111

Além dos alunos citados anteriormente, muitos outros seguiram a carreira acadêmica, entretanto, não há registros sobre a atuação docente, o que reforça a necessidade de mais trabalhos como esta tese, para divulgar esses cientistas, importante também que a área de história da ciência se debruce mais nesses personagens que contribuíram com o desenvolvimento da ciência e atuaram como professores desempenhando um importante papel na consolidação de universidades, a partir de seus respectivos departamentos. No diagrama a seguir, estão destacados aqueles que foram seus alunos diretamente (diagrama 2), que chamamos de alunos de primeira geração:

Diagrama 2: Estudantes de primeira geração

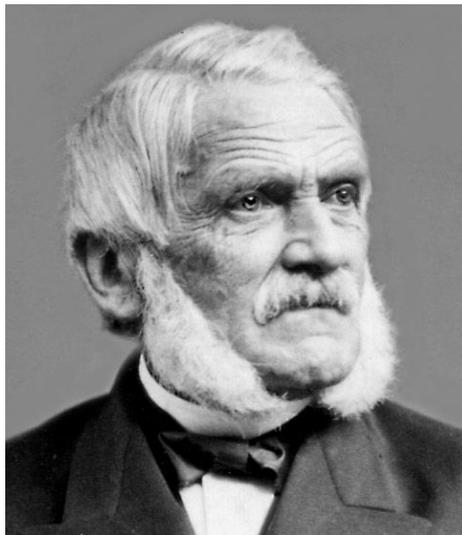


Fonte: DIAGRAMA ELABORADO PELA AUTORA

Diferente dos estudantes apresentados anteriormente, para os cientistas os quais nos referimos a seguir, não encontramos dados biográficos ou informações suficientes sobre a sua atuação docente. Assim, descreveremos, brevemente, focando a sua trajetória após a sua formação e, quando possível, buscamos encontrar características de ensino, semelhantes às de Liebig, que serão debatidas no próximo capítulo.

Apesar de muito conhecido nos cursos de química e farmácia, o aluno de Liebig, Hermann von Fehling (1812-1885) (figura 29), que já havia estudado farmácia, e frequentou o laboratório de Liebig no período de 1837 até 1838, em 1839 tornou-se professor de química e tecnologia na Escola Politécnica de Stuttgart, sendo responsável pela expansão do departamento de química do que tornaria a Universidade de Stuttgart. Liebig era muito exigente quanto ao comparecimento e desenvolvimento das pesquisas em seu laboratório e em uma carta a seu amigo Eduard Vieweg (1797-1869), faz uma crítica a Fehling, dizendo que apesar de ser bom no que fazia, “ficava muitas vezes doente, o que causava interrupções e atrasos em suas pesquisas”. (SCHWEDT, 2002, p.140)

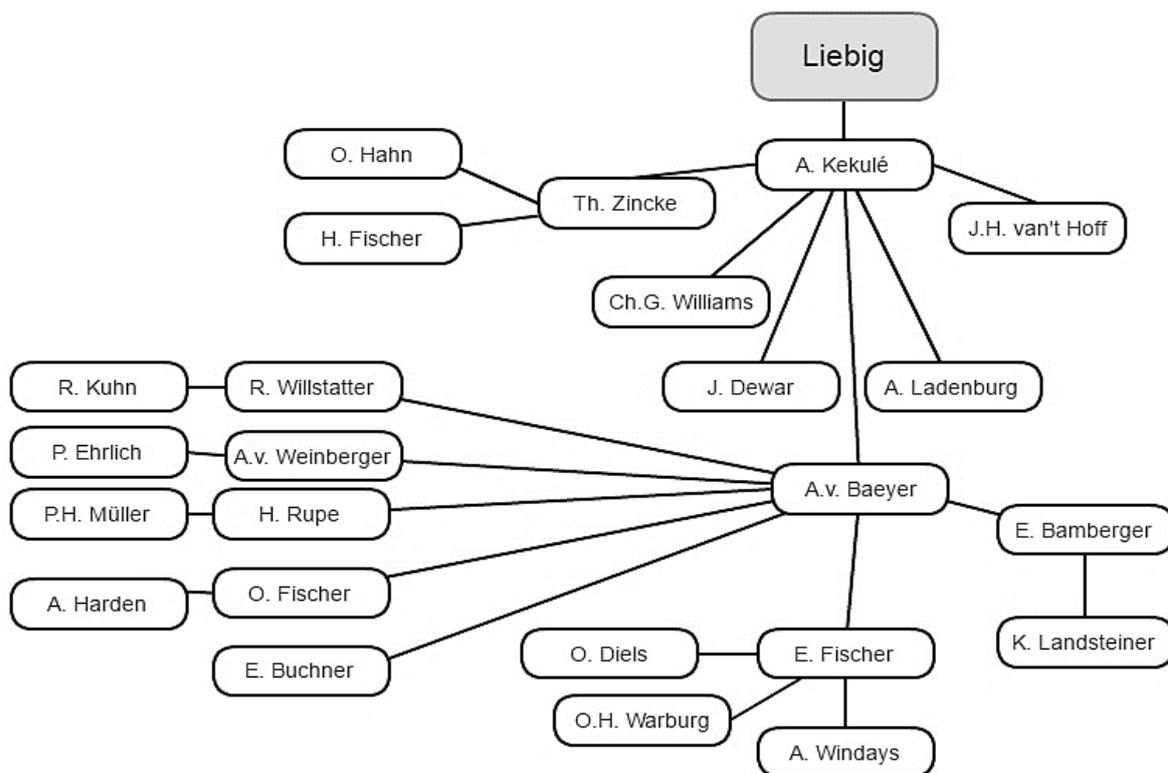
Figura 29: Hermann von Fehling



Fonte: <http://www.fehling-lab.de/Fehling-Lab/Fehling.html>

Outro aluno que podemos abordar, é Friedrich August Kekulé von Stradonitz (1829-1896) (figura 30), que começou os seus estudos em arquitetura em Gießen em 1847 e em 1849 troca de curso ao assistir a uma palestra de Liebig. Pode-se perceber que Kekulé desejava atuar como professor, provavelmente pelo apoio às pesquisas que as universidades ofereciam, ele se forma em 1852, mas como não havia nenhum cargo de professor disponível, foi continuar seus estudos em Paris e em 1857 tornou-se professor de química da universidade de Ghent na Bélgica e em 1867 na universidade de Bonn (ROCKE, 2016). Ele também faz parte do grupo que participou da formação de outros cientistas, como mostra o diagrama na página seguinte:

Diagrama 3: Alunos de Kekulé



Fonte: DIAGRAMA ELABORADO PELA AUTORA

Kekulé é um dos alunos mais conhecidos, devido às suas contribuições para a química orgânica, principalmente nos estudos sobre o átomo de carbono. Ele é autor do livro que contém anotações sobre as aulas de Liebig, porém não foi encontrado relatos de seus alunos sobre como era a sua forma de ensinar. (KRÄTZ; PRIESNER, 1983)

Figura 30: Kekulé jovem



Fonte: KRÄTZ; PRIESNER, 1983

Charles Adolphe Wurtz (1817-1884) cursou medicina na Universidade de Strasburg (figura 31), seu pai queria que ele estudasse teologia, como ele próprio havia feito ou medicina, como Wurtz já se interessava pelos trabalhos experimentais e pela química, uma disciplina que estava presente no curso de medicina. Em 1835 tornou-se assistente geral dos cursos de química e farmácia da instituição e após quatro anos neste cargo, participou de um rigoroso processo seletivo e assumiu o cargo de chefe da fábrica de produtos químicos da faculdade ao mesmo tempo que escrevia o ensaio *Histoire Chimique de la Bile à l'État Sain et à l'État Pathologique*. (WURTZ, 1882)

Figura 31: Charles Adolphe Wurtz



Fonte: <https://global.britannica.com/biography/Charles-Adolphe-Wurtz> Acessado em novembro de 2015

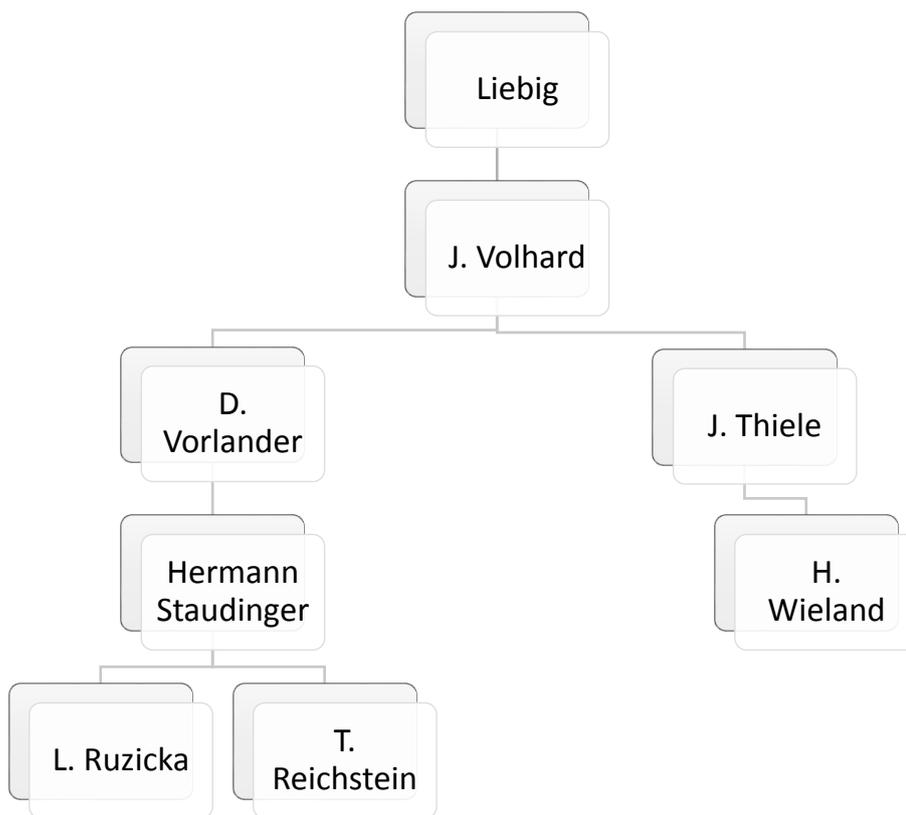
No período de 1846-1851, atuou como chefe de departamento da escola de artes e produtos, tornou-se professor em 1851 do instituto agrícola de Versailles, em 1875 foi professor de química orgânica na faculdade de ciências da Universidade Sorbonne. De acordo com o artigo de Jaime Wisniak, Wurtz, era considerado um professor entusiasmado, motivador, por esse motivo, se diferenciava dos outros professores franceses. (WISNIAK, 2005)

Alguns de seus trabalhos são a determinação da constituição do ácido hipofosforoso, estudos sobre os derivados da amônia através do aquecimento da ureia, o isolamento dos radicais metil e etil em parceria com Edward Frankland (1825-1899) e a conhecida reação de Wurtz, que a princípio envolvia um haleto de alquila contendo iodo com um acetato de prata, formando um acetato de butila e depois foi mais profundamente estudada

por Rudolf Fittig (1835-1910) que mostrou que na presença de sódio metálico, haveria a formação de um hidrocarboneto. (WISNIAK, 2005)

Jacob Volhard (1834-1910) foi também (figura 32), estudante da escola de Liebig que seguiu a carreira acadêmica, como pode ser visto no diagrama abaixo alguns de seus estudantes:

Diagrama 4: Alunos de J. Volhard



Fonte: DIAGRAMA ELABORADO PELA AUTORA

Logo no primeiro semestre como estudante de química experimental com Liebig, em 1852, tornou-se seu assistente. Mais tarde, quando Liebig foi para a Universidade de Munique, Volhard foi convidado para assumir o cargo de professor em Gießen. Devido a fama e reconhecimento do trabalho realizado por Liebig em toda a Europa, Volhard relutou em assumir o cargo, pois acreditava que possuía pouca experiência prática em laboratório. Por insistência do próprio Liebig, que dizia que ele era muito versátil, completo e merecedor de ser professor e não assistente, em 1862, aceitou o cargo e permaneceu por dois anos. (VORLÄNDER, 1912)

Figura 32: Jacob Volhard



Fonte: VORLÄNDER, 1912

Tornou-se professor da mesma instituição em 1865. Foi o responsável pela primeira biografia de Liebig, infelizmente não há muitas referências sobre a metodologia de ensino de Volhard, mas pode-se dizer que ele seguiu a carreira docente por toda a sua vida. (SCHWEDT, 2002)

Esses foram apenas alguns alunos de Liebig que selecionamos. Depois de 28 anos em Gießen, e da formação desses e de muitos outros cientistas, em 1852 ele foi convidado pelo rei Bávaro Maximilian II, para 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. Esse número foi aumentando de acordo com o crescimento e repercussão do instituto. (FRUTON, 1988)

Liebig continuou a dar aulas, porém em uma extensão menor, realizava palestras noturnas com experimentos nas quais a família real também participava como convidados. (LIEBIG MUSEUM - CHEMIEMUSEUM IN GIEßEN, 2016), ele escreveu em suas notas autobiográficas, sobre o período que permaneceu em Gießen com saudade:

Eu sempre relembro com alegria os vinte e oito anos que passei lá [em Gießen]; foi por uma grande coincidência que me levou para aquela pequena universidade. Em uma grande universidade, em cidades maiores as minhas forças seriam fragmentadas e para alcançar o objetivo que eu procurava seria muito mais difícil; talvez impossível; mas em Gießen [ele havia alcançado o seu objetivo] focando tudo no trabalho, foi um apaixonado desfrute. (Fragmento de um quadro do LIEBIG MUSEUM - CHEMIEMUSEUM IN GIEßEN, 2016)

Através deste capítulo foi possível traçar um panorama inicial do engajamento de Liebig com a ciência e a atividade laboratorial. Dando continuidade a essa temática,

detalharemos as características do perfil docente de Liebig baseadas em declarações de seus alunos e de suas obras, compiladas em categorias.

4 – CARACTERÍSTICAS DA METODOLOGIA DE ENSINO DE LIEBIG

Como apresentado no percurso metodológico, dentre as obras estudadas, as que selecionamos por conter um maior número de reflexões sobre o ensino, compreensão sobre a química ou ciências foram: *Chemische Briefe* (Cartas químicas)⁴⁰ - 1844, *Reden und Abhandlungen* (Discursos e Tratados)⁴¹, Hrsg. v. G. Liebig u. M. Carrière, 1874, Nachdruck 1965, *Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie* (A química orgânica e sua aplicação na agricultura e fisiologia) - 1840.

A obra “*Chemische Briefe*”, cuja tradução para o inglês é “*Familiar letter on chemistry, in its Relations to Physiology, Dietetics, Agriculture, Commerce, and Political Economy*” tem, conforme mencionamos, o objetivo de “tornar conhecido para um maior número de pessoas o recente progresso da química e explicar os princípios da ciência natural em algumas de suas mais importantes aplicações” (LIEBIG, 1859, p.vi), além de proporcionar o conhecimento de outras ciências que estavam diretamente relacionadas com a química, como a Agricultura, a Fisiologia, a Filosofia Natural. Outra obra que utilizamos foi a “*Reden und Abhandlungen*” (Discursos e Memórias), que não possui tradução para o inglês, contém diversos discursos proclamados durante a sua época de atividades em Munique.

Os trechos das declarações de seus alunos foram retirados de artigos, biografias e do livro que contém anotações das aulas de Liebig e de seu aluno Kekulé, “*Liebigs Experimentalvorlesung – Vorlesungsbuch und Kekulé Mitschrift herausgegeben von Otto Paul Krätz und Claus Priesner* (Palestras Experimentais de Liebig – Livro de Palestras e transcrição de Kekulé editado por Otto Paul Krätz e Claus Priesner).

Seus alunos muito o admiravam por causa de seu método diferenciado de ensinar, ele não divagava com extensas palestras sobre as reações químicas através de teorias, como era muito comum na época, em vez disso, ele ensinava conhecimentos concretos com base em experimentos químicos que ele realizava, explicava e justificava em suas aulas. Ele permitia que seus alunos expandissem seus conhecimentos de forma independente, através dos experimentos.

O seu reconhecimento como um professor foi imediato. Seu vasto conhecimento, sua habilidade em laboratório, o seu entusiasmo, a sua capacidade de superar as dificuldades, a facilidade com que ele analisava os problemas, despertou em seus alunos o respeito e a

⁴⁰ Apesar de possuímos a edição de 1844, optamos por utilizar a edição de 1859 por ser a mais completa

⁴¹ A edição utilizada foi a de 1992

admiração pelo seu trabalho. A sua dedicação para com a química era tamanha que ao aconselhar seu aluno Friedrich August Kekulé (1829-1896) sobre como ser um bom químico, ele diz que: "Se você quer ser um químico, você terá de arruinar a sua saúde; ninguém que não arruine a sua saúde com o estudo nunca vai fazer nada em química nos dias de hoje." (LIEBIG *apud* OESPER, p.1471, 1927)

Na declaração de seu aluno Eben Norton Horsford (1818-1893), o seu segundo aluno americano, ele descreve como foi a sua primeira aula em 1844 e a visão que tinha de Liebig e o que ele transmitia para seus alunos:

Todos os seus movimentos, e particularmente os relacionados com a demonstração, experimentação, ou ilustração, são graciosos a um grau que eu não vi igual em qualquer outro conferencista. Vê-lo segurar na mesma mão três tubos de ensaio de vidro e um número igual de rolhas, enquanto com a outra, ele derrama de recipientes que contenham reagentes, num primeiro momento, é animador e surpreendente... (HORSFORD *apud* KLOOSTER, p. 494, 1956, tradução nossa)

Já as declarações de Carl Vogt (1817-1895), baseadas no período em que esteve em Gießen, 1834, portanto 10 anos antes das de Horsford, traz uma visão completamente oposta ao que foi mencionado por Horsford, o que nos faz perceber que Liebig estava em constante formação como professor. Vale lembrar ainda, que ele havia começado sua carreira em Gießen em 1826, nas palavras de Vogt:

As palestras de Liebig me atraíram muito mais [comparando com as palestras de Johann Bernhard Wilbrand (1779-1846)]. Ele estava então no auge de seu poder e entusiasmo e a cada palavra sua, proclamava sua determinação em nos dar a instrução mais profunda.

As palestras não eram, certamente, modelos se consideradas as descrições, o desempenho dos experimentos ou a derivação das conclusões e inferências. Liebig era naquele tempo ainda precipitado em tudo o que realizava. Ele era muito propenso a deixar de fora os passos intermédios no curso do raciocínio. (VOGT, 1896, p.123)

Pelo trecho selecionado abaixo de um discurso proferido em Gießen, no início de sua carreira, acreditamos que Liebig considerava inadequado trabalhar com um número maior de estudantes no laboratório. Isto o preocupava e fazia com que buscasse uma forma de sua prática atingir o maior número possível de alunos e conseqüentemente uma melhor aprendizagem:

A necessidade de uma instituição em que os alunos pudessem ser instruídos na arte da química, e refiro-me familiaridade com as operações de análise química e habilidade no uso de aparelhos, fazia sentido, e, portanto, aconteceu

que, na abertura de meu laboratório para o ensino de química analítica e dos métodos de pesquisa química, os alunos de diferentes diplomas fluíram de todos os lados. Como o número [de estudantes] aumentou eu tinha a maior dificuldade com o próprio ensino prático. Para ensinar um grande número em um tempo determinado, é necessário ter um plano sistemático, ou método passo-a-passo, que primeiro teve que ser pensado e posto à prova. (LIEBIG, 1892, p. 662)

Vogt ainda faz uma crítica sobre a forma como Liebig era distraído e que cometia erros durante a elaboração dos experimentos:

Nos experimentos de aula ele constantemente selecionava os materiais errados ou conseguia apenas porque os assistentes colocavam os instrumentos e reagentes adequados em sua mão direita e esquerda.

A excelência de sua manipulação em laboratório era igualada apenas pela sua falta de sucesso na palestra-demonstração e, no entanto, apesar destes defeitos, os alunos eram conduzidos e inspirados pelo seu ardor pelo seu assunto. (VOGT, 1896, p.123)

Tal declaração não condiz com as declarações de outros estudiosos deste cientista, bem como com as declarações de outros alunos seus, como as do próprio Horsford, mostrada anteriormente. A experimentação estava presente em vários momentos de suas obras, sendo a principal característica de sua metodologia de ensino, acreditamos, portanto, poder inferir que esse descompasso nas aulas práticas que Vogt assinala, não era uma característica própria de Liebig.

Assim, discutiremos a seguir, as características de Liebig que encontramos ao analisar as suas obras e as declarações de seus alunos, agrupamos em categorias que surgiram *a posteriori* e que denominamos de Atividade Experimental, Linguagem, Motivação e Natureza do Conhecimento Científico.

Atividade Experimental

Como foi possível perceber até este momento, a atividade prática era a base da metodologia de ensino de Liebig. A importância da experimentação para a compreensão da ciência é algo que por séculos vem sendo afirmado por vários filósofos, cientistas e pesquisadores, apresentando inúmeros argumentos que sustentam as suas perspectivas. O experimentalismo como uma forma de ensinar já era adotado pelos filósofos naturais empiristas como John Locke (1632-1704), Francis Bacon (1561-1626), Auguste Comte (1798-1857) e por outros estudiosos preocupados com o ensino, como Jane Marcet (1769-1858) e Michael Faraday (1791-1867).

Em seu discurso de 1852, sobre o estudo das ciências naturais⁴² Liebig apresenta qual seria o objetivo da química experimental em sua opinião, “fazer com que os estudantes conheçam os princípios da ciência, das coisas, das forças, sua natureza e propriedades” e que com isso, eles consigam “adquirir a capacidade de perguntar e resolver as suas questões, cada um em seu tempo”. (LIEBIG, 1852, p.156)

Outro nome que podemos citar, que defendeu a atividade prática, Berzelius no final do século XVIII foi desencorajado pelo seu professor a fazer trabalhos em laboratório, quando era estudante de medicina em Upsala, ele foi questionado se sabia a diferença entre uma cozinha e um laboratório, para ter tal vontade. Mas Berzelius não desistiu, executava os experimentos em sua própria sala e oito anos depois estava incluindo essas atividades em operações farmacológicas e químicas na escola de medicina em Stockholm. (GOOD, 1936)

O filósofo Herbert Spencer (1820-1903) também defendia a utilização de processos de investigação para ensinar no século XIX. Em sua concepção, utilizar o laboratório possibilitaria a melhor compreensão dos fenômenos naturais, as informações sobre a natureza que não eram encontradas em livros seriam fornecidas através da observação do mundo e das atividades realizadas em laboratório. Este filósofo corroborava com a concepção de Liebig, de que as ciências seriam essenciais para a formação humana. (ISKANDAR; LEAL, 2002)

Durante o século XIX surgiram três possibilidades de utilizar o laboratório como facilitador da aprendizagem, uma delas⁴³, a verdadeira descoberta dos fatos ou abordagem heurística, na qual os estudantes tinham total liberdade para investigar o mundo natural de acordo com os seus interesses (DEBOER, 2006, p.25), acreditamos que o ensino de Liebig era pautado nesta forma de ensinar, que permitia que os estudantes caminhassem em seu tempo, em suas próprias palavras: “eles [todos aqueles dispostos a explorar o mundo natural] devem adquirir a capacidade de fazer certas perguntas, para resolve-las, cada um em seu tempo”(Liebig, 1852, p.156) perspectiva essa presente nos escritos do filósofo e pedagogo Johann Friedrich Herbart (1776-1841) que nos diz que: “A cada momento, a mente do aluno progride numa determinada direção e numa determinada velocidade. Esse é o efeito do ensino ministrado até o presente, e isso indica ao mestre a direção e a velocidade que ele deve, doravante, ir em frente”. (HERBART, 1982, p. 101)

⁴² Studium der Naturwissenschaften

⁴³ As outras duas, corresponderiam a verificação, na qual os estudantes confirmavam fatos ou princípios científicos no laboratório, assim o estudante já sabia o que deveria encontrar; e por último, investigação, que seria uma busca guiada, em que o estudante é direcionado a resolver questões para alcançar o seu objetivo. (DEBOER, 2006).

Os alunos de Liebig, guiados pelo professor, passavam muitas horas realizando as suas pesquisas nos laboratórios, já que, do seu ponto de vista era necessária muita dedicação prática para ser um bom químico. Pode-se perceber isto em um exemplo de grade de horários de um de seus alunos (figura 33), as aulas que eram práticas, aconteciam todos os dias, incluindo os sábados até as 22h30, horário que é sugerido para dormir. Os domingos eram reservados para a igreja, e as atividades ao ar livre, como por exemplo os passeios no jardim botânico:

Figura 33: Grade do aluno Eben Norton Horsford (1818-1893) do ano de 1846

Zur Person: Ebenezer, Norton Horsford (1818 - 1893) studierte 1844 - 46 bei Liebig.
 H. wurde noch 1846 zum Professor am Harvard College - New Cambridge ernannt.
 Er gründete die erste Chemische Lehranstalt nach Liebigs Vorbild in Amerika.
 Erfindungen: Backpulver (zusammen mit Liebig) - Kondensmilch - Nahrungskonzentrat - Benzolampe

Ergebnisse im Jahre 1846 des folgenden wöchentlichen Stundenplans - weekly schedule - emploi du temps

Uhrzeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
6 - 7	Dr. Will Lötrohr - Analyse Blowpipe Analysis analyse prognostique		Fresenius Quantitative und Qualitative Analyse	Fresenius Quantitative und Qualitative Analyse	Fresenius Ökonomische und Technische Chemie Economic and Technical Chemistry	Fresenius Ökonomische und Technische Chemie Economic and Technical Chemistry	
7 - 8	" "	Kopp Kristallographie Crystallography	Kopp Kristallographie Crystallography	Will Qualitative Anorgan. Chemie Qualitative Inorganic Chemistry	Kopp Kristallographie	Will Qualitative Analyse	
8 - 11	Dr. Will Quantitative und Qualitative Analyse	-----	-----	-----	-----	Keine Laborarbeit no laboratory today	9 - Kirche church église
11 - 12+	Liebig Experimentalchemie	-----	-----	-----	-----	-----	Rest des Tages gewöhnlich ein Ausflug rest of day usually on an outing le reste de journée général une excursion
----- Essen und Entspannen - dine and lounge - manger et se détendre							
Nachmittag - afternoon - après-midi							
3 - 6:30	Laborarbeit work in laboratory	-----	-----	-----	-----	2 - 2:30 Kopp Kristalle zeichnen drawing crystals dessiner cristaux	
----- Spaziergehen und Entspannen - walk and lounge - se promener et se détendre							
8 - 9:30	Deutschunterricht German lesson cours d'allemand	-----	-----	-----	-----	Besorgungen in der Stadt arrange affairs in town affaires et divers	
10:30	zu Bett to bed à lit	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Fonte: FOTOGRAFIA RETIRADA PELA AUTORA DE UM QUADRO NO LIEBIG MUSEUM - CHEMIEMUSEUM IN GIEßEN, 2016

A imagem acima é a grade de horários do aluno Eben Norton Horsford (1818-1893) do ano de 1846, para uma melhor visualização, iremos descrevê-la:

- De 6h-7h, na segunda aula com o Dr. Will de Análise de Elementos em Minerais; as terças, aula com Kopp de Cristalografia; quarta e quinta com o professor Fresenius de Análise Qualitativa e Quantitativa, sexta e sábado, este mesmo professor ministrava aulas de Química Econômica e Técnica;
- De 7h-8h, na segunda aula com o Dr. Will de Análise de Elementos em Minerais; as terças, quartas e sextas, aula com Kopp de Cristalografia; quintas, com o professor Dr. Will de Química Inorgânica Qualitativa; sábados, esse mesmo professor era responsável pelas aulas de Análise Qualitativa;
- De 8h-11h, de segunda à sexta, aula com o Dr. Will de Análise Qualitativa e Quantitativa; e aos domingos, frequentavam a igreja;
- De 11h-12h, de segunda ao sábado, aula com o Liebig de Química Experimental; aos domingos, a partir desse horário até as 21h:30, era reservado para excursões ou aulas ao ar livre;
- De 15h-18h:30, de segunda à sexta, trabalhos no laboratório; aos sábados, aula com o professor Kopp de Desenho de Cristais;
- De 20h-21h:30, de segunda a sexta, Lições de Alemão⁴⁴; aos sábados, encontros na cidade.

O horário de 18:30 as 20h, era reservado para o descanso dos alunos, para caminharem, conversarem, o que nos mostra que apesar da densa carga horária exigida no curso, Liebig se preocupava com o momento de descanso mental de seus alunos, visto que o horário para dormir só aconteceria as 22:30h, as vezes até mais, dependendo do aluno. Além da enorme dedicação que os alunos deveriam ter, como apresentado na figura acima, o trecho a seguir nos faz crer que de fato o método de ensino defendido por Liebig seria a investigação:

Acredite em mim, acredite em quem tem uma experiência de quase trinta anos, e uma estreita familiaridade com a história da ciência natural que, quando um naturalista consegue enriquecer a vida humana por suas investigações, ele o faz por meio de um método de investigação. É a partir deste que se pode dizer que procedem os avanços extraordinários que o comércio, a indústria, a mecânica e a história natural fizeram durante os últimos cinquenta anos (LIEBIG, 1852, p. 162).

⁴⁴ Como Horsford era norte americano, era uma exigência de Liebig, aprender o idioma

Conforme abordamos anteriormente, Justus von Liebig delegava grande importância a prática para a compreensão do fenômeno, desde a escola, ele já sentia a necessidade de fazer experimentos para compreender o que lia sobre a química. Quando jovem, leu inúmeros livros sobre química, de autores, como Stahl, Cavendish, e em suas notas autobiográficas já deixa claro que para ele a leitura era importante para a compreensão do fenômeno, mas que somente a prática lhe tornaria um químico (LIEBIG,1892). Assim:

Estou certo de que este método de leitura foi de pouco benefício para mim, na medida em que estava interessado na aquisição de informações positivas, mas ele desenvolveu em mim um talento que é típico dos químicos, ou seja, a capacidade de pensar em termos de fenômenos. Esta faculdade só pode ser desenvolvida através do exercício constante dessa aptidão e, no meu caso, isso foi feito por tentar realizar, na medida do possível, todas as experiências descritas nos livros que li. Meus recursos eram muito limitados, mas repeti inúmeras vezes essas experiências que eu poderia executar até que não observasse nada de novo. A consequência foi o desenvolvimento de uma memória das aparências externas, em particular de um reconhecimento delicado de semelhanças e diferenças dos materiais ou fenômenos. Mais tarde, este foi de grande valor para mim. (LIEBIG,1892. p.656)

No trecho acima é possível identificar aspectos que se tornariam parte da metodologia de ensino de Liebig, como a repetição dos experimentos e da importância da observação para a conclusão dos mesmos. Os alunos, em seu laboratório, tinham de preparar os gases mais importantes, eram cuidadosamente treinados em análise qualitativa e quantitativa, tinham de realizar inúmeras vezes as preparações, para a produção de substâncias puras, com bom rendimento a partir de materiais em bruto. (OESPER, 1927)

Em outra obra sua, "*Chemistry in its Application to Agriculture and Physiology*" (1842), ele destaca que o experimento é o meio através do qual a natureza se comunica com o cientista, assim:

A natureza nos fala através de uma linguagem peculiar, a linguagem dos fenômenos; ela responde em todas as vezes, as perguntas que lhe são colocadas; e tais questões são experimentos.

Um experimento é a expressão de um pensamento: estamos perto da verdade quando o fenômeno é esclarecido pelo experimento que corresponde ao pensamento; enquanto o resultado oposto mostra que a questão foi falsamente afirmada, e que a concepção estava errada. (LIEBIG, 1842, p.57-58)

Nesta mesma obra, prossegue expondo as suas ideias de como um naturalista deve agir em suas investigações, ele mostra que não se deve fazer uma investigação baseando apenas nos pressupostos das correntes filosóficas que direcionavam as investigações na época, pois

elas são passíveis de erro, e assim, o naturalista deve refletir sobre o fenômeno que está trabalhando e não apenas fazer uma afirmação generalista:

Para explicar um fenômeno da natureza, o naturalista procura estabelecer relações entre as partes que observa. É evidente que observando os fatos que acompanham invariavelmente o mesmo fenômeno pode deduzir-se desde cedo a suposição, de que um é originado pelo outro ou dependente dele: Mas, em vez de fundamentar a ideia em uma razão justificada, repousam unicamente sobre uma observação que pode indiferentemente relatar ou não, o espírito de todo o mundo. (LIEBIG, 1865, p.297)

O cientista levou consigo esta característica investigativa ao reformular o curso de Gießen, de forma que tivesse um semestre somente com aulas experimentais. Em outubro de 1827, ele publica na revista *Magazin für Pharmazie* o quanto ele está satisfeito e anuncia o que tem feito 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 suficiente, nem de longe, para criar em um jovem alguma proficiência e habilidade no trabalho analítico. Portanto, no ano passado, eu apresentei uma alteração no plano de ensino no instituto químico-farmacêutico daqui. Os alunos do instituto agora assistem a palestras em química, em botânica, em mineralogia, etc, como preparação, durante o semestre de verão. Todo o semestre de inverno é dedicado, contudo, para trabalhos práticos no laboratório químico, no qual eles devem ocupar-se com o trabalho analítico, desde a manhã até a noite. Este trabalho é conectado com exames semanais.

Eu tenho a grata convicção que até agora ninguém deixou o instituto sem ter aprendido alguma competência para levar consigo. (LIEBIG, 1827, p. 98-99)

Liebig parece ter atuado como um professor com habilidade pedagógica diferenciada, ele formulou um curso adaptado de acordo com a sua experiência, a disposição das aulas foi focada na compreensão do que considerava como importante. Alguns autores, como por exemplo a dissertação de mestrado do alemão Willi Conrad (1985), traz uma comparação entre um memorando enviado pela Sociedade Alemã de Química em 1976, sobre conteúdos que o ensino de química deveria englobar e as características necessárias para a formação dos professores de química e esses mesmos assuntos foram abordados por Liebig.

Não podemos afirmar que esse memorando foi baseado na didática que aconteceu ou estava acontecendo no laboratório de Gießen, porém, como já foi visto, como muitos alunos de Liebig foram para as diferentes universidades alemãs, eles podem ter influenciado na formulação dessas “diretrizes”, tendo em vista que, são muito próximas do que foi proposto por

Liebig, como poderá ser ponderado a seguir, nos conteúdos propostos pelo memorando e na proposta do curso de Liebig:

Quadro 5: Conteúdos de Liebig

Conteúdos
Propriedades e Estrutura da Matéria
Reações Químicas
Procedimentos e Métodos químicos
Química, tecnologia, meio ambiente, com conhecimentos básicos sobre as relações entre química e nutrição, saúde, ambiente, energia e produtos a serem adquiridos na vida cotidiana. Conhecimentos básicos de áreas afins, como física e matemática é essencial.

Fonte: CONRAD, 1985

Já o currículo do curso de Liebig estava dividido em dois semestres, um de verão e um de inverno, começando sempre pelo primeiro. Sendo estruturado da seguinte forma em 1827:

Quadro 6: Currículo do semestre de Verão proposto por Liebig

Semestre de verão	
Matemática Pura	5 horas por semana
Química Experimental	5 horas por semana
Ensino dos Reagentes e Teoria da Química Analítica	4 horas por semana
Farmacêutica sem aquecimento e verificação da qualidade e autenticidade dos medicamentos	3 horas por semana
Botânica Geral	5 horas por semana
Mineralogia	5 horas por semana

Fonte – REPRODUÇÃO DO QUADRO DO LIEBIG MUSEUM - CHEMIEMUSEUM IN GIEßEN, 2016

Quadro 7: Currículo do semestre de Inverno proposto por Liebig

Semestre de inverno	
Matemática Aplicada (particularmente estequiometria, pneumática e hidrometria)	4 horas por semana
Física experimental	5 horas por semana
Teoria e prática de química farmacêutica	4 horas por semana
Prática de análise química	8 horas por semana
Técnica química	3 horas por semana
Prática mineralógica	2 horas por semana

Fonte - REPRODUÇÃO DO QUADRO DO LIEBIG MUSEUM - CHEMIEMUSEUM IN GIEßEN, 2016

Liebig declara no currículo, que ao mesmo tempo em que ocorrem as aulas, deve-se desenvolver trabalhos práticos, neste caso, visitas ao jardim botânico na intenção de aprofundar as disciplinas de Botânica e Mineralogia. Assim, verifica-se que para ele a importância da prática não está vinculada somente a química, mas ao ensino, como um todo.

Para avaliação, as suas orientações eram para que houvesse exames semanais, de acordo com a vontade do professor. O semestre de inverno, como mencionado anteriormente, era marcado pela ênfase na prática, já que para ele a habilidade de manuseio (ou delicadeza) era requisito essencial para ser um bom químico analítico ou farmacêutico, e isso só seria possível com muita prática, e com várias repetições.

Em outro trecho, podemos destacar, que o estudioso tem uma concepção bem definida da parte experimental da química, não sendo esta responsável por ensinar as aplicações das substâncias, mas sim, fazer com que o indivíduo se familiarize com as formas elementares e as propriedades dos corpos, das quais as aplicações derivam (LIEBIG, 1852), ele cita diversos exemplos como o do fósforo, que muitas vezes o professor, ao apresentar o elemento e suas propriedades, também apresenta a sua utilização, como é produzido o palito de fósforo. Não que Liebig seja contra abordar a utilidade das substâncias químicas, mas não considera o momento mais adequado durante a atividade experimental, pois do seu ponto de vista, tiraria o foco dos estudantes para aquilo que ele considera como essencial que é a ciência, além de argumentar que o estudante poderia desenvolver uma ideia de que só é necessário compreender a ciência que é útil para a humanidade, ignorando a essência da ciência que seria a compreensão dos fenômenos naturais.

Para justificar essa forma de pensar, Liebig utiliza do exemplo do arco-íris, dizendo que “o arco-íris, que por sua beleza celestial desperta sensações agradáveis em cada peito humano, não traz nenhuma vantagem direta para o homem; mas é tão bom objeto de investigação para o filósofo, como a tentativa de tornar a água do mar potável, ou a de preservar a manteiga do ranço”. (LIEBIG, 1852, p.170-71)

Neste período, após a repercussão dos trabalhos de Lavoisier, que rapidamente foram divulgados na Europa, era comum a visão de uma química voltada para a praticidade e isso a fazia foco da atenção do público, em geral, que ia às instituições de pesquisa afim de estar em contato com o conhecimento científico, os experimentos que eram ali realizados e as interpretações da química divulgada por diferentes cientistas como Humphry Davy (1778-1829), Antoine Fourcroy (1755-1809) entre outros. (BALDINATO; PORTO, 2009)

Em um outro trecho, ele prossegue mostrando essa sua tendência de utilizar a ciência para compreender o seu entorno, ao invés de um estudo da química voltado para o favorecimento dos interesses materiais da humanidade, para ele, é necessário enfatizar que a contribuição que a ciência nos dá para compreender o mundo que nos rodeia (e a nós mesmos) seria mais importante, ele diz que:

É tão agradável para a mente humana investigar as causas de fenômenos naturais, as fontes da vida de plantas e animais, a origem da sua nutrição, as condições para a sua estrutura saudável, as transformações que passam o mundo à nossa volta e das quais, nós fazemos parte, essas ciências que dão respostas satisfatórias às nossas investigações, exercem mais influência do que qualquer outra, sobre o progresso do cultivo mental. (LIEBIG, 1859, p.1-2)

Portanto, defendia um ensino de química voltado para formar químicos, desta maneira ele visava criar um destaque para a ciência que estava começando a tornar-se independente e por isso a preocupação de focar completamente nos conceitos químicos, não envolvendo as questões sociais e aplicações. Em uma crítica a visão da química experimental por parte dos prussianos, Liebig deixa claro a concepção que tinha sobre essa disciplina, ele diz que eles (os prussianos) “consideram a química como um ofício experimental reduzido a regras, útil para fazer a soda e sabão, ou para a fabricação do melhor ferro e aço...; mas eles não estão familiarizados com a química como um campo de pesquisa científica.” (LIEBIG, 1840, p.112), no período desta declaração, ele já era professor de destaque em Gießen.

Linguagem

Uma segunda característica que podemos perceber era a preocupação que Liebig possuía em relação à incorporação da linguagem química na formação do cientista, como pode ser visto no trecho abaixo:

Devo pressupor que, neste momento, a natureza é para a maior parte de vocês, um livro escrito em caracteres desconhecidos, o que você quiser entender e o que você deseja ler; as palavras, os sinais, no entanto, em que ela nos fala, são caracteres ou um tipo peculiar; são fenômenos especiais com os quais vocês devem se familiarizar. Os nomes de coisas ou substâncias, que vocês vão ouvir, são sem valor para a compreensão, se você deixar de tornar-se familiarizado com o seu significado.

Os novos nomes que vocês vão ouvir têm cada um o seu próprio significado para a compreensão dos fenômenos naturais. Os nomes de oxigênio, cloro, iodo, mercúrio, chumbo, devem tornar-se progressivamente aos seus olhos resumos das propriedades que os organismos possuem, ou que se tenham revelado, em certos casos, assim como a palavra igreja, aos olhos de quem tem uma ideia correta da mesma, não desperta apenas uma representação da

natureza externa e interna do edifício, mas também uma multidão de sentimentos que não têm a conexão remota com a pedra, madeira e ferro do qual o edifício é constituído. (LIEBIG, 1852, p.158)

Objetivando elucidar as teorias científicas que auxiliam na compreensão dos fenômenos, necessitamos dessa linguagem própria que os retrata através de símbolos, fórmulas, equações e nomenclaturas específicas da comunidade científica, isso implica no processo de significação dessas novas palavras que devem ser trabalhadas com os interessados em entender, estudar, as ciências (AGUIAR; LIMA; MARTINS, 2005). O estudioso Lev Semenovitch Vygotsky (1896-1934), em sua obra *Pensamento e Linguagem* (1962), nos apresenta que é a partir do significado da palavra que “pensamento e discurso se unem em pensamento verbal” (VYGOTSKY, 1996, p. 27). Sendo assim, pode-se considerar que a linguagem científica contribui para o desenvolvimento do pensamento científico e a incorporação e apropriação dessa linguagem pelo aluno, auxilia nos processos cognitivos afim de construir o próprio conhecimento.

Essa preocupação com a linguagem, vinha sendo inquietação entre muitos filósofos, como o filósofo natural e teólogo Joseph Priestley (1733-1804), que no século XVIII estava envolvido com atividades experimentais em relação à eletricidade e no prefácio de sua obra *A Familiar Introduction to the Study of Electricity* (1769), aponta que o objetivo da linguagem, assim como para Liebig, seria apresentar o progresso da ciência para todos, sejam eles experientes ou iniciantes, dizia que:

Porque eu sei, por experiência, que quando estamos instruindo os jovens, ou aqueles que estão apenas começando, uma familiaridade com qualquer coisa, não podemos usar muitas palavras, ou variar a forma de expressão de muitas maneiras; muitas palavras, sem valor, são inconvenientes em comparação com o uso de poucas.

Com esse propósito, eu tenho definido todos os termos técnicos na primeira parte do tratado, eu tenho dado um catalogo separado com as explicações anexadas e geralmente com outras palavras. (PRIESTLEY, 1769, p. 8-9)

Corroborando com a defesa de uma linguagem única para a química, temos também os escritos dos lógicos de Port-Royal Antoine Arnauld (1612-1694) e Pierre Nicole (1625-1695) em sua obra *La Logique ou l'art de penser*⁴⁵, que dizem que:

O melhor meio para evitar a confusão das palavras encontradas em linguagens comuns é criar uma nova linguagem e novas palavras, que estão relacionadas apenas às idéias que desejamos que elas representem. (ARNAULD; NICOLE, 1854 p.71)

⁴⁵ Manual sobre lógica escrito em 1662, para esta tese utilizamos a edição traduzida de 1861 e a 14ª edição em francês de 1854 (fonte: <http://plato.stanford.edu/entries/port-royal-logic/>) acessado em abril de 2015

Crítica recorrente quanto aos textos químicos, era a ausência de uma sistematização dos nomes dos fatores envolvidos em um escrito químico, sejam eles substâncias, elementos, vidrarias, etc. Essa situação era uma preocupação também para o químico Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794) logo no discurso preliminar do *Traité Élémentaire de Chimie* (1789), no qual ele cita e concorda com os escritos do abade Étienne Bonnot de Condillac (1714-1780) sobre a importância da consolidação de uma linguagem para essa ciência:

Ele aí estabelece que só pensamos com a ajuda das palavras; que as línguas são os verdadeiros métodos analíticos; que a álgebra é a mais simples, a mais exata e mais bem adaptada ao seu objeto entre todas as maneiras de enunciar-se; é, a um só tempo, uma linguagem e um método analítico; enfim, que a arte de raciocinar se reduz a uma linguagem bem-feita. (LAVOISIER, 1789, p.v)

Condillac foi um sacerdote da igreja romana, que possuía um grande interesse nas questões científicas, estudou teologia em Paris, onde teve contato com as ideias dos enciclopedistas como Jean le Rond d'Alembert (1717-1783), Denis Diderot (1713-1784), que visavam compilar todo o conhecimento humano baseado nos princípios da razão do Iluminismo e acreditavam que a “difusão universal dos conhecimentos e das técnicas ocasionaria a libertação do homem, contribuindo para sua progressiva felicidade” (CARVALHO, 2012, p.762; MONZANI *et al*, 1979). Esse filósofo, considerava as sensações como forma de adquirir conhecimento, porém destaca que apenas as sensações não seriam suficientes para constituir o conhecimento, para que isso acontecesse “seria necessário que determinada sensação se ligasse a outras e essa ligação seria feita através de signos ou símbolos” (MONZANI *et al*, 1979, p.XVIII) e o conjunto desses é que formariam a linguagem, o trecho abaixo assinala as ideias de Condillac, as quais muito se aproximam das de Lavoisier no que concerne a peculiaridade da linguagem científica:

A linguagem das ciências deveria assim, ser uma linguagem cujos termos jamais fossem arbitrários, e cada ciência deveria ter uma linguagem própria não confundindo os seus termos com os de outras. Além disso, uma ciência correta, com a correspondente linguagem bem-feita, deveria apresentar características de simplicidade, capacidade analítica e extensão, tal como as matemáticas (CONDILLAC *apud* MONZANI, 1979 *et al*, p.XVIII)

Lavoisier prossegue apontando a dependência que existe entre a nomenclatura e o fenômeno, dizendo que “toda ciência física é necessariamente formada por três coisas: a série dos fatos que constituem a ciência; as ideias que as recordam; as palavras que a expressam” (LAVOISIER, 1789, p.vj) trecho esse bem semelhante ao escrito por Liebig em sua obra, apresentado abaixo, demonstrando uma possível influência das ideias de Lavoisier, lembrando

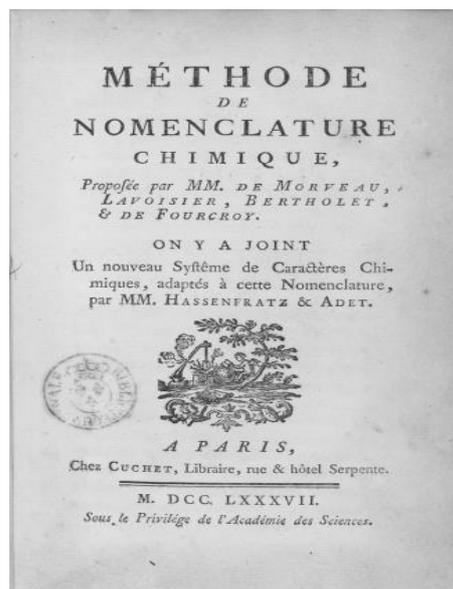
que a química no século XIX estava vivendo uma expansão diante dos progressos alcançados por este cientista, além dos debates sobre a teoria atômica, a consolidação da química orgânica, assim:

Peço-lhes para observar que vocês estão ouvindo novas palavras, vocês devem aprender o seu significado. Eu irei mostrar-lhes as propriedades, o comportamento de um corpo; vocês devem incorporá-lo com a sua memória; e na maioria dos casos não é a palavra que aqui lhes diz respeito, mas os fenômenos que estão associados com a palavra. (LIEBIG, 1852, p. 162)

Outros estudiosos, como Pierre-Joseph Macquer (1718-1784) e Antoine Baumé (1728-1804), citados pelo próprio Lavoisier, já haviam começado o processo, designando a nomenclatura de sais metálicos “pelo nome do ácido e do metal que entram na sua composição; de haverem classificado sob o nome de vitríolo todos os sais resultantes da dissolução de uma substância metálica em ácido vitriólico” (LAVOISIER, 1787, p.2). Torbern Bergman (1735-1784), Jean Baptiste Michel Bucquet (1746-1780) e Fourcroy, estenderam a aplicação desses mesmos princípios e conduziram para a consolidação da nomenclatura química, nas palavras de Lavoisier “a nomenclatura química adquiriu através de suas mãos, sucessivos graus de perfeição”. (LAVOISIER, 1787, p.3)

Entretanto, de seu ponto de vista, o trabalho mais completo, foi o realizado por Louis-Bernard Guyton de Morveau (1737-1816), que estava envolvido com a elaboração dos dicionários de química da *Encyclopédie Méthodique* e em 1782, estava empenhado em uma reforma da nomenclatura através da indicação da composição de uma substância utilizando o seu nome, em casos de dúvida, propunha um nome arbitrário para obter a opinião de seus colegas, já que considerava a linguagem uma convenção. Integrando o grupo de Lavoisier, Berthollet e Fourcroy em 1786 publicam, em 1787, o *Méthode de nomenclature chimique* (figura 34) composto de trinta e três nomes para as substâncias já conhecidas. (BENSAUDEVINCENT; STENGERS, 1996; LAVOISIER, 1787)

Figura 34: Frontispício do livro Méthode de nomenclature chimique



Fonte: MÉTHODE DE NOMENCLATURE CHIMIQUE, 1787

Mesmo com uma nomenclatura já sistematizada, a preocupação era que a população comum, pudesse compreender o que era trabalhado por esses pequenos grupos fechados. Por conseguinte, a divulgação da ciência tornou-se mais intensiva, com destaque para as palestras proferidas por alguns cientistas que já possuíam uma reputação conhecida por sua contribuição para a ciência, como o inglês Humphry Davy (1778-1829), alguns historiadores garantem ter sido esse o motivo do sucesso do laboratório de Liebig, sua habilidade de divulgar a ciência. (BLONDEL-MÉGRELIS, 2007)

Da mesma maneira que se tornou possível que os estudantes se aproximassem desta ciência se apropriando desta linguagem, conforme mostra o trecho a seguir, que a importância dada a linguagem não permanecia somente na internalização da mesma, em reconhecer o que se está abordando ao usar tal denominação, mas também que o seu aluno fosse capaz de utilizar tal dialeto, de dominar o “idioma” como ele mesmo diz no trecho a seguir:

Os caminhos que conduzem a este território [química experimental] são aqueles que nós escolhemos, a fim de que possamos conhecer os tesouros mentais daqueles cujos pensamentos são expressos em outro idioma, por novas palavras, e por novos sinais. Devemos nos tornar mestres de seu idioma, deve-se aprender as palavras, os sinais e as regras pelas quais os objetos e signos são expressos, e deve-se adquirir prática na sua utilização. (LIEBIG, 1852, p.158)

Natureza do Conhecimento Científico

Liebig estava inserido em um período em que se iniciava a preocupação com a produção do conhecimento científico entre os filósofos, o que posteriormente ocasionaria no desenvolvimento da Filosofia da Ciência ou Epistemologia como área independente (MONDIN, 1987) e que sofria reflexos de um período em que a divulgação da ciência nas ruas em busca de mais adeptos era algo crescente, que aulas públicas regulares haviam sido criadas na França, no qual os filósofos debatiam o ensino de ciências, a educação era utilizada como ferramenta para a propagação da ciência (ALFONSO-GOLDFARB, 1994). Examinemos o seguinte trecho:

Se você encontrar deficiências em muitos dos desenvolvimentos da química, você deve considerar que, como todas as ciências naturais, está em processo de construção. Essas deficiências serão gradualmente transpostas; mas nunca acabarão, tal é a imensidão do domínio, fazendo-as desaparecer totalmente. No presente, nós temos a vantagem sobre os filósofos gregos, sabemos infinitamente melhor do que Sócrates sabia, que em relação ao que podemos saber, não sabemos nada. Estamos subindo uma montanha, e quando chegamos ao cume, a visão abrangente contempla novas montanhas sempre se levantando as que, a princípio, eram invisíveis a olho nu. (LIEBIG, 1852, p.171)

O trecho acima, nos remete a concepção de uma ciência que está em constante construção, passível de equívocos. Essa perspectiva se perpetua desde o século XV, no qual as obras traziam uma ideia de “um saber como construção progressiva, posto que tal saber é constituído por uma série de resultados que alcançam, um após outro, um nível de complexidade ou de perfeição cada vez maior” (ROSSI, 2001, p. 249), nesta época, ainda possuía a concepção de alcançar a perfeição, resquícios das ideias alquímicas que estavam muito presentes.

A pesquisadora Ana Maria Alfonso-Goldfarb (1994) retrata esse perfil da ciência moderna através da analogia com a construção de um edifício, onde “cada uma das etapas desse *edifício científico* naturalmente incluía a etapa anterior, bem como indicava qual seria a etapa seguinte. Daí foi sendo criada a ideia de *acumulação* e *sequencia* no conhecimento” (p.55) essa perspectiva de ciência fica clara na analogia citada pelo cientista anteriormente e nos trechos a seguir, nos quais ele assegura que para uma boa compreensão da ciência é necessário compreender a história:

Sem uma familiaridade com a história da física, é impossível formar uma opinião correta sobre o efeito que o estudo da natureza tem exercido sobre o cultivo da mente.

A história de cada descoberta importante, de cada observação separada, feita até o momento de Lavoisier, em qualquer parte da Europa, foi apagada; enquanto os novos nomes e vistas alteradas rasgam em pedaços toda a conexão com o passado. Para muitos, o conhecimento que possuímos agora parece ser apenas a herança da escola francesa daqueles dias; e a história da verdadeira química não possui passado. Mas é precisamente aqui que a falácia reside. (LIEBIG, 1859, p.3)

A importância do passado não era uma concordância entre a forma de pensar dos cientistas até meados do século XIX, Lavoisier por exemplo, que teve grande importância para o desenvolvimento da química e como dito anteriormente, tinha os seus escritos amplamente divulgados por toda a Europa, não concordava em discutir os erros do passado, visto que, a química já seria muito complexa para ainda se “preocupar” com o que não deu certo no passado. Porém, com a eclosão das ideias positivistas de Auguste Comte (1798-1857), passou-se a dar mais ênfase para a história, já que com “uma boa reflexão histórica devia evidenciar as etapas do conhecimento humano de forma coerente” (ALFONSO-GOLDFARB, 1994, p.64), o que resultou em muitas obras sobre o assunto sejam elas de boa ou má qualidade, do ponto de vista da história da ciência.

Motivação

Após apresentar essas características do educador Justus von Liebig, fundamentadas em seu discurso, gostaríamos de destacar uma característica recorrente nos escritos de seus estudantes e que nos faz crer que seria peculiar do cientista, que é o entusiasmo que ele transmitia a eles, algo que visivelmente marcou a formação dos mesmos, ignorando em alguns casos inclusive a possível deficiência de Liebig em questões de oratória ou até mesmo em erros cometidos durante uma aula experimental ou erros conceituais (como mostrado em um trecho anteriormente de Carl Vogt), vejamos a declaração de Hofmann:

Liebig não era exatamente o que é chamado de um falante fluente; mas havia uma seriedade, um entusiasmo em tudo que ele dizia, que irresistivelmente levava o ouvinte. Também não era muito efetivo o conhecimento que ele transmitia que produzia este efeito, mas a maneira maravilhosa com que ele chamava as faculdades reflexivas, mesmo do menos dotado de seus alunos. E que benção era, depois de ter sido sufocado por uma carga opressiva de fatos, beber o ar puro da ciência, como ela fluía dos lábios de Liebig, que delícia, depois de ter, talvez, recebido de outras pessoas um saco cheio de folhas secas, de repente, nas palestras de Liebig, ver a viva árvore crescer! (HOFMANN, 1876, p.9-10)

Uma segunda declaração aponta essa mesma dificuldade, Jakob Volhard (1834-1910) faz um relato parecido com o de Vogt, dizendo que Liebig se perdia na construção das

frases e no seu raciocínio, porém, destacamos em sua declaração, mais uma vez a presença do entusiasmo e uma outra descrição que apenas encontramos na fala deste aluno, que é a interação entre o professor e o aluno, o contato visual que ele mantinha com quem estava presente em suas palestras além de uma preocupação com a compreensão do que estava sendo trabalhado, atributo esse que não era comum em outros filósofos da época durante as suas palestras:

O expor de Liebig não era fluente, nem tinha um estilo acabado; às vezes era quase parando. Havia pausas frequentes na qual o público não podia ver razão, e para quem não frequentava as suas palestras, elas eram bastante dolorosas. Em algumas ocasiões, ele estaria pensando sobre o assunto que ele tinha acabado de discutir, perseguindo mentalmente sua linha de pensamento em regiões muito além dos limites da palestra, olhando à sua frente, aparentemente distraído, até que de repente percebia que tinha uma plateia diante de si. Com o seu público que sempre procurava manter contato: Os olhos seguiam o rosto do ouvinte para reconhecer se estava entediado ou entendendo. Muitas vezes, questionava, seus ouvintes com, “estão vendo”, “nota-se”, “entendem” [...] Ele suspirava e retomava o fio quebrado de seu discurso. No entanto, suas observações eram tão completas, diretas e tão livres de floreios retóricos, e ele tirava as características essenciais do objeto tão claramente, que os ouvintes tinham a sensação de que eles realmente estavam testemunhando a descoberta de novos fatos. Esta objetividade despertava o maior interesse no público; sentia-se que o falante acreditava que sua ciência era de importância sagrada e esta devoção logo infectou os ouvintes. (VOLHARD *apud* KRÄTZ e PRIESNER, 1983, p.62)

Em outra declaração de seu estudante Horsford, percebe-se que não havia uma grande preocupação com a parte escrita da aula, e isto não atrapalhava o percurso do conhecimento, ele diz que haviam algumas “formulas, escritas em duas ou três tiras pequenas de papel; e no entanto suas palestras eram tão sistemáticas como se fossem elaboradas com o maior cuidado” (HORSFORD *apud* KLOOSTER, 1956, p. 494), ele menciona também a presença de muitos gestos durante as suas explicações e a tentativa do estudante em tentar compreender - sem dificuldades - o que ele buscava transmitir através dos mesmos:

Ele é todo mente e emite isso tão claramente através da sua expressão corporal, como seus compostos químicos são vistos através dos recipientes que os contêm. Seu detalhamento sobre decomposição e recomposição química é claro e expressivo, sem qualquer rodeio em termos, é compreendido por todos. Ocasionalmente, este detalhamento o faz rever algumas investigações e teorias de sua autoria, e, em seguida, uma nova animação é adicionada ao seu porte normal, e as ilustrações são dramáticas. Seus grandes olhos expandem, e suas feições parecem brilhar. Os gestos são, por vezes tão felizes e tão numerosos, que eu imaginava que poderia compreender alguns de seus temas, mesmo se fosse incapaz de ouvir. (HORSFORD *apud* KLOOSTER, 1956, p. 494)

Liebig nos mostra que o professor deve ser capaz de envolver, deve estar presente e participante do desenvolvimento de seus alunos, porém permitindo a autonomia dos mesmos, para que decidissem o que queriam investigar. De acordo com o trabalho de Vasconcelos *et al.* (2005), as interações professor-aluno desempenham um importante papel no processo de ensino-aprendizagem e são reguladas pelas relações entre esses dois sujeitos, sendo conduzidas através das ideias, das interações sociais, perpassando o processo cognitivo, visto que, envolvem os aspectos afetivos, e esses contribuem para a assimilação dos conteúdos.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta tese, nos propusemos a investigar a metodologia de ensino do químico alemão Justus von Liebig e para isso, nos debruçamos sobre os seus escritos e de seus alunos, buscando vislumbrar o que e como o professor e seus estudantes vivenciavam a atividade acadêmica naquele contexto, para assim, caracterizar o perfil docente do cientista. Para este fim, coletamos documentos disponíveis digitalmente e nos principais centros na Alemanha que continham os acervos de Liebig, sendo eles: a Universidade de Gießen e o museu de Liebig, ambos situados na cidade de Gießen.

Através da leitura das biografias sobre o cientista, conseguimos identificar o quanto a atividade experimental fez parte da formação intelectual e do percurso traçado por ele em busca do seu ideal, que era tornar-se químico e fazer da química uma ciência independente passível de estudos por aqueles que estivessem dispostos a se debruçar sobre esses fenômenos. Nesses documentos, detectamos o intenso empenho de Liebig em diferentes núcleos de estudos que pudessem lhe oferecer um conhecimento mais sólido. Ele foi amparado por professores que percebiam o potencial e dedicação do jovem estudante. Em consequência de sua dedicação, muitos dos seus trabalhos científicos foram importantes para o desenvolvimento da química, nesta tese almejamos abordar algumas dessas contribuições na área da química orgânica, o seu processo de análise química meticulosamente adaptado para uma maior precisão e o extrato de carne que foi disseminado por várias partes da Europa e da América do Sul.

Destacamos também, o seu rigor com a seleção de alunos para o seu laboratório, que apesar de a princípio ser pequeno e desprovido de financiamento, fazendo com que Liebig tivesse de contribuir com parte do seu salário para manutenção do mesmo, com muita dedicação do cientista, o local foi melhorado e ampliado, recebendo inúmeros alunos de diferentes países, e de áreas de formação variadas, tendo alguns deles recebido destaque no meio científico posteriormente. Não encontramos nenhum documento que remetesse à um certificado de conclusão de curso no laboratório para aqueles alunos que não eram regularmente matriculados na universidade, por não possuírem o *Abitur*, contudo, acreditamos que era gerado algum tipo de documento para os estudantes, tendo em vista que muitos se tornaram professores de outras instituições.

Diante da forma diferenciada de investigação utilizada nesse laboratório, tencionávamos vivenciar aulas no laboratório de química orgânica do Instituto de Química da Universidade de Gießen, no afã de verificar se ainda havia alguma semelhança com o que era

realizado no período analisado, entretanto, não conseguimos autorização para acompanhar essas aulas.

Foi possível perceber que a consolidação de Liebig como professor, alicerçou-se a partir das experiências que ele foi adquirindo como estudante, filtrando aquelas características que mais o marcaram e melhor contribuíram para a sua compreensão da ciência. Acrescentando atributos próprios, de acordo com a sua concepção de como deveria ensinar a química, o professor Liebig, ia refletindo sobre o que estava fazendo e gradativamente, ia mudando a sua postura. Além das inúmeras leituras que realizou sobre os escritos de Bacon, Schelling e dos demais químicos citados nessa tese, especialmente os franceses remanescentes do Arsenal de Lavoisier, os quais certamente, muito contribuíram para a sua visão de ciências.

Ao nos propor a investigar a influência de Liebig em relação aos seus alunos, do ponto de vista docente e como cientistas, não imaginávamos a dificuldade que seria de encontrar material que nos possibilitasse traçar um paralelo das características persistentes do cientista. Depois de muita procura, encontramos poucos relatos e dados biográficos, o que nos deixou muito preocupadas, tendo em vista que, até mesmo cientistas de grande conhecimento, como Kekulé, não possui biografias críticas sobre a sua postura como cientista, encontramos apenas algumas páginas no volume IV do livro do Partington dedicadas às suas realizações científicas. Esperávamos encontrar em seus escritos sobre relacionados com Liebig, reflexões sobre a metodologia desse cientista, considerando a riqueza de detalhes sobre as aulas, muitos detalhes dos experimentos, entretanto, não encontramos em sua fala algo parecido como conseguimos encontrar em outros cientistas.

O que nos faz refletir sobre a necessidade de mais trabalhos que busquem apontar o ser humano que existia por traz das grandes descobertas científicas, afim de desmitificar a visão de que o cientista só é aquele que tem reconhecimento por grandes feitos, bem como, relacionar e agregar outros estudiosos que atuavam na área acadêmica e como atuavam. Acreditamos que isso permite uma aproximação entre os nossos estudantes e a ciência com a qual estão trabalhando, facilitando a sua aprendizagem.

Como destacamos em toda a tese, o cientista almejava formar químicos, pesquisadores, então, utilizava do processo de investigação para fundamentar o ensino de ciências. Porém, ao mesmo tempo, concluímos que estava preocupado com a formação docente de seus alunos, já que, na segunda metade do século XIX, as pesquisas científicas aconteciam majoritariamente dentro das academias.

Com essa tese ambicionamos apresentar a metodologia de ensino de um cientista do século XIX e como ele construiu a sua peculiar forma de ensinar e sobre o modo em que isso era feito, tendo em vista que, poucos são os trabalhos que abordam essa perspectiva docente de cientistas do mundo.

Inicialmente nos propusemos a investigar uma possível influência do ensino de química alemão no ensino superior brasileiro, no entanto, apesar de haver semelhanças entre o ensino de química alemão e o brasileiro, os químicos alemães que vieram para o Brasil, e que vislumbrávamos estudar, os professores Heinrich Rheinboldt (1891-1955) e Heinrich Hauptmann (1905-1960), estudaram com o professor Friedrich Stromeyer (1776-1835), o qual, infelizmente não foi possível analisar documentos sobre a metodologia de ensino devido à ausência dos mesmos. Na Universidade de Göttingen, fomos informados que sua documentação foi dizimada durante a Segunda Guerra Mundial, restando apenas os recibos de salários pagos.

Buscamos uma abordagem sobre uma possível influência de Liebig nas escolas agrícolas no Brasil, porém, como não fazia parte de nossos objetivos, não aprofundamos na questão, mas acreditamos que se houver um tempo maior dedicado à essa investigação, é possível encontrar mais elementos que associe Liebig as primeiras escolas agrícolas no Brasil.

A obra de Liebig é muito rica, nesta tese exploramos apenas o viés docente e a perspectiva de ensino, mas pode ser explorada por exemplo sob a ótica da filosofia da ciência. Além de uma análise mais profunda e com o auxílio da semiótica, seria possível ter uma interessante visão de ciências e de cientistas no final do século XIX e no início do XX, a partir dos cartões que acompanhavam os extratos de carne.

6 - REFERÊNCIAS

ABE, Horst Rudolf. Zur Geschichte des “chemisch-physikalisch-pharmazeutischen Instituts” von Johann Bartholomäus Trommsdorff in Erfurt (1795-1828), der erstern modernen chemisch-pharmazeutischen Lehranstalt auf deutschem Boden. In: **Beiträge zur Geschichte der Universität Erfurt**, Erfurt, v.XVI, n.16, p. 217-244, 1971-1972

AGUIAR, Orlando Júnior; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro; MARTINS, Carmen de Caro. A Formação de Conceitos Científicos: Reflexões a partir da Produção de uma Coleção de Livros Didáticos. In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2005, Bauru. **Anais V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo: ABRAPEC, 2005.

ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria. Centenário Simão Mathias: documentos, métodos e identidade da história da ciência. **Circunscribere**, v. 4, n. 6, p. 5-9, 2008.

ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria. **O que é história da ciência?** São Paulo: Brasiliense, 1994. 94p.

ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria; BELTRAN, Maria Helena Roxo (Org.). **Escrevendo a História da Ciência**: tendências, propostas e discussões historiográficas. São Paulo: Educ/FAPESP/Ed. Livraria da Física, 2004. 229p.

ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria; BELTRAN, Maria Helena Roxo (Org.). **O saber fazer e seus muitos saberes**: experimentos, experiências e experimentações. São Paulo: Educ/Livraria da Física/FAPESP, 2006. 400p.

ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria; FERRAZ, Marcia Helena Mendes, BELTRAN, Maria Helena Roxo. A historiografia contemporânea e as ciências da matéria: uma longa rota cheia de percalços. **Rotas da Natureza**, Coimbra, p.107-111, 2006.

ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria; FERRAZ, Márcia Helena Mendes. As possíveis origens da química moderna. **Química Nova**, v.16, nº1, p.63-68, 1993.

ÁLVAREZ, Santiago. Entre la Ciencia y el Arte: Las Imágenes del Laboratorio Químico. **Métode**, v.69, nº69, 88-95, 2011.

ANDERY, Maria Amalia; MICHELETTO, Nilza; SÉRIO, Tereza Maria Pires; RUBANO, Denize Rosana; MOROZ, Melania; PEREIRA, Maria Eliza; SILVIA, Catarina Gioia; GIANFALDONI, Mônica; SAVIOLI, Márcia Regina; ZANOTTO, Maria de Lourdes. **Para Compreender a Ciência** – uma perspectiva histórica. Rio de Janeiro: Garamond, 2012. 436p.

ARAÚJO, José Carlos Souza. O projeto de Humboldt (1767-1835) como fundamento da pedagogia universitária. **Aprender – Caderno de Filosofia e Psicologia da Educação**, nº12, p.65-81, 2009

ARNOULD, Antoine; NICOLE, Pierre. **La logique ou L’art de Penser**, 1854

ARMITAGE, Francis Paul. **A History of Chemistry**. Londres: Longmans, Green, and Co, 1906. 98p.

BALDINATO, José Otávio; PORTO, Paulo Alves. Jane Marcet e Conversations on Chemistry: Divulgando a Química no início do século XIX. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VII, 2009, Florianópolis. **Anais VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

BAPTISTA, Mónica; OLIVEIRA, Teresa; FREIRE, Ana; CARVALHO, Carolina; AZEVEDO, Mário; FREIRE, Sofia Compreendendo a aprendizagem da linguagem científica na formação de professores de ciências. **Educar**, nº34, p. 19-33, 2009.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**, Trad: Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011

BAUER, Henry. **A History of Chemistry**. Londres: Edward Arnold, 1907. 252p.

BENSAUDE-VINCENT, Bernadette; STENGERS, Isabelle. **História da Química**. Lisboa: Piaget, 1996. 404p.

BERL, Ernst. **Briefe von Justus Liebig nach neuen Funden**. Selbstverlag der Gesellschaft Liebig Museum und der Liebighaus-Stiftung Darmstadt, Gießen, 1928. 88p.

BIZZO, Nelio Marco Vincenzo. História da Ciência e Ensino: Onde terminam os paralelos possíveis? **Revista Em aberto**, nº 55, p.29-35, 1992.

BLONDEL-MÉGRELIS, Marika. Liebig or How to Popularize Chemistry. **HYLE** - International Journal for Philosophy of Chemistry, v.13, nº1, p. 43-54, 2007.

BOLTON, Henry Carrington. **A Select Bibliography of Chemistry 1492-1892**. Washington: Smithsonian Institution, 1893. 1240p.

BOMMEL, Bas van. Between “Bildung” and Wissenschaft: The 19th century German Ideal of Scientific Education. **European History Online**. 2015 <Disponível em: <http://ieg-ego.eu/en/threads/models-and-stereotypes/germanophilia-and-germanophobia/bas-van-bommel-between-bildung-and-wissenschaft-the-19th-century-german-ideal-of-scientific-education>> Acesso em: 16/09/2016

BOULANGER, Aleixo. Descrição da viagem de suas majestades imperiais à Europa, **Códice C**, 153, Arquivo Grão-Pará, Petrópolis, 1872

BRASIL; Ministério da Educação e do Desporto. **Parametros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Conselho Nacional de Educação – Atos Normativos – Súmulas, Pareceres e Resoluções**. Brasília: CNE/CES. <Disponível em:http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=13243%3Aparcer-ces-2001&catid=323%3Aorgaos-vinculados&Itemid=866> Acesso em: 03/07/2017

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 4.024 de 20/12/1961; Lei nº 5.540 de 1968; Lei nº 5.692 de 11/08/1971 (Revogada pela Lei nº 9.394, de 20.12.1996); Lei nº 9.394 de 20/12/1996 (nova LDBEN, atualizada até 2004)

BROCK, William. **Justus von Liebig – The Chemical Gatekeeper**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. 396p.

BROCK, William. Liebigiana: Old and New Perspectives. **History of Science**, v.19, n. 3, p. 201-218, 1981.

CAMEL, Tânia. **A Relevância das Teorias da Química Orgânica na Aceitação do Conceito de Molécula e de uma Realidade Atômica**. 2010. 335f. Tese em História das Técnicas e Epistemologia - UFRJ, Rio de Janeiro, 2010.

CANEVA, Kenneth. From Galvanism to Electrodynamics: The Transformation of German Physics and Its Social Context. **Historical Studies in the Physical Sciences**, v.9, p.63-159, 1978

CARRIÈRE, Justus. **Berzelius und Liebig ihre Briefe von 1831-1845**, Munique, 1893. 310p.

CARVALHO, Luiz Marcelo, A natureza da Ciência e o ensino das Ciências Naturais: Tendências e perspectivas na formação de professores. **Pro-Posições**, v. 12, n.1, p.139-150, 2001

CARVALHO, Regina Simplicio. Lavoisier e a sistematização da nomenclatura química. **Scientiæ Studia**, v.10, nº4, p 759-771, 2012.

CONRAD, Willi. **Justus von Liebig und sein Einfluß auf die Entwicklung des Chemiestudiums und des Chemieunterrichts an Hochschulen und Schulen**. 1985. 230f. Dissertação em Psicologia – Technischen Hochschule, Darmstadt, 1985.

CROSLAND, Maurice. **Gay-Lussac: Scientist and Bourgeois**, Cambridge: Cambridge University Press, 1978. 352p.

CROSLAND, Maurice. Research Schools of Chemistry from Lavoisier to Wurtz. **The British Journal for the History of Science**, v.36, nº 3, p.333-361, 2003.

CROSLAND, Maurice. Early Laboratories c.1600-c.1800 and the Location of Experimental Science. **Annals of Science**, v.62, nº 2, p. 233-253, 2005.

CUNHA, Meire Lúcia. **O Laboratório Químico como Local de Ensino e Pesquisa: As Inovações de Justus von Liebig**. 2000. 92f. Dissertação em História da Ciência, PUC-SP, CESIMA, São Paulo, 2000.

DEBOER, George E. Historical perspectives on inquiry teaching in schools. In: FLICK, Lawrence B.; LEDREMAN, Norman G. **Scientific inquiry and nature of science**. Implications for teaching, learning, and teacher education. Holanda: Springer, p. 17-35, 2006.

DEROSSI, Ingrid. **Proposta de Caracterização da Metodologia de Ensino da Cientista e Educadora Marie Curie no Início do Século XX na “Cooperativa de Ensino”**. 2013. 103f. Dissertação em Educação Química, UFJF, Juiz de Fora, 2013.

DEROSSI, Ingrid; FREITAS-REIS, Ivoni. Justus von Liebig (1803-1873): Vida e Ensino no Laboratório de Química. **Educación Química**, v.29, n.1, 2018.

DUARTE, Maria da Conceição. A História da Ciência na Prática de Professores Portugueses: Implicações para a Formação de Professores de Ciências. **Ciência & Educação**, v.10 (3), p. 317-331, 2004.

ETERNO, Helder da Silveira. **A História da Ciência em Periódicos Brasileiros de Química: Contribuições para Formação Docente**. 2008, 250f. Tese em Educação Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

FERREIRA, Norma Sandra de Almeida. As pesquisas denominadas “Estado da Arte”. **Educação e Sociedade**, ano XXIII, nº79, p. 257-272, 2002.

FRUTON, Joseph Stewart. The Liebig Research Group – A Reappraisal. **Proceedings of the American Philosophical Society**, v.132, nº1, p. 1-66, 1988.

GEE, Brian. Amusement Chests and Portable Laboratories: Practical Alternatives to the Regular Laboratory. In: JAMES, Frank (org). **The Development of the Laboratory: Essays on the Place of Experiment in Industrial Civilisation**, Londres: The Macmillan Press LTD, 1989. p. 37-59.

GLASSCOCK, Jean, *et al.* **Wellesley College 1875-1975: A Century of Women**. Massachusetts: Wellesley College, 1975. 524p.

GOLINSKI, Jan. **Science as Public Culture: Chemistry and Enlightenment in Britain, 1760 1820**, Cambridge: Cambridge University Press, 1992. 342p.

GONÇALVES-MAIA, Raquel. O Kaliapparat. **Química – Sociedade Portuguesa de Química**, 137, p. 53-59, 2015.

GOOD, G. On the Early History of Liebig’s Laboratory. **Journal of Chemical Education**, v.13, nº12, 557-562, 1936.

GOUVEIA-MATOS, João Augusto de Mello. Pasteur: Ciência para ajudar a vida. **Revista Química Nova na Escola**, nº6, nov, p. 20-22, 1997.

GRIFFITHS, Arthur Bower. **Biographies of Scientific Men**. Londre: R. Sutton, 1912. 266p.

HANNAWAY, Owen. Laboratory Design and the Aim of Science: Andreas Libavius versus Tycho Brahe. **ISIS**, v. 77, n.4, p. 584-610, 1986.

HEILENZ, Siegfried. **Das Liebig-Museum in Gießen**. Gießen: Universitäts-Buchhandlung Gießen, 1ª edição 1986. 58p.

HERBART, Johann. **Pädagogische Schriften**: Dritter Band; Pädagogische-didaktische Schriften, v.3, Stuttgart, 1982. 428p.

HICKEL, Erika. Der Apothekerberuf als Keimzelle naturwissenschaftlicher Berufe in Deutschland. **Medizinhistorisches Journal**, Bd. 13, H.3/4, p. 14-22, 1978.

HODSON, Derek. Is there a scientific method? **Education in chemistry**, v.11, p.112-116, 1982.

HOBSBAWM, Eric. J. **A Era das Revoluções**. São Paulo: Paz e Terra, 2014. 600p.

HOFMANN, August Wilhelm. The Life-Work of Liebig in Experimental and Philosophic Chemistry. **The Faraday Lecture for 1875**. Londres: Macmillan and Co. 1876. 238p.

HOLMES, Frederic L. The Complementarity of Teaching and Research in Liebig's Laboratory. **Osiris**, v. 5, p. 121-164, 1989.

HOMBURG, Ernst. The Rise of Analytical Chemistry and its Consequences for the Development of the German Chemical Profession (1780-1860). **AMBIX**, v.46, part 1, p.1-32, 1999.

HUDSON, John. **The History of Chemistry**. Londres: The Macmillan Press LTD, 1992. 286p.

HUFBAUER, Karl. **The Formation of the German Chemical Community (1720-1795)**, Los Angeles: University of California Press, 1892. 312p.

ISKANDAR, Jamil Ibrahim; LEAL, Maria Rute. Sobre Positivismo e Educação. **Revista Diálogo Educacional**, v. 3, n° 7, p. 89-94, 2002.

JACKSON, Charles L. Eben Norton Horsford. **Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences**, v. 28, p. 340-346, 1893.

JACKSON, Catherine M. Visible Work: The Role of Students in the Creation of Liebig's Gießen Research School. **Notes and Records of the Royal Society of London**, Vol. 62, No. 1, Technicians, p. 31-49, 2008.

JANERINE, Aline de Souza; LEAL, Murilo Cruz. Visões sobre Ciência, Cientista e Método Científico entre os Licenciandos em Química da Universidade Federal de Lavras. In: VIII ENPEC, Campinas. **Anais VIII Enpec**, 2010

JOHN, Richard. Eben Norton Horsford, the Northmen, and the Founding of Massachusetts. In: ERDMANN, Luise M. **Essays on Cambridge History**: Proceeding, 1980-1985, Cambridge: Cambridge Historical Society, 1998. p. 117-144.

JUSSEN, Bernhard; **Die Liebigs Sammelbilder und der Atlas des Historischen Wissens**, n° 1, Max-Planck-Institut für Geschichte, Berlin, 2002. 15p.

KLEIN, Ursula. Shifting ontologies, changing classifications: Plant materials from 1700 to 1830. **Studies In History and Philosophy of Science**, 36A(2), p. 261-329, 2005.

KLOOSTER, H.S.v. The Story of Liebig's Annalen der Chemie. **Journal of Chemical Education**, v.34, n° 1, p. 27, 1957.

KLOOSTER, H.S.v. Liebig and his American Pupils. **Journal of Chemical Education**, v.33, n° 10, p.493, 1956.

KRÄTZ, Otto Paul; PRIESNER, Claus. **Liebigs Experimentalvorlesung**. Vorlesungsbuch und Kekulé's Mitschrift. Weinheim: Verlag Chemie, 1983. 498p.

LASZLO, Pierre. **A Palavra das Coisas ou a Linguagem da Química**. Lisboa: Gradiva, 1995. 283p.

LAQUA, Wolfgang. **Justus von Liebig**. Historische Stätten der Chemie, Gießen: GDCh, 2003. 12p.

LAURENT, Auguste, Sur les Chlorures de Naphthaline, **Annales de Chimie et de Physique**, 52, 275-285, 1833.

LAURENT, Auguste, Sur de Nouveaux Chlorures et Brômures d'Hydrogène Carboné, L'Institut, 2, 30, 1834; **Annales de Chimie et de Physique**, 60, 196-220, 1835.

LAVOISIER, Antoine-Lavoisier. **Traité Élémentaire de Chimie**. Paris, 1789. <Disponível em: <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b8615746s/f15.image.r=.langEN>> Acesso em: 19/10/2017

LAVOISIER, Antoine-Lavoisier; GUYTON-MORVEAU, Louis-Bernard; BERTHOLET, Claude-Louis; FOURCROY, Antoine-François. **Méthode de Nomenclature Chimique**. Paris, 1787 <Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=0MMPAAAAQAAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false> Acesso em: 19/10/2016

LEICESTER, Henry M. Dumas, Davy, and Liebig, **Journal of Chemical Education**, v.28, n.7, p.352, 1951.

LE MOS, Fabiano. [Sobre reformas no sistema de ensino] Wilhelm von Humboldt: Introdução, tradução e notas por Fabiano Lemos. **Revista Brasileira de História da Educação**, v. 25, n.1, p. 207-241, 2011.

LIEBIG, Justus von. **Chemistry in its application to agriculture and physiology**. 2ª edição, Londres: Taylor & Walton, 1842. 418p.

LIEBIG, Justus von. Ueber die Constitution des Aethers und seiner Verbindungen, **Annalen der Physik und Chemie**, 31, 321-326, 1834.

LIEBIG, Justus von. **Familiar Letters on Chemistry, in its relations to Physiology, Dietetics, Agriculture, Commerce, and Political Economy**, Londres, 1859. 568p.

LIEBIG, Justus von. **Familiar letter on chemistry**. Second series. The philosophical principles and general laws of the science, Londres, 1844. 245p.

- LIEBIG, Justus von. **The development of science among nations**, Londres, 1867. 39p.
- LIEBIG, Justus von. Ueber das Studium der Naturwissenschaften, 1852. In: LIEBIG, Justus von. **Reden und Abhandlungen**. Neudruck der Ausgabe von 1874 mit freundlicher Genehmigung der C. F. 1992. p. 156-171.
- LIEBIG, Justus von. Induction und Deduction, 1865. In: LIEBIG, Justus von. **Reden und Abhandlungen**. Neudruck der Ausgabe von 1874 mit freundlicher Genehmigung der C. F. 1992. p. 296-309.
- LIEBIG, Justus von. Ueber Laurent's Theorie der organischen Verbindungen. **Annalen der Pharmacie**, 25, p. 1-31, 1838.
- LIEBIG, Justus von. Der Zustand der Chemie in Preussen, 1840. 58p.
- LIEBIG, Justus von. Nachricht: Das Chemische Pharmaceutische. Institut zu Gießen betreffend. **Magazin für Pharmacie**, Karlsruhe, p.98-99, 1827.
- LIEBIG, Justus von. **Instructions for the Chemical Analysis of Organic Bodies**. Glasgow, 1839. 72p.
- LIEBIG, Justus von. Justus von Liebig: An Autobiographical Sketch. **Popular Science Monthly**, v.40, p. 655-666, 1892.
- LIEBIG MUSEUM - Chemiemuseum in Gießen, Gießen, Alemanha, 2016.
- LOEB, Morris. August Wilhelm von Hofmann. **Science**, v.19, nº 487, p.314-316, 1892.
- LONDON CIGARETTE CARD Co. Ltd. **Catalogue of Liebig Cards**, 1999.
- LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. Bachelard: O filósofo da desilusão. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, v.13, nº 03, p. 248-273, Dez. 1996
- LOUREIRO, Manuel. Notas sobre as reformas de Wilhelm von Humboldt. **Caderno de Investigação Aplicada**, nº3, p.157-175, 2009
- LOZANO, Patrícia Pacheco; MIRANDA, Royman Pérez. Justus von Liebig ¿El creador de um programa de enseñanza de la química? In: 4º Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias. **Tecné, Episteme y Didaxis: TEΔ**, nº Extraordinario, p. 430-437, 2009.
- LUKÁCS, György. **O Romance Histórico**. Tradução de Rubens Enderle. São Paulo: Boitempo, 2011. 440p.
- MAAR, Juergen Heinrich. Aspectos Históricos do Ensino Superior de Química. **Scientiæ Studia**, v. 2, n. 1, p. 33-84, 2004
- MAAR, Juergen Heinrich. Justus von Liebig, 1803-1873. Parte 1: Vida, Personalidade, Pensamento. **Química Nova**, v.29, nº5, p.1129-1137, 2006

MARCET, Jane Haldimand. **Conversations on Chemistry**. 5ª edição, v. I e II. Londres: Longman, Hurst, Rees, Orme, and Brown, 1817. 809p.

MARTINS, Gilberto de Andrade. **Estudo de Caso** – Uma Estratégia de Pesquisa. São Paulo: Atlas, 2006. 120p.

MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. História da Ciência: Objetos, métodos e problemas. **Ciência & Educação**, n.2, v.11, p. 305-317, 2005.

MASON, Stephen F. **A History of Sciences**. Nova York: Collier Books, 1962. 638p.

MEYER, Ernst von. **Geschichte der Chemie**. Leipzig: Veit & Co., 1889. 721p.

MATTHEWS, Michael R. História, filosofia e ensino de Ciências: a tendência atual da reaproximação. **Cad. Cat.Ens.Fís.** v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MICHAELIS, Anthony R. Justus von Liebig, FRS: Creator of the world's first scientific research laboratory. **Interdisciplinary Science Reviews**, v.28, n° 4, p. 280-286, 2003.

MONDIN, Battista. **Introdução a Filosofia: Problemas, Sistemas, Autores e Obras**. São Paulo: Paulinas, 1987. 392p.

MONZANI, Luiz Roberto; MOURA, Alebrto; AGUILAR, Nelson; MARTON, Scarlett; BARROS, Mary; BARROS, Hélio; D'OLIVEIRA, Armando; PAVEL, Andreas; SILVA, Franklin; KNOLL, Victor. **Condillac, Helvétius, Degérando** – Textos escolhidos. São Paulo: Abril Cultural, 1979. 430p.

MOORE, Forris Jewett. **A history of Chemistry**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1918. 447p.

MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie. **Aprendizagem Significativa** – A teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2001. 111p.

MORRELL, J. B. The Chemist Breeders: The research Schools of Liebig and Thomas Thomson. **AMBIX**, v.19, Part 1, p. 1-46, 1972.

MORRIS, Peter J. **The Matter Factory**. Londres: Reaktion Books Ltd, 2015. 416p.

MOSSÉ, Benjamin. **Dom Pedro II, Imperador do Brasil** – O imperador visto pelo barão do Rio Branco. Brasília: Fundação Alexandre Gusmão, 2015. 272p.

MUNDAY, E. Patrick. **Sturm und Dung: Justus von Liebig and the chemistry of agriculture**. 1990. 334f. Dissertação, Cornell University, 1990

NAGENDRAPPA, Gopalpur. Justus Freiherr von Liebig. **Resonance**, p. 691-711, 2013.

NOVITSKI, Mary Eunice. **Auguste Laurent and the Prehistory of Valence**. Coira: Harwood Academic Publishers GmbH, 1992. 162p.

OESPER, Ralph E. Justus von Liebig – Student and Teacher. **Journal of Chemical Education**, v.4, nº12, p. 1461-1476, 1927.

OKI, Maria da Conceição Marinho. **A História da Química possibilitando o Conhecimento da Natureza da Ciência e uma Abordagem Contextualizada de Conceitos Químicos**: Um estudo de Caso numa Disciplina do curso de química da UFBA. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006.

OLESKO, Kathryn M. Commentary: On Institutes, Investigations, and Scientific Training. In: **The Investigative Enterprise**: Experimental Physiology in Nineteenth Century Medicine. California: University California Press, capítulo 8, p. 295-332, 1988.

OLESKO, Kathryn M. Science in Germanic Europe. In: **Cambridge History of Science**: Science in International Contexts, v. 8, p. 1-34, 1998.

PAIXÃO, Fátima; PEREIRA, Mariette M. Superação do Vitalismo e o Imparável Desenvolvimento da Síntese Orgânica. **Química** – Sociedade Portuguesa de Química, 120, p.39-41, 2011.

PARTINGTON, James Riddick. **A History of Chemistry**, v.4. Londres: Macmillan & Co LTD, 1964. 1007p.

PEREIRA, Elisabete Monteiro de Aguiar. Implicações da Pós-modernidade para a Universidade. **Avaliação**. v.7, n 1, p.35-46, 2002.

PERREN, Richard. **Taste, Trade and Technology**: The Development of the International Meat Industry since 1840. Vermont: ASHGATE, 2006, 302p.

PHILLIPS, J. P. Liebig and Kolbe, Critical Editors. **Chymia**, v.11, p.86-97, 1966.

PRIESTLEY, Joseph. **A Familiar Introduction to the Study of Electricity**. Londres, 1769, 66p.

QUEIROZ, Salete Linhares; ALMEIDA, Maria José P. M. Do fazer ao compreender ciências: Reflexões sobre o aprendizado de alunos de iniciação científica em química. **Ciência & Educação**, v.10, n.1, p. 41-53, 2004.

RHEINBOLDT, Heinrich. A química no Brasil. In: AZEVEDO, F. **As Ciências no Brasil**, v.II, Edições Melhoramentos, p.10-89, 1955.

ROCKE, Alan J. **The Quiet Revolution**: Hermann Kolbe and the Science of Organic Chemistry. Berkeley: University of California Press, 1993. 501p.

ROCKE, Alan J. August Kekule von Stradonitz. **Encyclopædia Britannica**, 2016. <Disponível em: <https://www.britannica.com/biography/August-Kekule-von-Stradonitz>> Acesso em: 04/07/2017

ROSA, Carlos Augusto Proença. **História da Ciência: O pensamento Científico e a Ciência no Século XIX**, v.II, tomo II. Brasília: Fundação Alexandre Gusmão, 2012. 380p.

ROSSI, Paolo. **O Nascimento da Ciência Moderna na Europa**, Bauru: EDUSC, 2001. 494p.

ROSSITER, Margaret Walsh. **Justus Liebig and the Americans: A Study in the Transit of Science, 1840-1880**. 1971. 442f. Tese – Departamento de Filosofia, Yale University, 1971.

SAALFELD, Friedrich. **Geschichte der Universität Göttingen in dem Zeitraume (1788-1820)**. Hannover: Helwingschen Hofbuchhandlung, 1820 <Disponível em: https://archive.org/details/bub_gb_q4IfAAAAYAAJ> Acesso em: 20/06/2017

SACHTLEBEN, Rudolf. Nobel Prize Winners Descended from Liebig - A Table of Academic Genealogy. **Journal of Chemical Education**, v.35, n°2, 1958.

SAITO, Fumikazu; BROMBERG, Carla. História e Epistemologia da Ciência. In: BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F. TRINDADE, L. S. P. (Org.). **História da Ciência: Tópicos atuais**. São Paulo: CAPES/Ed. Livraria da Física, 2010.

SANTOS, Nadja Paraense. Pedro II, sábio e mecenas, e sua relação com a química. **Revista da SBHC**, v.2 (1), p.54-64, 2004.

SATO, Matheus de Sousa. **A aula de laboratório no Ensino Superior de Química**. 2011. 116f. Dissertação – Físico-Química. Universidade de São Paulo, Instituto de Química de São Carlos, 2011

SCHIERZ, Ernest. Liebig's Student days. **Journal of Chemical Education**, v.8, n°2, p.223-231, 1931.

SCHMIDGEN, Henning. **Europäische Geschichte Online – EGO**, 2011 Disponível em: <http://ieg-ego.eu/de/threads/crossroads/wissensraeume/henning-schmidgen-labor> <Acessado em junho de 2016>

SCHÜTT, Hans-Werner. Chemical Atomism and Chemical Classification. In: NYE, M. J. **The Cambridge History of Science – The Modern Physical and Mathematical Sciences**, vol. 5. Cambridge: Cambridge University Press, p.237-254, 2008.

SCHWEDT, Georg. **Liebig und seine Schüler**. Berlin: Springer, 2002. 287p.

SHENSTONE, William Ashwell. **Justus von Liebig: His life and work**. Londres: Cassell and Company, 1901. <Disponível em: <https://archive.org/details/justusvonliebig02shengoo>> Acesso em: 21/04/2016

SHEPPARD, Keith; HOROWITZ, G. From Justus von Liebig to Charles W. Eliot: The Establishment of Laboratory Work in U.S. High Schools and Colleges. **Journal of Chemical Education**, v. 83, n.4, p.566-570, 2006.

SILVA, João José Carneiro. **Estudos Agrícolas**. Rio de Janeiro: Typographia – Academica, 1872

SIMÃO, Livia Mathias. O Papel da iniciação científica para a formação em pesquisa na pós-graduação. In: **Simpósio de Pesquisa e Intercâmbio Científico da Associação Nacional de**

Pesquisa e Pós-Graduação em Psicologia, 6, 1996. Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: Anppep, 1996.

SKOOG, Douglas A.; WEST, Donald M.; HOLLER, F. James. **Fundamentos de Química Analítica**. Editora Thomson, 8ª edição, 2006.

SOMMER, Robert. The Liebig Laboratory and Liebig Museum in Gießen. **Journal of Chemical Education**, v.8, nº2, 1931.

SOUZA, Maria Cristina dos Santos. A *Naturphilosophie* como concepção de mundo do romantismo alemão. **AISTHE**, nº5, 2010.

STRUBE, Wilhelm. **Justus Liebig: Eine Biographie**. Leipzig: Sax-Verlag Beucha, 2005.

THOMSON, William. Scientific laboratories. **Nature**, 31, 1885

TIMBS, John. **Curiosities of London**. Londres, 1855

TOSTA, Leandro Martins. Comportamento eletrocromico de filmes de azul da prússia em carbonato de propileno, **Dissertação** em Química, Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, 2008

TROMMSDORFF, Johann Bartholomäus. **Chemisches Probierkabinet**. Erfurt: Henningsschen Buchhandlung, 1806

TURNER, Steven. Justus Liebig versus Prussian Chemistry: Reflections on Early Institute-Building in Germany. **Historical Studies in the Physical Sciences**, v.13, nº 1, 1982

VASCONCELOS, Alexandra Alves; SILVA, Ana Carolina Guimarães; MARTINS, Joseane de Souza; Soares, Lupércia Jeane. A presença do diálogo na relação professor-aluno. **V Colóquio Internacional Paulo Freire**, 2005. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/59397469/A-PRESENCA-DO-DIALOGO-NA-RELACAO-PROFESSOR-ALUNO>> Acessado em 17 de julho 2017

VERGARA, Moema de Rezende. Ensaio sobre o termo “vulgarização científica” no Brasil do século XIX. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 1, nº 2, p. 137-145, 2008.

VOGT, Carl. **Aus meinem Leben**, 1896

VORLÄNDER, Daniel. Jacob Volhard, **Chemische Berichte**, v.45, p.1855-1902, 1912

YIGOTSKY, Lev Semenovich. **Pensamento e Linguagem**. Edição Eletrônica: Ed. Ridendo Castigat Mores, 1996. Disponível em: <chrome-extension://oemmndcblldboiebfnladdacbfmadadm/http://www.ebooksbrasil.org/adobeebook/vigo.pdf>

WANKMÜLLER, Armin. **Ausländische Studierende der Pharmazie und Chemie bei Liebig in Gießen**. Stuttgart: Deutscher-Apotheker Verlag, 1967

WELLESLEY COLLEGE. **In memoriam, Eben Norton Horsford**. 1893

WISNIAK, Jaime. Charles Adolphe Wurtz. **Educación Química**, v.16, nº 2, 2005

WISNIAK, Jaime. Auguste Laurent. Radical and radicals. **Educación Química**, v.20, nº 1, 2009

WURTZ, Charles Adolphe. Sketch of Charles Adolphe Wurtz, **Popular Science Monthly**, v.22, 1882. Disponível em: https://en.wikisource.org/wiki/Popular_Science_Monthly/Volume_22/November_1882/Sketch_of_Charles_Adolphe_Wurtz <Acessado em: 04 de julho de 2017>

YIN, Robert. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2ª edição, 2001.