

MEMÓRIAS
DA
ACADEMIA DAS CIÊNCIAS
DE
LISBOA

CLASSE DE CIÊNCIAS

TOMO XLVI

**A Escola Politécnica de Lisboa
numa rede transnacional de
circulação de conhecimentos de
química durante as décadas de
1860 e 1870**

BERNARDO JEROSCH HEROLD, WOLFFRAM BAYER



ACADEMIA DAS CIÊNCIAS
DE LISBOA

LISBOA • 2019

A Escola Politécnica de Lisboa numa rede transnacional de circulação de conhecimentos de química durante as décadas de 1860 e 1870

Bernardo Jerosch Herold^a, Wolfram Bayer^b

SUMÁRIO

A investigação em química orgânica na Escola Politécnica^c de Lisboa atingiu, por volta de 1870, mas só durante um período de poucos anos, um nível que lhe conferiu notoriedade internacional, através de uma série de artigos publicados por António Augusto de Aguiar^d nas mais categorizadas revistas de química francesas e alemãs. Esse período áureo não deu porém origem a uma escola nacional de investigação nessa área, tão importante para o progresso científico e industrial naquela época. Um dos aspetos intrigantes é Aguiar nunca ter viajado antes para o estrangeiro e ter podido receber nalgum dos centros de investigação reputados os impulsos e os conhecimentos tácitos indispensáveis para poder competir internacionalmente com tanto sucesso. O facto de em alguns artigos figurarem coautores com apelidos alemães levou a se investigar se teriam sido eles os veículos da transferência de conhecimentos químicos, onde os teriam adquirido e como foram recrutados. No entanto, as principais obras sobre a história da química orgânica dessa época nada dizem sobre essas pessoas. Para solucionar esse enigma teve de se recorrer a fontes de informação menos convencionais. Como resultado dessa pesquisa identificou-se uma rede transnacional de circulação de conhecimentos químicos em que a Escola Politécnica se integrou.

PRÓLOGO

Há cerca de um quarto de século, um de nós (BJH) foi entrevistado por uma jornalista do *Público* acerca dum relatório de umas análises, de que lhe facultou uma fotocópia. Tratava-se de análises executadas num laboratório forense reputado da Grã-Bretanha, a respeito de estilhaços encontrados nos destroços do avião Cessna que se despenhou 1980 em Camarate, em que pereceram Francisco de Sá Carneiro, Adelino Amaro da Costa e os restantes ocupantes. O relatório, que se encontrava em segredo de justiça, identificava claramente cinco substâncias explosivas cujos traços cobriam as superfícies dos estilhaços, uma das quais era o 1,3,6,8-tetranitronaftaleno (TNN). Na altura, não nos apercebemos da seguinte circunstância curiosa: esta substância explosiva foi sintetizada pela primeira vez, identificada,

^a Centro de Química Estrutural, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais PT-1049-001 Lisboa, Portugal, herold@tecnico.ulisboa.pt

^b Institut für Corpuslinguistik und Texttechnologie, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Sonnenfelsgasse 19/8, A-1010 Wien, Áustria, wolfram.bayer@a1.net

^c Na grafia da época “Eschola Polytechnica”.

^d Na época escrevia-se normalmente “Antonio Augusto d’ Aguiar”.

analisada e a sua fórmula corretamente determinada como $C_{10}H_4(NO_2)_4$ ^e na Escola Politécnica de Lisboa em 1864^{1,2} por Eduard Lautemann e António Augusto de Aguiar. No entanto, um estudo anterior da biografia científica de Aguiar³, que foi lente da Escola Politécnica, tal como outras biografias do mesmo aí citadas⁴ são omissas quanto à identidade de Lautemann, bem como a de um outro coautor de Aguiar, chamado Alexander Bayer.

Impunha-se assim uma pesquisa sobre estes químicos. Descobrir de onde vieram e onde se formaram seria uma maneira de desvendar os processos de circulação transnacional do conhecimento químico que permitiriam explicar como foi possível, nas décadas de 1860 e 1870, a Escola Politécnica atingir subitamente um nível científico e uma pujança, através dos trabalhos de Aguiar, que lhe granjeou uma assinalável notoriedade internacional.

Sobre a transferência de conhecimentos de química do centro para a periferia da Europa, durante o século XIX, existem numerosos estudos⁵, em que o método prosopográfico⁶ desempenha um papel importante. Um dos casos mais bem estudados é o da escola de investigação de Liebig na Universidade de Giessen. O estudo da mesma⁷ revelou que muitas das escolas nacionais de investigação em química orgânica, em Paris, Londres, Pest (Hungria), São Petersburgo, Kazan, Charkov, Kiev, Baltimore, etc. foram fundadas por discípulos de Justus von Liebig. O ensino e a investigação experimental em equipas de estudantes no laboratório que dirigia foi um modelo exportado com sucesso, por exemplo por August Wilhelm von Hofmann para o Royal College of Chemistry em Londres (que após a fusão com a Royal School of Mines deu origem ao famoso Imperial College) e por Ira Remsen para a Johns Hopkins University em Baltimore. Hoje, em todo o mundo se adoptou para a Matemática, Física, Química e as Ciências da Vida o mesmo sistema de preparação de doutoramentos em dois ou três anos através de trabalho de investigação em equipas, aceitável para publicação em revistas reputadas da respetiva área. Esse processo de exportação do modelo de Giessen, em química, envolveu sempre a deslocação duma pessoa que era portadora de conhecimentos tácitos⁸ que só se podiam adquirir através duma imersão, durante mais de um ano, numa comunidade cientificamente ativa que permitia uma abundante transmissão oral e a observação mútua e treino de práticas de saber manipular e de vencer obstáculos de natureza experimental. São conhecimentos que não são transmissíveis só através da palavra escrita. Um tal conhecimento livresco não seria suficiente para alguém se tornar criativo e inovador numa área científica da natureza da química.

Seriam Lautemann e Bayer os veículos dessa transmissão de conhecimento tácito, ou teriam os futuros lentes de química beneficiado dum estágio num dos centros de produção de novos conhecimentos de química além Pirenéus?

LENTE DA ESCOLA POLITÉCNICA DE LISBOA COMO AUTORES DE TRABALHOS DE INVESTIGAÇÃO EM QUÍMICA ORGÂNICA

Entre os lentes de química daquela época na Escola Politécnica são de salientar três: Júlio Máximo de Oliveira Pimentel, 2.º Visconde de Vila Maior, Agostinho Vicente Lourenço e o próprio António Augusto de Aguiar.

^e Na publicação original $C^{10}H_4(AzO_2)_4$

O primeiro dos três⁹ viveu de 1809 a 1889, lecionou química na Escola Politécnica, desde 1837, ano da sua fundação, tendo estudado em Paris de 1884 a 1846, trabalhando no Laboratório de Eugène Péligot (1811-1890) em assuntos de química mineral. Visitou, mas apenas por poucos dias, Liebig em Giessen, imediatamente antes do seu regresso a Lisboa, lamentando que não tivesse tido a possibilidade de permanecer em Giessen por mais tempo. O tipo de investigações que fez com Péligot e a sua, aliás muito fértil, atividade como químico industrial em Portugal excluem, no entanto, a possibilidade de ter sido ele o veículo de transmissão daqueles conhecimentos específicos de que Aguiar precisou para a sua ascensão científica meteórica.

Em relação ao segundo, vale a pena, porém, analisar neste contexto mais pormenorizadamente a sua biografia.^{3,10}

Lourenço, nascido em 1822 no antigo Estado Português da Índia, tinha sido bolseiro na Alemanha e em França. Em Heidelberg seguiu em 1858 um curso laboratorial com Robert Bunsen (1811-1899) e chegou a trabalhar em 1859 com August Kekulé (1829-1896), com vista a preparar um doutoramento, mas por várias razões não concluído, entre as quais provavelmente também pesou a transferência de Kekulé para Gent, em 1858, numa altura em que os trabalhos de Lourenço mal tinham arrancado. Tentou então a sua sorte em Paris com Charles Adolphe Wurtz (1817-1884), onde obteve um grande sucesso com o estudo dos álcoois polietilénicos¹¹ (que era o nome que deu aos hoje denominados poliglicóis). Estes trabalhos criaram-lhe uma elevada reputação entre os químicos, seus contemporâneos em toda a Europa. A sua biografia científica está documentada em publicações anteriores^{3, 10}. Há, no entanto, dados que os autores dessas biografias desconheciam à época da sua publicação, que terão de ser tidos em conta numa biografia mais desenvolvida de Lourenço, a publicar no futuro. Um pormenor curioso que atesta a importância que lhe era atribuída na segunda metade do século XIX é o facto de existir um retrato de Lourenço (*Fig. 1*) num álbum oferecido em 1889 a Kekulé com 80 fotografias de celebridades científicas, suas contemporâneas^f. Quando Lourenço, em 1862, aceitou a recém-criada cadeira de Química Orgânica e Análise Química da Escola Politécnica, estava portanto bem preparado para iniciar trabalhos de investigação na área da Química Orgânica.

Aguiar (*Fig. 2*), contrariamente a Lourenço, não tinha tido a oportunidade de estudar no estrangeiro e muito menos de receber uma bolsa para se doutorar. Formou-se na própria Escola Politécnica, com as cadeiras do curso geral, contrariamente à grande maioria dos alunos que



Figura 1
Agostinho Vicente Lourenço (1822-1893). ©
Cortesia Deutsches Museum, Munique.

^f O álbum foi oferecido a Kekulé pela BASF Badische Anilin- und Sodafabrik por ocasião do sexagésimo aniversário de Kekulé. Encontrava-se desde 1925, como parte do espólio de Kekulé, em exposição no chamado *August Kekulé-Zimmer* da *Technische Hochschule Darmstadt*. O espólio foi entregue em 2009 ao *Deutsches Museum em Munique*.

apenas procurava obter a aprovação num elenco mais limitado de cadeiras para poder frequentar em seguida o ensino na Escola do Exército ou na Escola Médico-Cirúrgica. Aguiar, que se distinguiu como aluno de dotes excepcionais, mal terminou o curso, ascendeu diretamente ao lugar de Lente Substituto de Química, sem ter passado por alguma experiência prévia de investigação científica, e pouco tempo antes de Lourenço ser nomeado lente substituto da nova cadeira de Química Orgânica e Análise Química.

Perante estes precedentes, seria natural supor que teria sido Lourenço o responsável pela transmissão duma tradição de investigação adquirida no estrangeiro, que remontava a Justus Liebig, de quem tanto Kekulé como Wurtz tinham sido discípulos em Giessen, no Grão-Ducado de Hessen. A confirmação desta suposição tão plausível reveste-se no entanto de dificuldades inesperadas que tornaram necessária uma análise pormenorizada do conjunto das obras científicas, tanto de Lourenço como de Aguiar.

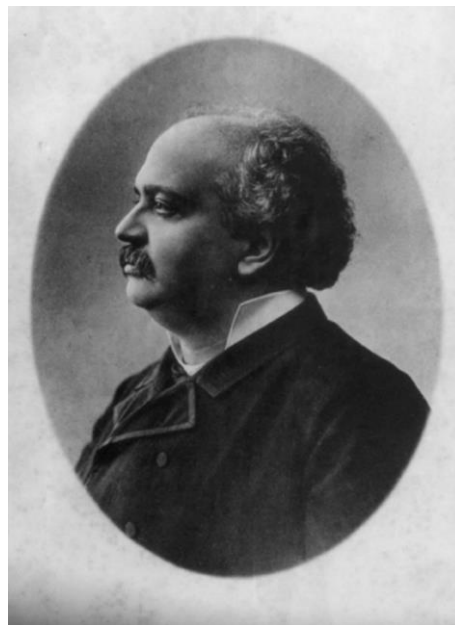


Figura 2
António Augusto de Aguiar (1838-1887). © Foto cortesia de M. N. Berberan-Santos. Reprodução de gravura da ref.^o 4.^o de autor desconhecido.

TERIA HAVIDO UMA RELAÇÃO MESTRE-DISCÍPULO ENTRE LOURENÇO E AGUIAR?

A transmissão de uma tradição de investigação caracteriza-se normalmente por uma relação mestre-discípulo e deixa como rasto documental uma tese de doutoramento do discípulo orientado pelo mestre ou de uma ou mais publicações em que ambos são coautores. No entanto, só existe uma única publicação comum de Lourenço e Aguiar, e essa tem características peculiares. Trata-se de um artigo publicado sob os auspícios da Academia das Ciências de Lisboa sobre investigações acerca de álcoois mono-funcionais¹². Este artigo tem uma introdução bastante desenvolvida sobre a importância económica dos vários álcoois conhecidos até à data, redigida de forma a apelar tanto a leitores com conhecimentos de química como a outros menos conhecedores. Sem nenhuma referência explícita ao lema da Academia "*Nisi utile est quod facimos, stulta est gloria*", a introdução pode muito bem ter sido escrita como sendo uma justificação de que as investigações a relatar tinham sido feitas com a preocupação de satisfazer a este lema. No trabalho descreve-se a redução do valerato de amilo com sódio e o fracionamento por destilação da mistura obtida nessa reação. Pretenderam os autores terem isolado, como produtos dessa reação, vários álcoois superiores, como o álcool nonílico, decílico, undecílico e dodecílico. Retrospectivamente e tendo em conta os desenvolvimentos posteriores do conhecimento das reações da Química Orgânica e dos seus mecanismos, é óbvio que Lourenço e Aguiar nunca podiam ter obtido os álcoois que julgavam terem isolado. O erro científico assim cometido nunca foi porém admitido publicamente pelos autores como tal. O mesmo não contribuiu assim em nada para o prestígio internacional das investigações em química orgânica na Escola Politécnica de Lisboa. O trabalho, efetivamente, nunca foi citado em nenhum artigo publicado em revistas científicas ou em livros de

química, incluindo o tratado exaustivo de Química Orgânica de Beilstein e o Dicionário de Química Pura e Aplicada de Wurtz. Tendo em vista este insucesso e não havendo nenhuma outra publicação comuns de Lourenço e Aguiar, não parece que este trabalho documente uma relação mestre discípulo entre Lourenço e Aguiar.

Foram os trabalhos de investigação de Aguiar e não os de Lourenço que prestigiaram além-fronteiras as investigações em Química Orgânica efetuadas na Escola Politécnica de Lisboa. As investigações de Lourenço em Química Orgânica que o tornaram merecidamente célebre na época tinham sido todas feitas em Paris no Laboratório de Wurtz entre 1859 e 1862. Em Lisboa, com a exceção do malogrado trabalho em colaboração com Aguiar, Lourenço nunca mais publicou nada sobre Química Orgânica, tendo-se os seus estudos laboratoriais concentrado na análise de águas minerais portuguesas. Esses estudos foram pioneiros e tiveram obviamente uma utilidade que permite afirmar que esses trabalhos, sim, se integravam completamente no lema da Academia das Ciências de Lisboa: *“Nisi utile est quod facimos, stulta est gloria”*.

Se a interação científica entre Lourenço e Aguiar na Química Orgânica se limitou ao citado trabalho malogrado, como é que foi possível a Aguiar ter produzido uma série de trabalhos com repercussão internacional nos meios mais exigentes? Uma comparação com o que tem acontecido mais recentemente, ao longo da segunda metade do século XX, em que houve numerosos doutoramentos de bolseiros portugueses em laboratórios dos mais reputados do Mundo e a fundação de grupos de investigação pelos bolseiros, uma vez regressados, adensa a dúvida sobre como é que Aguiar, sem essa imersão profunda numa cultura científica dum país onde ela já existia, foi capaz de produzir em Lisboa investigação de ponta.

OS COAUTORES DOS TRABALHOS DE INVESTIGAÇÃO DE ANTÓNIO AUGUSTO DE AGUIAR NA ESCOLA POLITÉCNICA DE LISBOA

Em cerca de metade dos trabalhos de Aguiar publicados no estrangeiro e um terço das publicações em Portugal sobre investigações em Química Orgânica, todas levadas a cabo na Escola Politécnica, figuram coautores com os apelidos alemães Lautemann e Bayer respetivamente. As biografias de Aguiar nada diziam sobre esses coautores. Para desvendar a sua origem e os eventuais papéis que desempenharam como vetores da transmissão dum saber-fazer e de uma tradição de investigação, foi necessário conduzir uma investigação histórica, cujos resultados foram recentemente publicados¹³ e que são aqui relatados de novo nos seus aspetos mais essenciais.

Eduard Lautemann (1836-1868) foi recrutado por Lourenço através dos contactos que mantinha com os químicos alemães que conheceu durante a sua estada, 1858 a 1859, em Heidelberg. Lourenço fez constar que queria levar para Lisboa um colaborador que o auxiliasse na modernização do Laboratório de Química na Escola Politécnica. Lautemann tinha sido, a partir de 1859, assistente de Hermann Kolbe (1818-1884) na Universidade de Marburgo, mas na Páscoa de 1862, depois de se ter doutorado, teve de abandonar o seu lugar no Laboratório de Kolbe, devido a doença grave¹⁴. As suas publicações, quer em coautoria com Kolbe, quer como único autor, documentam uma elevada competência e criatividade na área da química orgânica, facto que A. Rocke, o mais importante biógrafo de Kolbe, na nossa opinião não salientou devidamente.¹⁵ Kolbe e a sua Escola eram consideradas por muitos dos

seus contemporâneos como aquilo que havia de melhor na química orgânica. A técnica experimental, o rigor das suas análises e das interpretações dos seus resultados satisfaziam os mais elevados padrões. No entanto, como combateu até à morte a teoria estrutural de Kekulé, e como esta acabou por sair vencedora da contenda, a emulação de Kekulé ofuscou durante muitas décadas a importância das investigações de Kolbe. Só mais recentemente Rocke recolocou a obra de Kolbe no lugar que ela merece¹⁵. Depois de ter sido obrigado a abandonar o Laboratório de Kolbe, Lautemann, doente e sem meios de subsistência, soube através de Emil Erlenmeyer (1825-1909), na altura *Privatdozent* (docente livre) na Universidade de Heidelberg, da intenção de Lourenço de angariar um auxiliar que o acompanhasse no seu regresso a Lisboa. Lourenço, nessa altura, encontrava-se ainda a trabalhar em Paris no Laboratório de Wurtz. Lautemann aproveitou a oferta de emprego e foi ter com Lourenço a Paris em Dezembro de 1862¹⁴, onde trabalhou ainda durante cerca de meio ano, no Laboratório de Wurtz, antes de iniciar a viagem a Lisboa.

Lautemann, na sua viagem de Marburgo a Paris, parou em Heidelberg, não só para agradecer a Erlenmeyer por tê-lo recomendado a Lourenço, mas também para se encarregar dum recado de Lourenço. Com o regresso de Lourenço a Lisboa, este quis atualizar o equipamento do laboratório de química da Politécnica. Lourenço assim, ainda em Paris, encomendou vidraria e instrumentos de laboratório ao mecânico da Universidade de Heidelberg Peter Desaga¹⁶. Este tinha desenvolvido e fabricava desde 1855, de acordo com as instruções do Professor Robert Bunsen, o queimador de gás de cidade que ficou conhecido como bico de Bunsen. Além disso, vários reagentes, em particular uma coleção de alcalóides, foram fornecidos pela fábrica químico-farmacêutica Merck em Darmstadt. Lautemann menciona nas cartas que escreveu a Erlenmeyer que tinha sido encarregado por Lourenço de fazer ainda mais umas outras encomendas, pedindo a Erlenmeyer que atuasse como intermediário junto aos fornecedores. Desaga embalou finalmente em Heidelberg todo o material numa grande mala, que foi despachada por caminho-de-ferro para Paris, onde chegou com grande atraso. Lautemann entretanto estava ansioso de a receber, para poder levá-la daí para Lisboa, numa viagem complicada, visto que Lisboa ainda não estava ligada a nenhuma rede ferroviária internacional. Presume-se que uma parte da viagem tenha sido por via marítima a partir de um dos portos da costa Oeste da França que já dispunham de ligação ferroviária a Paris.

Ocupou o lugar de Preparador de Química Orgânica na Escola Politécnica, com um salário mensal de 40 000 réis^{17, 18}, a partir de Julho de 1863¹⁹, mas ficou só até Março de 1864²⁰. Não chegou a completar um ano, porque seguiu viagem para Goa, onde lecionou a partir de Maio de 1864 Princípios de Física, Química e História Natural na Escola Médico-Cirúrgica de Nova Goa.²¹ Era a mesma Escola em que Lourenço se tinha formado e onde chegou a lecionar, antes de vir para a Europa. Em Outubro do mesmo ano “tendo-se-lhe agravado os seus padecimentos de que parece que vinha já affectado de Europa, [Lautemann] tomou a deliberação de regressar à pátria”.²² Durante quase três anos perde-se-lhe o rasto, mas sabe-se que a partir de 1867 trabalhou na fábrica Kalle & Co., uma das primeiras fábricas de corantes sintéticos da Alemanha, fundada por Wilhelm Kalle, um contemporâneo de Lautemann como doutorando no Laboratório de Kolbe.²³ A fábrica estava implantada em Biebrich, um subúrbio de Wiesbaden no Ducado de Hesse-Nassau, ainda hoje sede da mesma empresa. Não chegou a ocupar o novo lugar por muito tempo, uma vez que faleceu em Maio de 1868²⁴, naturalmente vítima da mesma doença que, com crises graves recorrentes, já o tinha obrigado a abandonar o lugar de assistente de

Kolbe na Universidade de Marburgo. Efetivamente, tal como revela o *curriculum vitae* que acompanhou a sua tese de doutoramento,²⁵ já anteriormente, durante a sua adolescência teve de abandonar o “*Gymnasium*” humanista por sofrer duma doença que provavelmente já era a mesma que o voltaria a afligir mais tarde. Assim em vez do ensino escolar, foi educado pelo pai, pároco luterano na aldeia de Böddiger perto de Kassel e teve de se contentar com um emprego como aprendiz de boticário em Frankenberg, próximo de Marburgo, antes de encontrar um outro emprego no Laboratório de Kolbe. Ter sido capaz, apesar destes contratemplos, de conseguir o doutoramento aos 26 anos é a prova de dotes e de persistência excepcionais.

Alexander Georg Bayer (1849-1928). Enquanto Lautemann é referido nalgumas das obras mais pormenorizadas acerca da história da química orgânica na Alemanha do século XIX, nomeadamente as biografias de Kekulé por Anschütz²⁶ e a de Kolbe por Rocke¹⁵, não se encontrou nenhuma referência a Alexander Bayer em qualquer delas, nem noutras obras sobre a história da química. Procurou-se em vão no arquivo da Universidade de Marburgo se teria havido um discípulo de Kolbe com esse nome. Como Kolbe se mudou para a Universidade de Leipzig em 1867 e Bayer chegou à Escola Politécnica em Dezembro de 1868²⁷, havia que investigar, no entanto, a possibilidade, mesmo que remota, de este ter frequentado a Universidade de Leipzig. Uma pesquisa em linha no respetivo arquivo²⁸ confirmou que Alexander Georg Bayer, nascido em 1849 em Bielitz na Silésia meridional, então austríaca^g, esteve de facto inscrito em química e física entre 2 de maio e 13 de outubro de 1868. Um encadeamento feliz de várias circunstâncias mais ou menos fortuitas^h permitiu a um dos autores, (BJH) residente em Lisboa, descobrir a existência do Dr. Wolfram Bayer, um bisneto de Alexander Bayer residente em Viena e convidá-lo a colaborar nas suas pesquisas sobre os preparadores químicos germanófonos da Escola Politécnica.

Através dessa colaboração, foi possível reconstituir a biografia de Alexander Bayer, num trabalho de pesquisa em que foi crucial o acesso ao arquivo privado da família Bayer.

Alexander Georg Bayer (Fig. 3) nasceu 1849 em Bielitz, nome alemão duma pequena cidade na Silésia meridional, a poucos quilómetros de Cracóvia, que na altura pertencia ao Império Austríaco. Hoje pertence à Polónia e chama-se



Figura 3

Da esquerda para a direita: Carl Joseph Bayer, químico (1847-1904), Felix Emrich Bayer, arquiteto (1853-1912) e Alexander Georg Bayer, químico (1849-1928). © Cortesia do arquivo da família Bayer.

^g A região ficou a pertencer à Polónia, após a queda do império austro-húngaro e a antiga vila de Bielitz ficou incorporada na atual cidade de Bielsko-Biala.

^h A introdução das palavras Bielitz e Bayer por um dos autores (BJH) no motor de pesquisa da Google não conduziu a nenhuma entrada relativa a Alexander Bayer, mas a outra, relativa a um químico famoso chamado Carl Joseph Bayer, nascido na mesma cidade apenas dois anos antes. Como nessa entrada na Wikipédia não se mencionava a existência dum irmão com o nome Alexander, um dos autores (BJH) perguntou ao historiador austríaco da química Dr. Gerhard Pohl da *Ignaz-Lieben-Gesellschaft* se lhe podia indicar uma biografia mais completa de Carl Josef Bayer. Passados poucos dias recebeu por correio electrónico a resposta de que conhecia sim um autor, descendente da família Bayer que estava a preparar uma tal biografia, para o qual enviou cópia da troca de mensagens electrónicas. Passados uns dias o Dr. Wolfram Bayer, envia a BJH uma mensagem em que revela que é o bisneto do Alexander Bayer que foi colaborador de Aguiar, e remete um resumo da biografia do bisavô.

Bielsko-Biala. Alexander era o irmão mais novo de Karl Joseph Bayer (1847-1904), o célebre inventor do “Processo de Bayer” de tratamento da bauxite para a produção de alumina pura, passo incontornável, até aos dias de hoje, da metalurgia do alumínio.²⁹ Alexander Bayer frequentara primeiro em 1867/68, tal como o seu irmão o fizera antes dele, o Laboratório de Carl Remigius Fresenius (1818-1897) em Wiesbaden no Ducado de Hessen-Nassau. Este laboratório privado dava cursos profissionais de química que eram muito reputados pela sólida formação prática experimental que transmitiam aos estudantes. Foi logo a seguir à sua formatura nesse laboratório, que Bayer se inscreveu na Universidade de Leipzig, onde então frequentou entre Maio e Outubro de 1868 o laboratório chefiado por Kolbe. Aí iniciou um trabalho de investigação em química orgânica sugerido por Kolbe³⁰. Esse trabalho foi completado na Escola Politécnica de Lisboa³¹, onde Bayer passou a ocupar o lugar de preparador de química orgânica de Dezembro de 1868³² a Novembro de 1872.³³

A INVESTIGAÇÃO EM QUÍMICA ORGÂNICA DE LAUTEMANN NA UNIVERSIDADE DE MARBURGO

Para avaliar a influência de Lautemann sobre a temática e a metodologia das investigações de Aguiar, seja daquelas publicadas em coautoria com Lautemann, seja das posteriores individuais de Aguiar, é preciso resumir os trabalhos anteriores de Lautemann efetuados no Laboratório de Kolbe.

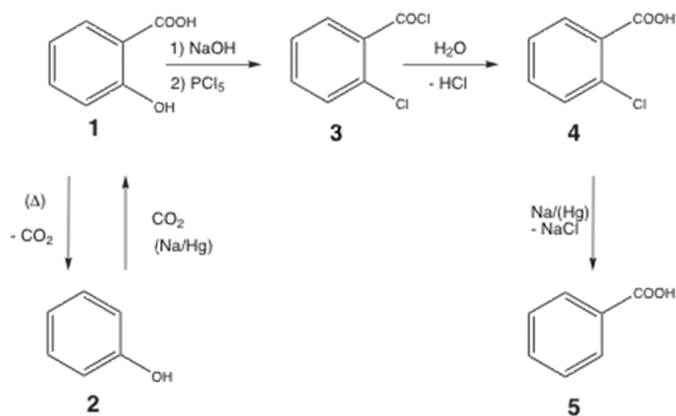
Antes porém de relatar esses trabalhos, é preciso notar que Kolbe, embora fosse atomista, nunca aceitou a teoria estrutural de Kekulé, segundo a qual os átomos de carbono se ligam uns aos outros, formando cadeias e anéis.ⁱ Polemizou contra essa teoria com grande violência verbal.³⁴ Kolbe tinha as suas próprias teorias que acabaram por sair derrotadas da contenda. Para descrever a um leitor do século XXI as investigações da Escola de Kolbe de uma forma acessível é melhor evitar as representações que ele usava de acordo com a sua “teoria nova dos radicais” e usando até 1868 pesos atômicos diferentes (6 para o carbono e 8 para o oxigénio) dos que foram aprovados no congresso de Karlsruhe de 1860. Para facilitar a leitura do presente trabalho, ao se usarem as fórmulas de estrutura atuais, está-se a introduzir propositadamente um anacronismo, do qual o leitor no entanto deve estar consciente.

O primeiro trabalho publicado por Lautemann, proveniente do laboratório químico de Marburgo é assinado apenas por ele,³⁵ mas tem um complemento posterior que insolitamente foi assinado por Kolbe sozinho, embrulhado numa miscelânea de notas, embora para um leitor atento seja evidente que se tratava de trabalhos do seu assistente Lautemann³⁶. Rebate, por meio de experiências bem concebidas, uma acusação de que nas análises do conteúdo em carbono e hidrogénio por combustão de compostos orgânicos de nitrogénio, a rede aquecida de cobre usada para reconverter os óxidos de nitrogénio dos gases de combustão em dinitrogénio, fazia com que os valores de carbono determinados a partir da dosagem do dióxido de carbono formado na combustão seriam falseados (demasiado baixos), por uma parte do dióxido de carbono ter sido reduzido pelo cobre a monóxido de carbono. O trabalho reflete uma grande experiência na execução de análises pelo método da combustão desenvolvido por Liebig e aperfeiçoado por Kolbe, bem como uma capacidade de observação e raciocínio

ⁱ Em rigor, para ser justo, doutrina devia se chamar teoria de Couper, Kekulé e Butlerov, mas por circunstâncias diversas, Kekulé foi no século XIX e no virar para o século XX, o principal alvo, tanto das críticas dos adversários da teoria como das homenagens dos que festejaram a sua vitória.

científico admiráveis. Concluiu que a redução do dióxido de carbono a monóxido de carbono era devida à presença de impurezas no cobre. Esse inconveniente podia ser evitado utilizando cobre mais puro. Na mesma publicação³⁶ Kolbe refere-se ainda a outros trabalhos de Lautemann.

Num outro trabalho de Lautemann particularmente importante, também assinado apenas por Kolbe, mas mencionando no corpo do texto que tinha sido efetuado pelo “meu assistente Lautemann”, relata-se pela primeira vez uma síntese do ácido salicílico a partir de fenol e dióxido de carbono³⁷ (reação 2→1 no *esquema 1*).



Esquema 1

Esse método foi aperfeiçoado, posteriormente a Lautemann ter abandonado o grupo de Kolbe, de modo a poder ser realizado à escala industrial. A inovação em relação ao procedimento original de Lautemann consistiu na substituição do sódio na geração de fenolato de sódio por uma solução concentrada de hidróxido de sódio e a reação deste com o fenol e o dióxido de carbono se realizar a uma pressão e temperatura superior, o que foi conseguido realizando a reação numa autoclave. Ficou conhecido para a posteridade por síntese de Kolbe-Schmitt.³⁸ A supressão do nome de Lautemann como coautor deste processo pode ter feito parte duma estratégia nos litígios em que a patente do processo ficou envolvida.³⁹ O facto de, em data anterior ao pedido de patente da síntese do ácido salicílico, já ter havido uma publicação sobre uma síntese que partia das mesmas matérias-primas, isto é fenol e dióxido de carbono, tinha servido de argumento principal numa petição da empresa Schering de anulação da mesma patente, pois o processo já se encontraria no domínio público. Por isso, havia interesse em minimizar a importância da publicação prévia que envolvia Lautemann. Este assim perdeu o reconhecimento público dos seus direitos morais de autor. Ninguém o defendeu, porque entretanto já tinha falecido na pobreza e sem deixar descendentes. A importância do processo, que na nossa opinião seria justo chamar de Kolbe-Lautemann-Schmitt, não pode ser subestimada, uma vez que ainda hoje é o único processo de síntese industrial do ácido salicílico. O ácido salicílico já tinha na altura imensas aplicações diretas, mas, depois da invenção da aspirina, da qual é uma matéria-prima indispensável, a sua procura potenciou-se e continuou a aumentar até hoje.

Quase metade das 14 publicações atribuíveis a Lautemann^{37, 40, 41, 42} oriundas do Laboratório de Kolbe em Marburgo, contando com a sua tese de doutoramento⁴³ tratam da “constituição e basicidade do ácido salicílico” e de substâncias relacionadas. Estes trabalhos foram todos citados, analisados e

discutidos recentemente em pormenor¹³. Provaram, a partir da composição dos seus sais metálicos que o ácido salicílico era monobásico. Descrevem as várias reações representadas no *esquema 1*, incluindo a síntese já mencionada do ácido salicílico. Como já se afirmou mais acima, naquela época e particularmente na escola de Kolbe, ainda se estava muito longe de poder representar as estruturas dos compostos da maneira mostrada no esquema. A escola de Kolbe ainda não se tinha rendido aos pesos atômicos 12 e 16 para o carbono e o oxigénio respetivamente em lugar de 6 e 8 (fá-lo-ia apenas em 1868). Não só Kolbe recusava que os átomos de carbono pudessem estar ligados uns aos outros formando cadeias e anéis³⁴, mas o próprio Kekulé ainda não tinha proposto uma estrutura hexagonal para o benzeno e os seus derivados. Mesmo depois de isso ter acontecido, ainda levaria mais uns anos para os discípulos de Kekulé concluírem que os átomos do anel benzénico a que se encontram ligados o grupo carboxilo –COOH e o hidroxilo –OH na molécula de ácido salicílico são vizinhos um do outro. Mesmo assim, Kolbe com a sua “teoria nova dos radicais”, permitia identificar certos átomos ou agrupamentos de átomos, isto é “radicais”⁴⁴ que se substituíam uns pelos outros nas “constituições dos corpos” como resultados das reações. A terminologia e as representações que usava traduzem estas conclusões de uma forma que, para um leitor de hoje não preparado, são difíceis de descodificar, como mostram os exemplos seguintes de “fórmulas constitucionais” e nomes sistemáticos neles baseados (Fig. 4).

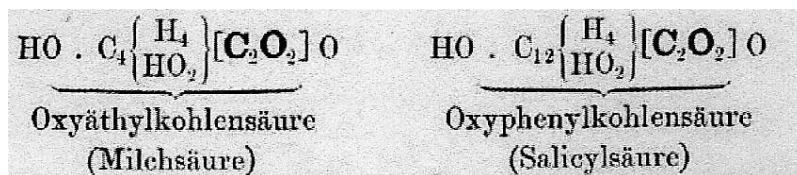
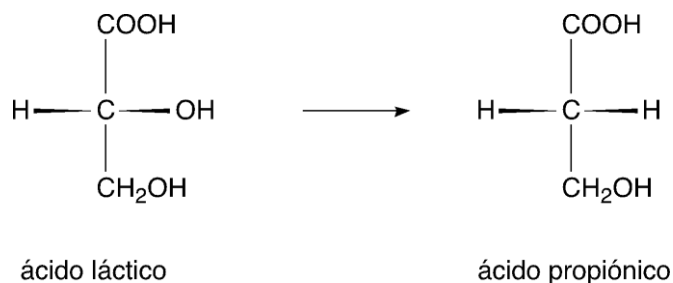


Figura 4
“Fórmulas constitucionais” dos ácidos láctico e salicílico, de acordo com a “teoria nova de radicais” (Ref. 44, p 153).

Mesmo assim, a maioria dos historiadores atribui a Kolbe e à sua escola o mérito de ter esclarecido a constituição do ácido salicílico. Kolbe criou assim as pedras angulares da química dos derivados do benzeno que permitiram a Kekulé propor mais tarde as suas estruturas, tal como hoje as conhecemos. Assim é considerado por alguns como um dos “pais da teoria estrutural”. A suprema ironia é não ter sido capaz de dar o último passo de aceitar as ideias do seu adversário Kekulé, pelo que Kolbe foi como um pai dum filho que sempre enjeitou.

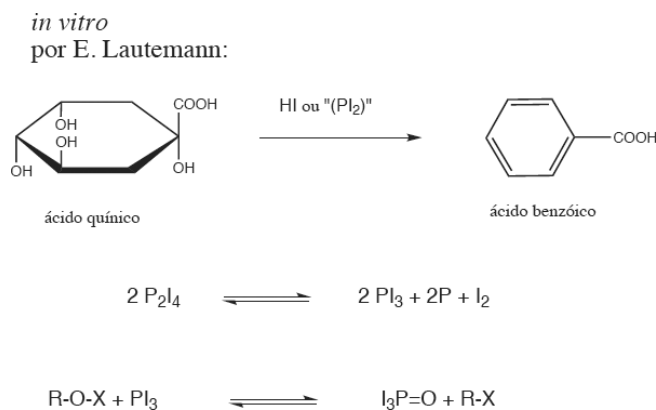
Lautemann, além de ter sido colaborador de Kolbe nas investigações sobre o ácido salicílico, também publicou outros trabalhos originados no mesmo laboratório que assina como único autor. Estes afastam-se bastante da linha principal das investigações da restante escola de Kolbe. Pertencem a essa categoria os já citados sobre a análise de carbono e hidrogénio em compostos orgânicos contendo nitrogénio³⁵ e a utilização dum processo de redução novo que inventou e aplicou a vários exemplos. Trata-se de reduções com ácido iodídrico, processo que tornou mais eficaz através da geração *in situ* de ácido iodídrico com “di-iodeto de fósforo” (hoje identificado como tetraiodeto de difósforo P₂I₄) em meio aquoso. A primeira dessas publicações,⁴⁵ ainda se integra nos trabalhos da escola de Kolbe sobre a constituição do ácido láctico. O parentesco do ácido láctico com o ácido propanóico já tinha sido

provado por C. Ulrich⁴⁶ no Laboratório de Kolbe pela transformação de ácido láctico em ácido 2-cloropropanóico seguida da redução deste com zinco a ácido propanóico. Lautemann conseguiu a redução direta do ácido láctico, pelo ácido iodídrico, e aumentou ainda a eficiência da redução pelo uso de “di-iodeto de fósforo” em meio aquoso (*esquema 2*). Lautemann interpretou esta reação corretamente como uma substituição, no ácido láctico, dum grupo OH por um átomo de hidrogénioⁱ.



Esquema 2

Lautemann aplicou o mesmo método de redução ao ácido pícrico^{47, 48} (mais tarde também designado pelo nome sistemático 2,4,6-trinitrofenol), convertendo os grupos nitroílo NO₂ em grupos aminogénio NH₂. O mesmo redutor, atuando sobre o ácido quínico, origina ácido benzóico.⁴⁹ Esta última redução está representada no *esquema 3* por meio das estruturas que hoje se conhecem⁵⁰.

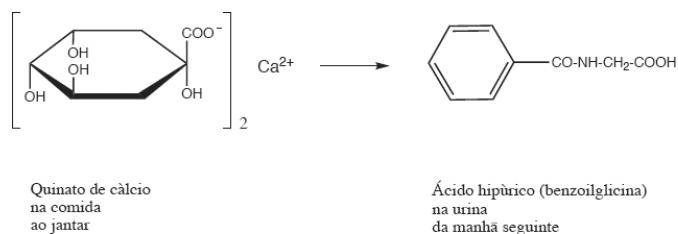


Esquema 3

No mesmo artigo apresenta um resultado importante, por ser a primeira descrição duma redução metabólica dum agente xenobiótico num organismo animal, como foi ainda recentemente recordado por Murphy⁵¹: Lautemann e dois “amigos saudáveis” ingeriram ao jantar quinato de cálcio. Na urina da manhã seguinte, Lautemann isolou ácido hipúrico (*Esquema 4*). A quantidade de ácido hipúrico obtido aumentava com a dose de quinato de cálcio ingerida na véspera. Já se sabia na altura que o ácido hipúrico (hoje também designado pelo nome sistemático benzoilglicina) fornece por hidrólise ácido benzóico.

ⁱ Nos termos da “teoria nova dos radicais” de Kolbe, em que se usava o peso atómico 8 para o oxigénio, exprimiui este passo como a substituição “dum membro HO” por hidrogénio.

in vivo
(isto é
in E. Lautemann e dois voluntários)



Esquema 4

Lautemann assim provou que o organismo humano era capaz de executar *in vivo* a mesma redução que ele tinha conseguido *in vitro*. O processo de redução (desidroxilação) com “di-iodeto de fósforo” foi reconhecido por outros químicos contemporâneos, por exemplo por A. Naquet (1834-1916)^k, como da autoria exclusiva de Lautemann⁴⁷. Retrospectivamente é de admirar, além disso, a originalidade e o alcance de algo que é visto hoje como uma das primeiras descobertas de um metabolismo xenobiótico e dentro desses o primeiro de natureza reductiva (os mecanismos descobertos anteriormente eram todos de natureza oxidativa).

AS INVESTIGAÇÕES DE LAUTEMANN EM COLABORAÇÃO COM AGUIAR NA ESCOLA POLITÉCNICA

Durante o curto período que Lautemann esteve na Escola Politécnica, é natural que teria ocupado uma grande parte do seu tempo com a preparação das experiências que acompanhavam as lições de Lourenço. Estas eram exibidas na bancada em ferradura (*Fig. 5*) que hoje ainda se pode ver no Anfiteatro de Química⁵². No entanto, conseguiu dedicar o tempo suficiente aos trabalhos de investigação que foram publicados em coautoria com o jovem Aguiar. Estes trabalhos têm uma nítida ligação temática com os trabalhos anteriores de Lautemann e não se relacionam com as publicações de Lourenço resultantes das suas investigações em Paris.

Apesar das dificuldades, fáceis de imaginar, de arrancar com investigação experimental em química orgânica num laboratório em que nada de comparável se tinha tentado alguma vez, foi possível a Lautemann e Aguiar publicarem, em seguimento a uma nota preliminar datada de 1862¹, no *Bulletin de la Société Chimique* em 1865 um trabalho sobre polinitronaftalenos e as bases obtidas através da sua redução². Deste



Figura 5
Mesa para as demonstrações de experiências químicas que acompanhavam as lições magistrais dos lentes de química da Escola Politécnica de Lisboa. © B. J. Herold¹

^k A. Naquet ficou conhecido na história de França como político socialista próximo de Bakounine e Boulanger.

¹ Junto à mesa vê-se o bisneto do preparador Alexander Bayer, Dr. Wolfram Bayer.

trabalho foi publicado um resumo em alemão⁵³ e foi republicado em português.⁵⁴ Prepararam, purificaram e analisaram um dinitronaftaleno, um trinitronaftaleno e um tetranitronaftaleno, o último dos quais era um composto novo. Ao estudarem as suas propriedades, verificaram entre outras que todos eram explosivos potentes. O trabalho contém também um estudo cristalográfico do trinitronaftaleno. O trinitro e o tetranitronaftaleno foram sujeitos ao processo de redução com “di-iodeto de fósforo” em meio aquoso que Lautemann tinha desenvolvido nos seus trabalhos anteriores em Marburgo,^{45, 47, 48, 49} obtendo as respectivas bases, isto é uma triamina e uma tetra-amina do naftaleno, sob a forma dos iodetos e hidrogenossulfatos de naftalenotriamónio e tetra-amónio. Não se pode excluir completamente que Lautemann tenha iniciado estes trabalhos ainda em Paris, sem a contribuição de Aguiar nessa fase, mas é certo no mínimo que os concluiu com a ajuda de Aguiar na Escola Politécnica, uma vez que no texto se menciona que o estudo cristalográfico do trinitronaftaleno aí relatado foi feito pelo “docteur Costa” (Francisco António Pereira da Costa 1809-1899, lente de Mineralogia e Geologia na Escola Politécnica de Lisboa e durante alguns anos seu diretor).

Não se conhecem mais publicações de Lauteman além daquelas que já foram citadas. Depois da sua partida de Lisboa em Março de 1864 com destino à Índia, durante a sua missão na Escola Médico-Cirúrgica^m de Nova Goa de Maio a Outubro do mesmo ano e a viagem de regresso à Europa, ditada pela recaída da sua doença, não voltou a dispor dum laboratório para continuar as suas investigações. Na fábrica Kalle & Co., embora chefiasse o laboratório a partir de 1867, a morte levou-o em 1868.

AS INVESTIGAÇÕES INDIVIDUAIS DE AGUIAR SOBRE POLINITRO E POLIAMINONAFTALENOS, DEPOIS DA PARTIDA DE LAUTEMANN

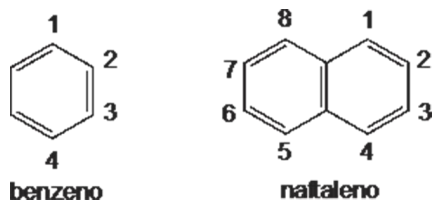
Aguiar continuou a sintetizar e determinar por análises a composição dos derivados polinitrados do naftaleno e das aminas obtidas através da sua redução, durante quase uma década, depois de Lautemann ter deixado a Escola Politécnica. Determinou as suas fórmulas moleculares derivadas da fórmula C_6H_{10} do naftaleno por substituição sucessiva dos átomos de hidrogénio por grupos NO_2 ou NH_2 . Conseguiu a separação por recristalização de dois dinitronaftalenos isoméricos, a que deu as designações arbitrárias de α , e β .⁵⁵ A partir destes obteve pelo processo de redução inventado por Lautemann as respetivas diaminas.^{56, 57} Os estudos das reações destas diaminas deram alguns resultados surpreendentes. Estes, depois de serem relatados em Lisboa^{58, 59}, foram publicados também em Berlim.⁶⁰

O que não era possível nessa altura era determinar a localização dos grupos substituintes. No caso muito mais simples dos derivados isodissubstituídos do benzeno, a determinação rigorosa das posições relativas dos substituintes nos vértices do hexágono do benzeno nos três isómeros (posições 1,2-, 1,3-, e 1,4-) só foi conseguida entre 1869 e 1874, através dum conjunto de trabalhos clássicos do germano-italiano G. Körner.⁶¹ No naftaleno, tendo este a estrutura de dois hexágonos de átomos de carbono com um lado comum, em vez de 3 isómeros isodissubstituídos como no benzeno, prever-se-iam 10 isómeros, o que tornava a tarefa muito mais complicada. A determinação das posições dos substituintes, nos polinitronaftalenos e dos poliaminonaftalenos descobertos por Aguiar, assim só foi conseguida através de trabalhos publicados na Alemanha em 1888 por H. Erdmann⁶² e em 1895 por W. Will^{63,n}. Assim,

^m “Eschola Medico-Chirurgica” na grafia da época.

ⁿ Karl Wilhelm Will (1854-1919) foi durante muitos anos o perito principal para produtos explosivos ao serviço da Prússia.

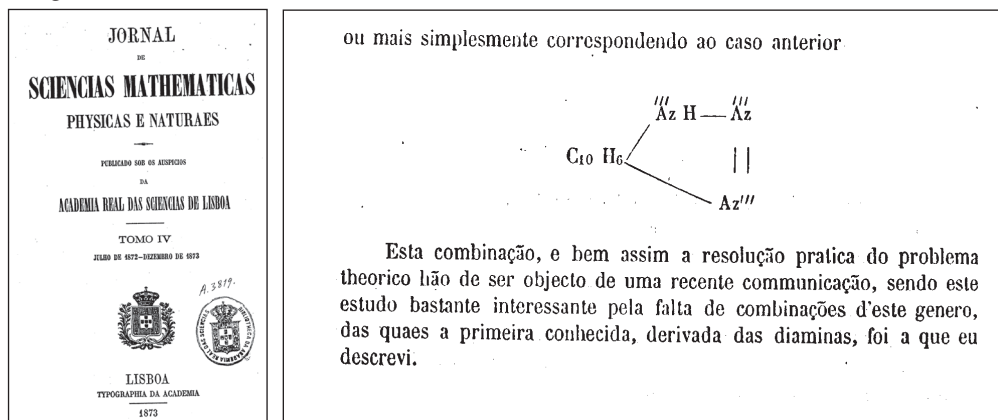
ficou-se a saber que no isómero α os dois grupos nitroílo ocupam as posições 1 e 5 do biciclo e no isómero β as posições 1 e 8 (Esquema 5).



Esquema 5

Dentro destas publicações de Aguiar é de salientar uma em que estudou a diazotação da naftaleno-1,8-diamina, que designava por “diamidonaphthalina β ”. Foi surpreendido por ter verificado que a reação não parava no respetivo cloreto de bisdiazónio, mas que prosseguia imediatamente, obtendo-se um composto em belos cristais que se sabe hoje ter a estrutura da 1*H*-nafto [1,8-*d,e*][1,2,3]triazina. Aguiar, ao representar em 1873, corretamente uma estrutura heterocíclica para esta naftotriazina com a cadeia -NH-N=N- ancorada na estrutura bicíclica do naftaleno (Fig. 6a), revela-se como já tendo aderido completamente à teoria estrutural de Kekulé. As posições 1 e 8 da estrutura do naftaleno, a que os dois átomos de nitrogénio se encontram ligados, só em 1888 é que foram determinadas (Fig. 6b) por H. Erdmann⁶² (1862-1910).

a) Aguiar 1873:



b) Erdmann 1888:

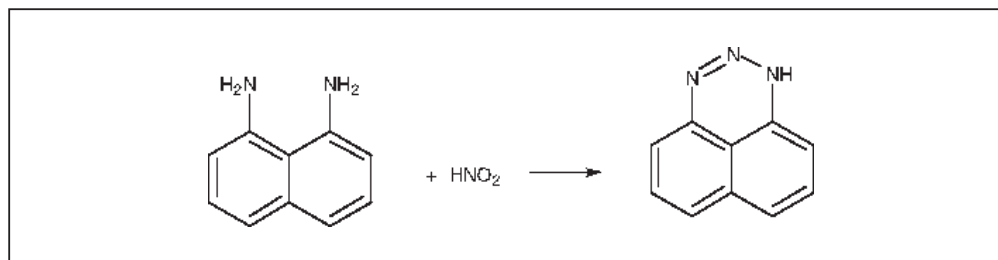


Figura 6

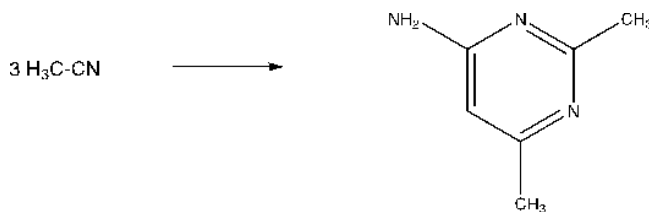
a) Frontispício e a última página da publicação de 1873 de Aguiar^{58b}, em que propõe a estrutura correta para a ponte azotada entre duas posições do biciclo do naftaleno. b) Estruturas hoje aceites, propostas por Erdmann⁶² em 1888.

Foi menos bem-sucedido na sua proposta para a estrutura do composto obtido por reação da mesma naftaleno-1,8-diamina com ácido oxálico^{59, 60}. Aqui Aguiar propôs uma cadeia –NH–CO–CO–NH– ancorada nas mesmas duas posições ainda desconhecidas da estrutura do naftaleno. Embora esta proposta tenha sido aceite pela redação da revista *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, esta também não podia prever, que quase um quarto de século depois, esta estrutura seria contestada por vários autores. A sua estrutura só seria estabelecida definitivamente em 1909 por Franz Sachs⁶⁴ (1875-1919) como a duma cadeia –NH–C(COOH)=N– ancorada nas posições 1 e 8 da estrutura do naftaleno.

A grande maioria das publicações de Aguiar posteriores ao termo da sua colaboração com Lautemann pode ser considerada como continuação do projeto inicial. O próprio escreve numa delas^{58a} “... não pôde infelizmente ser feita, durante a vida do meu amigo Lautemann” e noutra^{58b} “*mein Freund Lautemann und ich...*”

AS INVESTIGAÇÕES DE ALEXANDER BAYER NA ESCOLA POLITÉCNICA

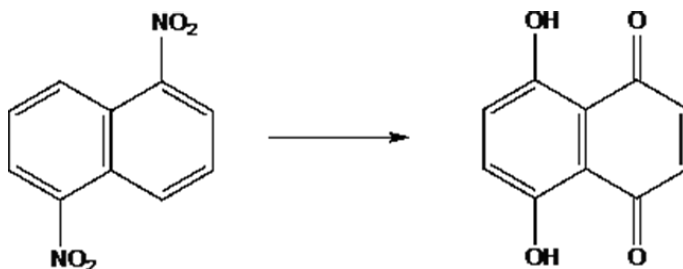
Alexander Bayer começou a trabalhar no laboratório da Escola Politécnica em Dezembro de 1868, isto é, passados mais de quatro anos sobre o termo do mandato de Lauteman. Manteve-se ao serviço até Novembro de 1872. Logo no início da sua estada, foi autorizado a continuar um trabalho de investigação que tinha iniciado em Leipzig no Laboratório de Kolbe^{30, 31, 65} e a publicá-lo como autor único. Por sugestão de Kolbe estudou a reação do acetonitrilo com sódio. Frankland e Kolbe, vinte anos antes, já tinham estudado a reação do propionitrilo com sódio e tinham obtido um produto a que chamaram em alemão *Kyanäthin*.⁶⁶ Tal como seria de esperar, Bayer obteve um produto homólogo que designou por *Kyanmethin* e em português por kyanméthina, atribuindo-lhe a fórmula $C_6H_9N_3$, o que corresponde a uma reação de trimerização do acetonitrilo. O trabalho foi iniciado e, quanto à maioria dos resultados, completado ainda no laboratório de Kolbe em Leipzig, nos quatro meses e meio que Bayer o frequentou. Foi rematado no laboratório da Escola Politécnica com a purificação do produto, ao ponto de Bayer ter obtido cristais suficientemente perfeitos para serem sujeitos a um estudo cristalográfico do “Hr. Dr. Costa” (Francisco António Pereira da Costa 1809-1899, lente de Mineralogia e Geologia na Escola Politécnica de Lisboa e nessa altura seu diretor) a quem Bayer dirige um agradecimento. Simultaneamente esse trabalho foi publicado em Lisboa sob os auspícios da Academia das Ciências.⁶⁷ Este trabalho foi continuado por Bayer e publicado, tal como o anterior tanto na Alemanha⁶⁸ como em Portugal.⁶⁹ Só passados mais de vinte anos é que foi possível a Ernst von Meyer (1847-1916) determinar a estrutura do trímero do acetonitrilo como 2,6-dimetilpirimidin-4-amina⁷⁰ (*esquema 6*).



Esquema 6

Na sequência dos trabalhos iniciados com Lautemann, Aguiar tinha conseguido separar dois dinitronaftalenos isoméricos, a que chamara respetivamente “dinitronaftalina *a* e *β*” em estado de

elevada pureza. Ao tomar conhecimento dum artigo de Carl Liebermann (1842-1914) sobre a naftazarina, datado de 1871⁷¹, verificou que este obteve este composto a partir duma mistura de dinitronaftalenos. Liebermann lamentou nos seus comentários não ter sido por isso capaz de concluir qual dos isómeros originou a naftazarina. Aguiar propôs-se a resolver esse dilema e provou experimentalmente, em colaboração com Bayer, que a naftazarina se formava a partir da “dinitronaphthalina α ”. Não chegou a verificar se também se formava a partir da “dinitronaphthalina β ” (presumivelmente por não dispor de quantidade suficiente do isómero β).^{72, 73} Representar corretamente a estrutura da “dinitronaphthalina α ” como dinitronaftaleno e do seu produto de redução como naftaleno-1,5-diamina (esquema 7) só se tornou possível em 1895 com os trabalhos já citados de W. Will⁶³ e a da naftazarina, em 1926 com um trabalho do Laboratório de O. Dimroth (1872-1940).⁷⁴



Esquema 7

Os trabalhos sobre a naftazarina revestiam-se, no princípio da década de 1870, duma grande atualidade, em consequência da descoberta recente da estrutura da alizarina e da invenção do seu processo de síntese.⁷⁵ A alizarina é um corante natural extraído da ruiva-dos-tintureiros, cuja cultura ocupava áreas agrícolas enormes. O lançamento da alizarina sintética a preços mais baixos no mercado, provocou a bancarrota de muitos agricultores, particularmente em França, onde o vermelho de alizarina era utilizado no tingimento das fardas militares. A naftazarina tem uma estrutura semelhante à da alizarina, com a diferença de a sua estrutura ser derivada do naftaleno, enquanto a estrutura da alizarina se deriva do antraceno.

A naftazarina foi comercializada como matéria corante negra e usada sobretudo em tintas de impressão. Carl Liebermann, como um dos protagonistas do estudo e da síntese da alizarina, estava empenhado em estudar a relação estrutural entre esta e a naftazarina. A importância do trabalho de Aguiar e Bayer é sublinhada pelo facto de a segunda das duas comunicações ter sido apresentada oralmente numa sessão da *Deutsche Chemische Gesellschaft* pelo próprio Liebermann.^o

A colaboração de Aguiar e Bayer no laboratório da Escola Politécnica deu origem a mais um trabalho que atingiu notoriedade internacional. Trata-se da descoberta dum novo solvente do índigo que permitia uma purificação deste corante natural por recristalização.^{76, 77}

Várias notas preliminares foram ainda publicadas em Lisboa por Aguiar e Bayer, que não chegaram a ser divulgadas no estrangeiro. A primeira, sobre a redução do tanino, reflete o interesse de Aguiar na enologia, um domínio em que também teve uma atividade importante.^{46, 48, 78} Na segunda

^o É curioso verificar que a questão das relações estruturais entre a naftazarina e a alizarina, que tinha motivado os trabalhos de Liebermann, Aguiar e Bayer, só ficou resolvida em 1926 com o estabelecimento definitivo da estrutura da naftazarina, depois de os dois primeiros já terem falecido e dois anos antes do falecimento de Bayer.

relatam a nitração do ácido salicílico e a subsequente redução do ácido salicílico nitrado, obtendo um ácido aminossalicílico⁷⁹. Em ambos os casos voltaram a utilizar a reação de redução inventada por Lautemann.

A colaboração entre Aguiar e Bayer termina em 1872 com o regresso de Bayer a Bielitz. Na continuação da sua atividade como químico distinguiu-se na indústria do gás de cidade, chegando a dirigir uma fábrica de amoníaco (obtido a partir da lavagem do gás). Publicou trabalhos importantes resultantes da sua prática industrial, tanto de química analítica, como de processos de engenharia química para o tratamento de efluentes de fábricas de gás de cidade e registou numerosas patentes. Faleceu em Brno em 1928.

A ESTRATÉGIA DE RECRUTAMENTO DE PREPARADORES ESTRANGEIROS DE QUÍMICA ORGÂNICA PELA ESCOLA POLITÉCNICA

A investigação acerca dos preparadores Lautemann e Bayer resultou, por um lado, de um de nós (BJH) ter ficado intrigado com os apelidos germânicos dos co-autores de Aguiar. O outro de nós (WB), sabendo que seu bisavô Alexander Bayer tinha trabalhado com Aguiar em Lisboa, estava interessado em saber mais sobre essa estada. Depois de estabelecido o contacto, ambos ficámos empenhados em saber em que medida os dois preparadores teriam exercido a função de vetores de conhecimentos de química numa circulação transnacional. Entretanto, BJH já sabia que tinha havido mais preparadores posteriores a Lautemann com apelidos germânicos na Escola Politécnica, que no entanto não tinham deixado nenhuma pegada sob a forma de publicações.

Quando os dois autores da presente comunicação começaram a partilhar o que sabiam sobre a formação que Alexander Bayer recebeu na Alemanha, antes de vir a Portugal, tornou-se possível descortinar uma rede de contactos que cada um individualmente não poderia ter reconstruído a partir dos factos que conhecia. Em particular acerca de Alexander Bayer, BJH sabia que este tinha estudado em Leipzig no Laboratório de Kolbe, mas ignorava a sua passagem anterior pelo Laboratório de Fresenius em Wiesbaden. WB só sabia que o bisavô tinha sido formado pelo Laboratório de Fresenius.

A chave que permitiu descobrir a ligação entre Alexander Bayer e um conjunto de químicos alemães, que foram ocupando sucessivamente o lugar de preparador de química orgânica da Escola Politécnica, foi o registo das matrículas do Laboratório de Fresenius em Wiesbaden⁸⁰. Este laboratório privado, fundado em 1848 por Carl Remigius Fresenius (1818-1897), tinha a dupla função de ensinar química com uma forte componente laboratorial por um lado e por outro lado de prestar serviços de análise química a clientes externos.^p Teve um papel de importância inestimável para o desenvolvimento da indústria química alemã, tanto através da formação dos seus futuros quadros de químicos profissionais, como da prestação de serviços de análise. Fresenius tinha sido assistente de Justus Liebig (1803-1873) em Giessen entre 1843 e 1845.

A primeira surpresa ao consultar a lista de discípulos do Laboratório de Fresenius foi encontrar o apelido Klaas. Já tínhamos conhecimento de que um certo “William Klaas” tinha sido contratado

^p Hoje existem ainda duas instituições sucessoras deste laboratório, correspondendo cada uma delas a uma das vertentes originais do laboratório: A “Hochschule Fresenius” como instituição privada do ensino superior e a empresa “SGS Institut Fresenius” que oferece uma vasta gama de serviços de análise e certificação na área da saúde.

em 1864 para suceder a Lautemann como preparador na Escola Politécnica⁸¹, mas nas atas do Conselho Escolar existentes no Museu de História Natural e das Ciências nada constava além do nome. Assim foi possível identificar o papel do laboratório de Fresenius como fonte de recrutamento de preparadores para a Escola Politécnica de Lisboa, mesmo antes da vinda de Bayer em 1868, com a contratação de Friedrich Wilhelm Klaas, natural de Hörbach, perto de Herborn em Hessen-Nassau. Este permaneceu desde 1864⁸², isto é, logo a seguir à partida de Lautemann para Goa, até ser substituído por Bayer a 1868⁸³. É natural que o contacto entre a Escola Politécnica e o Laboratório de Fresenius tenha resultado de Lautemann ter passado os últimos anos da sua vida, após o seu regresso de Goa, em Biebrich, perto de Wiesbaden como empregado da fábrica Kalle²³, vindo a falecer em 1868²⁴.

Contrariamente ao que acontece com Lautemann e Bayer, não se encontrou até hoje nenhum trabalho publicado por Klaas, pelo que provavelmente não contribuiu para a investigação em química orgânica na Escola Politécnica. A formação que recebera no laboratório de Fresenius como *Praktikant* em 1861/1862 e como *Assistent* no *Privatlaboratorium*, onde se faziam as análises, de 1862 a 1864 predestinavam Klaas a trabalhar como analista. É natural que tenha sido esse o papel que desempenhou na Escola Politécnica ao serviço de Lourenço, uma vez que foi nesse período de 1864 a 1868 que este efetuou mais análises, particularmente de águas termais.

A seguir a Bayer, ainda houve sucessivamente mais três preparadores formados no laboratório de Fresenius, em relação aos quais também nada indica que tenham colaborado nas investigações em química orgânica: Dr. Christian Heinzerling (1851-1904), natural de Biedenkopf em Hessen-Nassau, *Praktikant* 1869/1870 e *Assistent* no *Unterrichtslaboratorium* (laboratório de ensino) 1870/1871, Dr. phil Göttingen serviu de 1872 a 1874 como preparador na Escola Politécnica⁸⁴. Posteriormente à sua estada em Lisboa teve uma carreira bem-sucedida como químico industrial, como atesta o facto de ter sido autor de vários livros e patentes⁸⁵ e ter sido *Privatdozent* (docente livre) do Instituto Politécnico Federal de Zurique. Heinzerling foi substituído em 1874⁸⁶ por Carl von Bonhorst, natural de Wiesbaden, que tinha sido *Praktikant* de 1868 a 1870 e *Assistent* no laboratório de ensino de Fresenius de 1870 a 1872, com uma interrupção no semestre de inverno 1870/71⁹. Foi recrutado em 1872 por Aguiar para o Instituto Industrial e Comercial de Lisboa. Tal como Bayer antes dele, von Bonhorst desempenhou um papel importante no ensino prático laboratorial nesse instituto, como foi atestado por Emílio Dias.⁸⁷ No mesmo formaram-se, além de Emílio Dias, um engenheiro químico *avant la lettre*, o futuro industrial Alfredo da Silva, cujos amplos e sólidos conhecimentos de química suscitavam a admiração de quem lidava com ele.⁸⁸ Von Bonhorst veio a substituir Heinzerling na Escola Politécnica de 1874 a 1876.⁸⁹

Por último, esteve ao serviço da Escola Politécnica de 1879 a 1881 mais um preparador formado em química orgânica pelo Laboratório de Fresenius, chamado Albert Sauer, que foi *Praktikant* de 1870 a 1871 e *Assistent* em 1871/72 no laboratório de análises.

No quadro seguinte resumem-se os dados relativos a cada um dos seis preparadores formados na Alemanha, dos quais resulta que a Escola Politécnica utilizou sistematicamente o Laboratório de Fresenius como fonte de recrutamento de preparadores de 1864 até 1879.

⁹ Serviu nas fileiras prussianas na guerra de 1870/71 contra a França, onde sofreu ferimentos que lhe causaram uma incapacidade parcial.

Nome	Laboratório de Kolbe	<i>Praktikant</i> de Fresenius	<i>Assistent</i> de Fresenius	Preparador na Escola Politécnica
Eduard Lautemann	Marburg, 1857 – 1861 <i>Dr. phil.</i>			1863 – 1864
Friedrich Wilhelm Klaas		1861 – 1862	1863 – 1864 laboratório de análises	1864 – 1868
Alexander Georg Bayer	Leipzig 1868 <i>Praktikant</i>	1867 – 1868 <i>Praktikant</i>		1868 – 1872
Dr. Christian Heinzerling		1869 – 1870	1870 – 1871 laboratório de análises	1872 – 1874
Carl von Bonhorst		1868 – 1870	1870, 1871 – 1872 laboratório de ensino	1874 – 1875
Albert Sauer		1870 – 1871	1871 – 1872 laboratório de análises	1879 – 1881

Cronologia dos preparadores de química orgânica da Escola Politécnica formados na Alemanha.

Outro facto curioso é ter havido um português chamado Vicente Ferreira Ramos (1826-1889) que frequentou o Laboratório de Fresenius no semestre de verão de 1869. Era oficial de artilharia do exército português, que tinha sido um aluno distinto da Escola Politécnica de Lisboa de 1845 a 1849.⁹⁰ Durante esse semestre de verão de 1869, veio a conhecer no Laboratório de Fresenius tanto Carl von Bonhorst como Christian Heinzerling que partiriam para Lisboa em 1870 e 1872 respetivamente.

CONCLUSÕES

Ao reconstruir as biografias científicas de Lautemann e Bayer e ao identificar o Laboratório de Fresenius em Wiesbaden como placa giratória para o recrutamento dos preparadores estrangeiros de química orgânica da Escola Politécnica, emergiu uma rede de contactos e de deslocações que serviram de veículo à transferência de conhecimentos de química entre a Alemanha e Portugal, passando por Paris e com uma extensão até Goa, tal como se encontra representada na Fig. 7.

Esta investigação permitiu perceber quais foram os saberes e competências que foram sendo transmitidas através destes contactos e como estes se repercutiram na Escola Politécnica de Lisboa, no Instituto Industrial e Comercial de Lisboa e na Escola Médico-Cirúrgica de Goa. Lourenço tinha circulado entre os Laboratórios de Bunsen e Kekulé em Heidelberg e de Wurtz em Paris, e com isso trouxe um vasto leque de conhecimentos de química e um conjunto importante de contactos pessoais. Embora, depois do seu regresso a Lisboa, não tenha publicado resultados de investigações sobre química orgânica com repercussão além-fronteiras, teve, através das suas amizades na Alemanha, um papel importante no recrutamento dos químicos formados em laboratórios alemães. Foi responsável da realização de análises de águas do território português muito importantes na época para o desenvolvimento do termalismo e o abastecimento público de água, para o que podia contar com o apoio experimental dos preparadores. Aguiar que, pelo contrário não teve a oportunidade de viajar naquela fase da sua vida, beneficiou muito da sua colaboração com Lautemann e Bayer. O estudo do perfil científico de

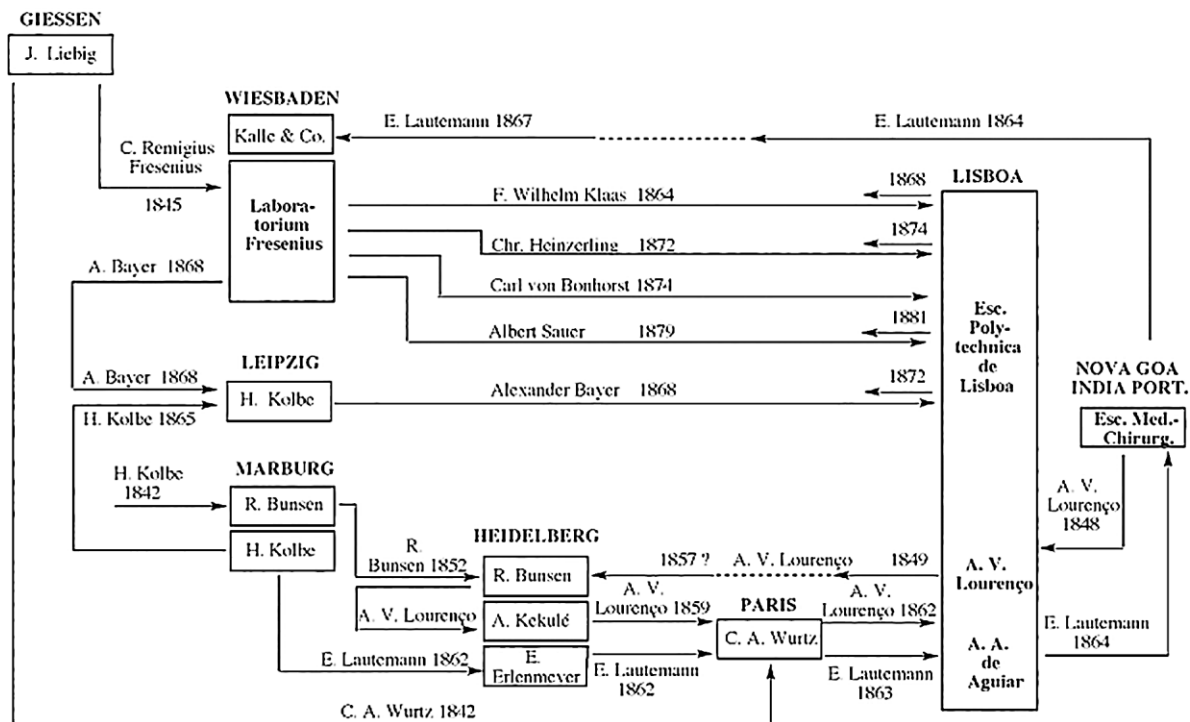


Figura 7

A rede germano-portuguesa de químicos nos anos 1860 a 1880. As datas são as das partidas e chegadas das suas viagens.

Lautemann revelou uma figura que, por ter sido vítima duma doença com crises recorrentes e ter morrido prematuramente, tinha ficado bastante esquecida. No entanto, uma análise cuidada dos seus trabalhos e das suas repercussões permitiu concluir ter-se tratado dum químico muito dotado, com uma grande capacidade de trabalho, nos anos em que a sua saúde o permitiu, e de uma grande originalidade. Os trabalhos que publicou em colaboração com Aguiar inserem-se numa linha coerente de trabalhos anteriores, que embora feitos no Laboratório de Kolbe, já revelavam bastante autonomia. Tanto os trabalhos em que Aguiar colaborou com Lautemann, como a maioria dos posteriores que Aguiar publicou sozinho ou com Alexander Bayer, foram construídos sobre trabalhos anteriores que resultaram da colaboração com Lautemann. Daí resulta que Lautemann foi o verdadeiro orientador científico de Aguiar. O aspeto insólito de um preparador ter sido o orientador científico do lente, pode eventualmente ter sido responsável por os biógrafos de Aguiar e os historiadores das cadeiras de química da Escola Politécnica terem evitado mencionar a existência de Lautemann e também a de Bayer, um dos seus sucessores. O facto de a presente investigação ter tido como ponto de partida as publicações de Aguiar mais citadas por autores no estrangeiro, introduziu uma perspetiva inversa da habitual, em que, no primeiro plano, se representa aquilo que se passou na instituição em que o biografado trabalhou, ficando outros aspetos em segundo plano. Nesta perspetiva diferente, colocou-se a repercussão internacional na ciência química em primeiro plano, tendo a instituição recuado para próximo do ponto de fuga. O resultado assim foi outro.

No século em que vivemos, e em consequência do recente desenvolvimento favorável da ciência em Portugal, a importância do cruzamento de saberes tornou-se um dado adquirido para um grupo

muito mais alargado de pessoas do que no passado, em que se encontrava gente, mesmo nos estratos sociais superiores que achavam que era uma vergonha para o país, este não ser capaz de ser excelente em ciência sem influências do estrangeiro. Lourenço e Aguiar obviamente estavam acima de tais preconceitos, mas os seus biógrafos talvez não.

Uma outra reflexão que a presente investigação suscita é sobre a visão utilitária da ciência. Júlio Máximo de Oliveira Pimentel, 2.^o Visconde de Vila Maior, lente de química da Polytechnica desde a sua fundação, ainda jovem declamou: “O fim das sciencias é naturalmente utilitario; o seu ultimo resultado é a applicação dos descobrimentos humanos ao serviço da comunidade” (1859). Só numa idade mais avançada, já sendo Reitor da Universidade de Coimbra, corrige: “a principal e mais nobre utilidade das sciencias está no seu proprio aperfeiçoamento [...] tendendo a descortinar os mais recônditos segredos da natureza em benefício da humanidade” (1897).⁹ Os trabalhos de Lautemann e Aguiar aqui relatados não tiveram nem podiam ter nenhuma aplicação industrial no Portugal daquela época. De facto, resultaram da vontade de descobrir a razão das coisas na química. Ambas as atitudes têm os seus lemas clássicos: O primeiro, *nisi utile est quod facimus, stulta est gloria* é a divisa da nossa Academia, e o segundo *felix qui potuit rerum cognoscere causas*, segundo uma pesquisa no Google, é a divisa de numerosas universidades de língua inglesa, incluindo a *London School of Economics*. Não há dúvida que Lautemann trazia das universidades da pátria dos *Dichter und Denker* e da sua educação como filho dum pároco luterano,²⁵ uma atitude diferente em relação à ciência, que já se distanciava de uma visão meramente utilitarista ainda muito radicada no Iluminismo e aproximava-se dum ideal mais humboldtiano. Lautemann, na sua correspondência com Erlenmeyer,¹⁴ dá a entender que o ideal para ele seria dedicar-se totalmente à ciência como finalidade em si, e que a razão de lhe pedir para lhe arranjar um emprego numa fábrica, só era consequência da sua extrema penúria, como doente e desempregado, obrigado a viver de empréstimos de amigos. Lourenço e Aguiar, pelo contrário, na introdução do malogrado trabalho sobre a síntese de “alcohols”¹² justificam zelosamente o tema pelo valor económico dos álcoois, portanto mais em conformidade com o moto *nisi utile...* Esse trabalho, no entanto, não serviu para nada, porque nem sequer reproduzível é.

Antes de se tirarem conclusões sobre a eventual utilidade dos trabalhos posteriores de Aguiar, inicialmente inspirados por Lautemann, continuados isoladamente e seguidamente com Bayer, é importante verificar que os trabalhos suscitaram grande interesse no estrangeiro, sobretudo na Alemanha. Isso não resulta apenas dos trabalhos terem sido aceites por revistas com o prestígio do *Bulletin de la Société Chimique*, dos *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft* e dos *Annalen der Chemie und Pharmacie*. A descrição de reações e compostos novos, numa altura em que as ideias sobre a teoria da ligação de valência mal tinham começado a germinar nas mentes de Couper, Butlerov e Kekulé, e em que o método de Koerner, para determinar os locais dos substituintes no anel do benzeno, ainda não podia ser aplicado ao sistema mais complicado do naftaleno, fez com que químicos importantes (aliás todos alemães) se tenham ocupado durante mais de seis décadas, isto é até 1926,⁷⁴ da elucidação das estruturas dos “corpos de Aguiar”, à medida que se desenvolviam os instrumentos teóricos e se adensavam os conhecimentos na área dos derivados do naftaleno. Entre os autores que citaram Aguiar e estudaram os seus resultados, depois de os confirmar, convém, a propósito da potencial utilidade dos seus compostos, salientar Wilhelm Will (*Fig. 8*). O facto de Will ser o principal perito de matérias explosivas na guerreira Prússia fala por si só quanto à utilidade dos polinitronaftalenos sintetizados por Lautemann

e Aguiar. Will verificou meticulosamente os trabalhos de Aguiar e confirmou-os integralmente. A β -diaminonaftalina (hoje chamada naftaleno-1,8-diamina) que os mesmos foram os primeiros a sintetizar, passou a servir como produto intermédio na síntese industrial de numerosas matérias corantes utilizadas na indústria têxtil.^f

A presença de Lautemann e Bayer terão tido alguma influência sobre o ensino na Escola Politécnica? Sem dúvida que tiveram, porque eram eles que preparavam as experiências químicas que acompanhavam as lições dos lentes no belo anfiteatro hoje restaurado do Laboratorio Chimico (Fig. 4).

Os lentes de química não conseguiram porém, nessa altura, introduzir aulas de laboratório obrigatórias para os seus alunos, mas Aguiar, dava aulas práticas de laboratório aos alunos do Instituto Industrial e Comercial de Lisboa. Essas aulas eram dadas por ele próprio, Bayer e von Bonhorst, como recordou o antigo aluno Emílio Dias em 1919.⁸⁷ A qualidade dessas aulas, segundo Dias era muito boa. Não deixa de ser significativo, isso ser afirmado por um químico que teve um papel importante na indústria de gás de cidade⁹¹ em Portugal. Neste contexto é de mencionar que outro antigo

aluno do mesmo Instituto, o célebre industrial Alfredo da Silva era admirado pelos seus vastos conhecimentos de química que aí lhe foram transmitidos.⁸⁸ Emílio Dias também veio a ser interinamente preparador de química orgânica da Escola Politécnica. Apesar da atividade pedagógica de Lautemann na Escola Medico-Cirúrgica de Goa só ter durado um semestre, o sucesso foi grande, aumentando em flecha o número de estudantes da cadeira de “Historia Physica e Natural”, como atestam vários relatórios.^{21,22} Poderia ter sido a porta de entrada de Lautemann numa carreira académica em Portugal? Não o sabemos, uma vez que a doença e morte prematura em 1868 de Lautemann não o permitiram.

Os vários preparadores recrutados na Alemanha, como já vimos, só permaneceram na Escola Politécnica durante períodos bastante curtos. Eduard Lautemann um ano (1863-1864), Friedrich Wilhelm Klaas quatro anos (1864-1868), Alexander Bayer quatro anos (1868-1872), Christian Heinzerling dois anos (1872-1874), Carl von Bonhorst um ano (1874-1875) e Albert Sauer dois anos (1879-1881). A brevidade das estadas pode, em princípio, ter várias razões. É provável que o Governo do Reino não autorizasse que os contratos de dois anos se renovassem mais do que uma vez. Outra razão podia estar nos salários. Embora fossem o dobro do salário dum preparador contratado localmente, não teriam sido suficientemente convidativos para fixarem os preparadores por períodos mais longos? Ao lugar de preparador, além da questão salarial, também correspondia uma categoria hierárquica relativamente baixa, sem haver uma perspectiva de ascensão numa carreira. A falta de autonomia que daí resultava não tornava essa posição muito convidativa para quem tivesse, por exemplo, as qualificações



Figura 8
Wilhelm Will (1854 Giessen-1919 Berlim), Filho do successor de J. Liebig na Universidade de Giessen. Dirigente, desde 1889 da *Zentralversuchsstelle für Explosivstoffe des Preussischen Kriegsministeriums*.^f 1892 Professor da Universidade de Berlim.

^f Esta instituição sediada em Berlim foi mudando ao longo dos anos de nome e alargou as suas atribuições. Denomina-se hoje *Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung*, Instituto federal para a investigação e ensaios de materiais.

académicas de Lautemann, com um doutoramento da Universidade de Marburg, quando muitos lentes da *Polytechnica* não tinham pergaminhos universitários comparáveis. Comparando as perspetivas profissionais para químicos em Portugal, onde eram diminutas, e na Alemanha verifica-se, pelo que se sabe das carreiras profissionais de outros discípulos de Kolbe e de antigos alunos do Laboratório de Fresenius, que a oferta de emprego na indústria química alemã estava a crescer. A esta somavam-se os lugares em organismos oficiais que fiscalizavam as atividades agrícolas e industriais, bem como a saúde pública. Os formandos do Laboratório de Fresenius, que tinha um *número clausus* de 40 por ano, encontravam por isso emprego com relativa facilidade. No entanto, no caso de Alexander Bayer, sabe-se por tradição familiar que, ao voltar à sua Silésia austríaca, levou bastante tempo até encontrar trabalho, e que durante o resto da sua vida se referiu aos anos passados em Lisboa como os melhores da sua vida. Ao seu caso, porém, tendo regressado em 1872, pode não ter sido alheia a profunda estagnação económica na Alemanha e na Áustria que se seguiu à quebra pânica da bolsa de valores de Viena a 5 de Maio de 1873.

Também se pode especular sobre eventuais dificuldades de integração social dos preparadores estrangeiros em Portugal. Pode ter havido nessa época uma percepção mais aguda das diferenças culturais e confessionais, até entre os vários estados alemães, quanto mais entre Portugal e a Alemanha. Isso podia influenciar negativamente as perspetivas de constituir uma família em Portugal, uma vez que a Igreja não autorizava, por exemplo, casamentos com protestantes. Seria por isso natural que os preparadores quisessem, passado alguns anos, regressar às suas pátrias. O caso de von Bonhorst foi a única exceção à regra. Casou com uma portuguesa e fixou-se definitivamente em Lisboa, onde foi professor na Escola Marquês de Pombal em Alcântara.

Na Universidade de Coimbra também houve uma tentativa de fixar um químico alemão. Bernhard Tollens (1841-1918), doutorado pela Universidade de Göttingen no Laboratório de Friedrich Wöhler (1800-1882), foi em 1869 e 1870 diretor do Laboratório Chimico da Universidade de Coimbra. Voltando para a Alemanha continuou uma carreira científica que o levou a ser uma das figuras cimeiras da química dos hidratos de carbono.^{92,93}

Na altura da fundação da Escola Politécnica (1837), ainda se tinha previsto que esta convidasse lentes estrangeiros para as matérias para as quais não se encontrassem pessoas em Portugal com a preparação adequada. Essa possibilidade porém nunca se concretizou, tendo-se limitado à contratação dos preparadores.⁹⁴

Nenhuma destas importações de conhecimento químico da Alemanha teve como resultado a fundação duma escola de investigação em química orgânica em Portugal. Não havendo uma indústria química com a pujança suficiente para poder absorver os conhecimentos gerados por um grupo de investigação universitário e de dar trabalho a investigadores aí formados, qualquer iniciativa nesse sentido estava condenada ao fracasso. Como já se referiu anteriormente, no prólogo deste trabalho, a transplantação do conceito de escola de investigação conhecido como “modelo de Gies-sen” só foi um sucesso em casos em que o país receptor da transplantação preenchia condições muito particulares que na maioria dos países, incluindo Portugal não existiam. Com o falecimento a poucos anos de distância do ainda relativamente jovem António Augusto de Aguiar (1887) e de Agostinho Vicente Lourenço (1893) criou-se um vácuo na área da química orgânica que levaria mais de meio século a preencher.

Na Escola Politécnica, apesar de dispor de excelentes instalações para o seu “Laboratorio Chimico”,⁹⁵ a maioria dos lentes considerou que não fazia parte das suas atribuições formar químicos. A maioria dos alunos da Escola Politécnica frequentavam-na para se habilitarem a continuar os seus estudos na “Eschola do Exercito”, muitos deles nas especialidades de engenharia militar ou civil. A química que interessava ensinar neste contexto era aquela que seria aplicável à engenharia, tal como era praticada na segunda metade do século XIX. Para alunos que estudavam na Politécnica para se habilitarem a estudarem medicina, a química também desempenhava um papel meramente propedêutico.⁹³ Estas limitações remetiam a química para um papel secundário, em que naturalmente não se ia atribuir importância à investigação fundamental do género da que Aguiar praticou.

Com a crise financeira portuguesa de 1890, também já não se podia contar com políticas públicas que apoiassem investigação fundamental em química orgânica. Dado o elevado interesse político no desenvolvimento das colónias, o esforço científico nacional concentrou-se muito na medicina e na agricultura tropicais, em que foram obtidos resultados importantes e úteis a curto prazo. No entanto, não foi na Escola Médico-Cirúrgica de Goa que tiveram lugar esses desenvolvimentos, apesar das sementes aí deixadas por Lautemann, mas por instituições centrais sediadas em Lisboa.⁹⁶

Resta finalmente analisar a política de recrutamento de preparadores estrangeiros pela Escola Politécnica. A escolha do Laboratório de Fresenius para ir lá buscar sucessivamente cinco químicos certamente foi devida à sólida formação prática laboratorial que ali era ministrada, sobretudo em análise química. Em Portugal, efetivamente as principais solicitações de entidades públicas e privadas aos laboratórios químicos situavam-se na área das análises químicas, seja das águas de abastecimento público e das águas termais, bem como dos géneros alimentares, de minérios, etc.. Por isso compreende-se que não se fosse procurar químicos com experiência de investigação em química orgânica como foi o caso de Lautemann, valorizando-se mais as suas capacidades como analistas. O critério utilitário assim justificava inteiramente a prioridade dada ao Laboratório de Fresenius. No caso de Bayer, houve um compromisso entre os dois aspetos, uma vez que, a seguir à sua formação no Laboratório de Fresenius, ainda esteve, durante um período breve, a trabalhar em química orgânica no laboratório de Kolbe em Leipzig.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Professora Ana Carneiro, Universidade Nova de Lisboa, o apoio prestado ao longo das investigações que permitiram reconstituir a rede de circulação de conhecimentos de química aqui relatada; ao Professor Rui Teives Henriques do Instituto Superior Técnico a revisão do manuscrito; ao Professor Alan Rocke, *Case Western Reserve University* por informações sobre as publicações de Lautemann; ao Dr. Gerhard Pohl, *Ignaz-Lieben-Gesellschaft*, Viena, por estabelecer o primeiro contacto entre os dois autores; a Maria Luísa Villarinho Pereira, Sociedade de Geografia de Lisboa, pela informação de que Lautemann exerceu funções docentes em Goa; a Elfriede Engelmayer, Coimbra por referências bibliográficas de Emílio Dias; a Stephan Kappel da empresa *Kalle* pela informação de Lautemann ter trabalhado nessa empresa; ao Professor M. N. Berberan-Santos pela pista de Albert Sauer e a cedência da imagem de António Augusto de Aguiar; ao Professor Leo Gros da *Hochschule Fresenius* em Wiesbaden pelo acesso ao livro de termos do Professor Fresenius. Também agradecem a ajuda

prestada por vários arquivos. Nomeadamente através da Dr.^a Katharina Schaal do *Hessisches Staatsarchiv*, Marburgo, Thomas Gothe do *Landeskirchliches Archiv Kassel*; Natalia Alekseeva do arquivo central da Igreja Evangélica de Hessen e Nassau; do Dr. Matthias Röschner do arquivo de manuscritos do *Deutsches Museum* em Munique; do Dr. Vítor Gens do arquivo histórico do Museu Nacional de História Natural e das Ciências, Lisboa; e do Cor. Rui Manuel Carvalho Pires do Arquivo Histórico Militar, Lisboa.

(Comunicação apresentada à Classe de Ciências
na sessão de 23 de abril de 2015)

CRÉDITOS DAS IMAGENS

- Fig. 1. Agostinho Vicente Lourenço (1822-1893). *Photoatelier Breul & Rosenberg, Wien*. © Cortesia *Deutsches Museum, Munique. Archiv, NL228 Kekulé (Vorl.Nr. 1609, Foto 43)*.
- Fig. 2. António Augusto de Aguiar (1838-1887). Fotografia de autor desconhecido. Reproduzido de Gomes de Brito, *Elogio Histórico de António Augusto de Aguiar*, 2.^a ed., Typographia e Stereotypia Moderna, Lisboa 1889. © Cortesia de M. N. Berberan-Santos.
- Fig. 3. Da esquerda para a direita: Carl Joseph Bayer, químico (1847-1904), Felix Emrich Bayer, arquiteto (1853-1912) e Alexander Georg Bayer, químico (1849-1928). Fotografia de autor desconhecido. © Cortesia arquivo particular da família Bayer.
- Fig. 4. Fotografia 2015 © B. J. Herold
- Fig. 5. a) Frontispício e última página da publicação ref.^a 58a b) Estruturas hoje aceites. © Reproduzido de A. Carneiro e B. J. Herold, ref.^a 3.
- Fig. 6. Adaptação de esquema da ref.^a 13. © *Division of the History of Chemistry of the American Chemical Society*.
- Fig. 7. Wilhelm Will (1854 Giessen-1919 Berlim), fotografia cerca de 1910 de autor desconhecido – <http://www.sammlungen.hu-berlin.de/dokumente/13682/>. Autorizado através de Wikimedia Commons – https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wilhelm_Will_ca1910.jpg – /media/File:Wilhelm_Will_ca1910.jpg

REFERÊNCIAS

- E. Lautemann et A. A. d'Aguiar [sic], "Sur la trinitronaphtaline, la tétranitronaphtaline et les bases dérivées," *Bull. Soc. chim. Paris*, **1864**, 1, 431-432.
- E. Lautemann and A. A. d'Aguiar, "Recherches sur les naphthalines nitrées et les bases dérivées," *Bull. Soc. chim. Paris*, **1865**, 3, 256-269.
- B. J. Herold and A. Carneiro, "Portuguese Organic Chemists in the 19th Century. The Failure to develop a National School in Portugal despite of International Links," in E. Vamós, Ed., *Proceedings of the 4th International Conference on History of Chemistry, Budapest, 3-7 September 2003*, Hungarian Chemical Society, Budapest, 2005, 25-48.
- Biografias de António Augusto de Aguiar: a) "Sessão Solemne em 7 de Novembro de 1887 na Sala da Bibliotheca da Academia Real das Sciencias", *Boletim da Sociedade de Geographia de Lisboa*, **1887**, 7^a Serie – n.^o1, 119 – 165. b) Um dos discursos desta sessão foi reimpresso com anexos que incluem informações adicionais de natureza biográfica e bibliográfica: Gomes de Brito, *Elogio Histórico de António Augusto de Aguiar*, 2^a ed., Typographia e Stereotypia Moderna, Lisboa **1889**. c) João de Leyde, "Chronica Scientifica, III, António Augusto de Aguiar" *Jornal do Comercio*, 16 de Setembro **1887**, 10, 134. d) "António Augusto de Aguiar", *Diario de Noticias*, 5 de Setembro de **1887**, 23 (n.^o7:774). e) A. J. Ferreira da Silva, "Homenagem a António Augusto de Aguiar no 22.^o Ano do seu Fallecimento", *Revista de Química Pura e Aplicada*, **1909**, 2^a Série, 9, 324 – 328. f) J. V. Serrão, *Evocação de António Augusto de Aguiar (1838 – 1887) no 1.^o Centenário da sua Morte*, Edição da Confraria dos Enólogos da Bairrada, Anadia **1987**. g) M. J. Santiago, *António Augusto de Aguiar, As Conferências sobre Vinhos e a sua época*, Academia do Vinho da Bairrada, País Vinhateiro da Bairrada, **2000**.
- Veja-se em K. Gavroglu, M. Patiniotis, F. Papanelopoulou, A. Simões, A. Carneiro, M. P. Diogo, J. R. B. Sánchez, A. G. Belmar, A. Nieto-Galan, "Science and Technology in the European Periphery." *Hist. Sci.*, **2008**, 46, 153-175.

- ⁶ Sobre a importância do método prosopográfico na história da ciência, veja-se L. Pyenson, "Who the Guys Were: Prosopography in the History of Science," *Hist. Sci.*, **1977**, *15*, 155-188. W. Clark, "The Prosopography of Science," in R. Porter, Ed., *The Cambridge History of Science*, vol. 4, *Eighteenth Century Science*, Cambridge, 2003, 212-237.
- ⁷ B. Hoppe und V. Kritzmann, "Justus von Liebig's weitreichender Einfluss auf die Entfaltung der chemischen Wissenschaften in Russland," in G. K. Judel et al., Eds., *Vorträge des Symposiums Justus Liebig's Einfluss auf die internationale Entwicklung der Chemie*, Justus Liebig-Gesellschaft, Giessen, 2005, 143-177. Também no mesmo volume W. H. Brock, "Breeding Chemists in Giessen," 57-123, e A. J. Rocke, "Origins and Spread of the 'Giessen Model' in University Science," 209-235. B. Hoppe and V. Kritzmann, "Creation of Modern Branches of the Chemistry in Russia under the Influence of Liebig's Russian Scholars," in E. Vamós, Ed., *Proceedings of the 4th International Conference on History of Chemistry, Budapest, 3-7 September 2003*, Hungarian Chemical Society, Budapest, 2005, 49-63, bem como as referências aí citadas.
- ⁸ Acerca da chamada *tacit component of knowledge*, veja-se M. Polanyi, *Personal Knowledge. Towards a Post Critical Philosophy*, Routledge, London, 1958, 1998.
- ⁹ G. Mota, "Um bolsheiro em Paris em meados do século XIX: a preparação de um químico notável, o Visconde de Vila Maior," in C. Fiolhais, C. Simões and D. Martins, Eds., *Congresso Luso-Brasileiro de História das Ciências, Universidade de Coimbra, 26-29 Outubro 2011, Livro de Actas*, 260-278.
- ¹⁰ Eduardo Burnay, "Elogio histórico do Dr. Agostinho Vicente Lourenço", *Memorias da Academia Real das Sciencias de Lisboa, Classe de Sciencias Moraes, Politicas e Bellas-Letras 1895, Nova Serie, Tomo 7, Parte 1*, 1 – 42.
- ¹¹ A. V. Lourenço, "Recherches sur les composés polyatomiques", *Annales de Chimie et de Physique*, **1863**, *3^{ème} série*, *67*, 186 – 339.
- ¹² A.V. Lourenço e A.A. de Aguiar, "Investigações acerca da synthese de alcools monoatomicos", *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, **1868**, *1*, 13 – 25.
- ¹³ B.J. Herold e W. Bayer, "A transnational network of chemical knowledge: The preparadores at the Lisbon Polytechnic School in the 1860s and 1870s". *Bulletin for the History of Chemistry of the American Chemical Society*, **2014**, *39(1)*, 26-42 e "Errata" *ibid.* **2014**, *39(2)*, 181-182 .
- ¹⁴ *Deutsches Museum*, Munique, ref. HS-Nr. 1968-172/01-11, com 11 cartas manuscritas de Eduard Lautemann a Emil Erlenmeyer.
- ¹⁵ A. J. Rocke, *The Quiet Revolution: Hermann Kolbe and the Science of Organic Chemistry*, University of California Press, Berkeley and Los Angeles, 1993.
- ¹⁶ W. B. Jensen, "The origin of the Bunsen burner", *J. Chem. Educ.* **2005**, *82*, 512.
- ¹⁷ Museu Nacional de História Natural e da Ciência, *Eschola Polytechnica, Actas do Conselho*, Livro 5º, fl. 252: Sessão de 30 de Dezembro de 1862 e fl. 253: Sessão de 17 de Janeiro de 1863.
- ¹⁸ Este ordenado (480,000 réis por ano) era o dobro daquele dum preparador recrutado localmente (200,000 réis por ano). Na mesma altura, o ordenado anual dum lente proprietário era de 700,000 réis.
- ¹⁹ Lautemann recebeu as primeiras quatro prestações (Março a Junho) do seu ordenado em Julho de 1863. Arquivo Histórico do MHNC Museu de História Natural e das Ciências, *Escola Politécnica, Conta documentada*, 1863.
- ²⁰ Lautemann recebeu a seu último vencimento em Fevereiro de 1864, Arquivo Histórico do MHNC, *ibid., ibid.*, 1864.
- ²¹ R. Rodrigues, *Escola Medico-Chirurgica de Nova Goa, 1º Anuario 1909-1910*, Imprensa Nacional, Nova Goa, 1911, 123.
- ²² M. Vicente de Abru, *Breve Noticia da Creação e Exercicio da Aula de Physica, Chimica e Historia Natural no Estado da India Portugueza*, Imprensa Nacional, Nova-Goa, 1873: "... tendo-se-lhe aggravado os seus padecimentos de que parece que vinha já affectado de Europa, tomou a deliberação de regressar à pátria."
- ²³ H. Voelcker, *75 Jahre Kalle. Ein Beitrag zur Nassauischen Industriegeschichte*, Kalle & Cie. Aktiengesellschaft, Biebrich, 1938, 87.
- ²⁴ Zentralarchiv der Evangelischen Kirche in Hessen und Nassau, Darmstadt, Best. 244, Film 928, KB Biebrich Nr. 18.
- ²⁵ Archiv der Philipps-Universität Marburg, in *Hessisches Staatsarchiv Marburg*, ref. UniA Marburg 307d Nr. 98 II.
- ²⁶ R. Anschütz, *August Kekulé*, Vol. I e II, Verlag Chemie, Berlin, 1929.
- ²⁷ Arquivo Histórico do MHNC, *Escola Politécnica, Conta documentada*, 1868.
- ²⁸ <http://www.archiv.uni-leipzig.de/archivportalrecherche/suche/>. Último acesso 2009-10-08.
- ²⁹ Uma narrativa da invenção do processo de Bayer encontra-se em W. Bayer, "«So geht es ...» L'alumine pure de Karl Bayer et son intégration dans l'industrie de l'aluminium", *Cahiers d'histoire de l'aluminium*, **2012**, *49*, 21-46.
- ³⁰ A. G. Bayer, "Ueber eine neue dem Kyanäthin homologe Base," *Zeitschrift für Chemie*, **1868**, *11*, 514-515.
- ³¹ A. G. Bayer, "Ueber eine dem Kyanäthin homologe Basis," *Ber. dtsh. chem. Ges.*, **1869**, *2*, 319-324.
- ³² Arquivo Histórico do MHNC, *Escola Politécnica, Conta documentada*, 1868.
- ³³ Arquivo Histórico do MHNC, *Escola Politécnica, Conta documentada*, 1872.
- ³⁴ H. Kolbe "Ueber einige Abkömmlinge des Cyanamids," *J. prakt. Chem. (Leipzig)*, **1870**, *1*, 288-306 (especialmente pp. 292-294).

- ³⁵ E. Lautemann, "Ueber die Analyse stickstoffhaltiger organischer Verbindungen," *Ann. Chem. Pharm.*, **1859**, 109, 301-304
- ³⁶ H. Kolbe, "Vermischte Notizen," *Ann. Chem. Pharm.*, **1860**, 113, 238-244.
- ³⁷ H. Kolbe, "Ueber Synthese der Salicylsäure," *Ann. Chem. Pharm.*, **1860**, 113, 125-127.
- ³⁸ A. S. Lindsey and H. Jeskey, "The Kolbe-Schmitt Reaction," *Chem. Rev.*, **1957**, 57(4), 583-620.
- ³⁹ E. Schmauderer, "Leitmodelle im Ringen der Chemiker um eine optimale Ausformung des Patentwesens auf die besonderen Bedürfnisse der Chemie während der Gründerzeit," *Chem. Ing. Tech.*, **1971**, 43, 531-540.
- ⁴⁰ H. Kolbe and E. Lautemann, "Ueber die Säuren des Benzoëharzes," *Ann. Chem. Pharm.*, **1860**, 115, 113-114.
- ⁴¹ H. Kolbe and E. Lautemann, "Über die Constitution und Basicität der Salicylsäure," *Ann. Chem. Pharm.*, **1860**, 115, 157-206.
- ⁴² E. Lautemann, "Vorläufige Notiz über Umwandlung der Salicylsäure in Oxysalicylsäure und Oxyphenylsäure," *Ann. Chem. Pharm.*, **1861**, 118, 372-373. H. Kolbe and E. Lautemann, "XVI. Ueber die Säuren des Benzoëharzes," *Ann. Chem. Pharm.*, **1861**, 119, 136-141. E. Lautemann, "XXII. Beitrag zur Kenntniss der Salicylsäuren," *Ann. Chem. Pharm.*, **1861**, 120, 299-322.
- ⁴³ E. Lautemann, "Beitrag zur Kenntniss der Salicylsäuren," Inaugural-Dissertation, Marburg 1861.
- ⁴⁴ H. Kolbe, Ed., *Das chemische Laboratorium der Universität Marburg und die seit 1859 darin ausgeführten chemischen Untersuchungen nebst Ansichten und Erfahrungen über die Methode des chemischen Unterrichts*, Vieweg, Braunschweig, 1865.
- ⁴⁵ E. Lautemann, "Ueber directe Umwandlung der Milchsäure in Propionsäure," *Ann. Chem. Pharm.*, **1860**, 113, 217-220.
- ⁴⁶ C. Ulrich, "Umwandlung der Milchsäure in Propionsäure", *Ann. Chem. Pharm.*, **1859**, 109, 268-272.
- ⁴⁷ E. Lautemann, "Sur une ammoniacque composée triatomique dérivée de l'acide carbazotique," *Bull. Soc. chim. Paris*, **1862**, 100-102. (apresentado oralmente por A. Naquet.).
- ⁴⁸ E. Lautemann, "Ueber die Umwandlung der Pikrinsäure durch Jodphosphor in Pikrammoniumjodid und einige Pikrammoniumsalze," *Ann. Chem. Pharm.*, **1863**, 125, 1-8.
- ⁴⁹ E. Lautemann, "Ueber die Reduction der Chinasäure zu Benzoësäure und die Verwandlung derselben in Hippursäure im thierischen Organismus," *Ann. Chem. Pharm.*, **1863**, 125, 9-13.
- ⁵⁰ H. O. L. Fischer e G. Dangschat, "Über Konstitution und Konfiguration der Chinasäure (2. Mitteil. Über Chinasäure und Derivate)," *Ber. dtsh. chem. Ges.*, **1932**, 65, 1009-1031.
- ⁵¹ P. J. Murphy, "Xenobiotic Mechanism, a Look from the Past to the Future," *Drug Metabolism and Disposition*, **2001**, 29, 779-780.
- ⁵² M. C. Lourenço and A. Carneiro, Eds., *Spaces and Collections in the History of Science, the Laboratorio Chimico Overture*, Museum of Science of the University of Lisbon, 2009.
- ⁵³ E. Lautemann u. A. A. d'Aguiar, "Ueber die Nitrosubstitutionsproducte des Naphtalins und die davon derivirenden Basen." *Zeitschrift für Chemie*, **1865**, 8, 355-357.
- ⁵⁴ A. A. de Aguiar, E. Lautemann, "Investigações sobre as naphthalinas nitradas e bases polyatomicas derivadas – Primeira Parte", *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, **1868**, 1, 106 – 112, 198 – 208, e "Investigações sobre as naphthalinas nitradas e bases polyatomicas derivadas – Segunda Parte", *ibid.*, **1870**, 2, 98 - 100.
- ⁵⁵ a) A. de Aguiar, "Ueber Dinitronaphtalin", *Ber. dtsh. chem. Ges.*, **1869**, 2, 220 - 221. b) A. de Aguiar "Ueber die von Dinitronaphtalinen α und β derivirenden Diaminen." *Ber. dtsh. chem. Ges.*, **1870**, 3, 27-34. c) A. A. de Aguiar, "Factos novos para a historia das naphthalinas nitradas", *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, **1870**, 2, 182 - 188. d) A. A. de Aguiar, "Sobre a formação dos corpos nitrados", *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, **1871**, 3, 121 - 122. e) A. A. de Aguiar, "Novos factos sobre a historia das naphthalinas nitradas", *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, **1871**, 3, 152 – 158, 245. f) A. A. de Aguiar, "Ueber Nitronaphtaline", *Ber. dtsh. chem. Ges.*, **1872**, 5, 370-375, 897-906.
- ⁵⁶ a) A. de Aguiar, "Ueber die von den Dinitronaphtalinen α und β derivirenden Diamine", *Ber. dtsh. chem. Ges.*, **1870**, 3, 27 - 35. b) A. de Aguiar, "Sur les diamines dérivées des dinitronaphtalines [sic] α et β ", *Bull. Soc. chim. Paris*, **1870**, 13, 462 – 464 (resumo da anterior).
- ⁵⁷ a) A. A. de Aguiar "Nota sobre as diaminas derivadas das binitro naphthalinas α e β ", *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, **1870**, 2, 307 - 319. b) A. A. de Aguiar, "Reacções características dos compostos da naphthyldiamina α e β ", *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, **1871**, 3, 53 - 56.
- ⁵⁸ a) A. A. de Aguiar, "Acção do acido nitroso sobre as bases organicas-naphthyldiamina α e β ", *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, **1871**, 3, 246 - 256. b) A. A. de Aguiar, "Duas palavras sobre a constituição da combinação azoica derivada da diamidonaphthalina β ", *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, **1873**, 4, 268 - 270.
- ⁵⁹ A. A. de Aguiar, "Investigações sobre os derivados das naphtene-diaminas α e β , I Acção do ácido oxálico sobre as bases diamidonaphthalinas α e β ." *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, **1873**, 4, 331 - 340.
- ⁶⁰ A. de Aguiar, "Ueber einige Abkömmlinge des α und β -Diamidonaphtalins", *Ber. dtsh. chem. Ges.*, **1874**, 7, 306 – 319.

- ⁶¹ Guglielmo Koerner, *Ueber die Bestimmung des chemischen Ortes bei den aromatischen Substanzen*. Tradução alemã por G. Bruni e B. L. Vanzetti de quatro memórias datadas de 1868 a 1874, *Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften*, Leipzig, 1910, 174, 131.
- ⁶² H. Erdmann, "Die Constitution der isomeren Naphthalinderivate" *Liebigs Ann. Chem.* 1888, 247, 306-366.
- ⁶³ W. Will, "Ueber Nitroverbindungen des Naphthalins," *Ber. dtsh. chem. Ges.*, 1895, 28, 367-379.
- ⁶⁴ F. Sachs, "Ueber Ringschlüsse in der Peristellung der Naphtalinreihe", *Liebigs Ann. Chem.* 1909, 365, 53-166.
- ⁶⁵ O trabalho da ref.^a 31 foi republicado num livro de Kolbe: A. G. Bayer, "Ueber eine dem Kyanäthin homologe Basis," in H. Kolbe, ed., *Das Chemische Laboratorium der Universität Leipzig und die seit 1866 darin ausgeführten chemischen Untersuchungen*, Vieweg, Braunschweig, 1872, 209-215 (com a omissão, certamente deliberada, da última linha "Lissabon, chem. Laboratorium der polytechnischen Schule").
- ⁶⁶ E. Frankland and H. Kolbe, "Ueber die Zersetzungsproducte des Cyanäthyls durch Einwirkung von Kalium," *Ann. Chem. Pharm.*, 1848, 65, 269-287.
- ⁶⁷ A. Bayer, "Nota sobre uma base homologa da kyanéthina," *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, 1870, 2, 320-328.
- ⁶⁸ A. G. Bayer, "Ueber eine dem Kyanäthin homologe Basis, II. Mittheilung," *Ber. dtsh. chem. Ges.*, 1871, 4, 176-180.
- ⁶⁹ A. Bayer, "Nota sobre uma nova base homologa da kyanéthina," *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, 1871, 3, 159-165.
- ⁷⁰ E. von Meyer, "Chemische Constitution des Kyanäthins und ähnlicher Verbindungen," *J. prakt. Chem.*, 1889, 39, 156.
- ⁷¹ C. Liebermann, "Ueber Naphthazarin," *Ber. dtsh. chem. Ges.*, 1871, 3, 905-907.
- ⁷² A.A. de Aguiar e A.-G. Bayer, "Zur Geschichte des Naphthazarins," *Ber. dtsh. chem. Ges.*, 1871, 4, 251-253.
- ⁷³ A. A. de Aguiar e A.-G. Bayer, "Zur Geschichte des Naphthazarins, Zweite Mittheilung," *Ber. dtsh. chem. Ges.*, 1871, 4, 438-441. Um sumário destes artigos foi publicado em Paris: A.-A. de Aguiar e A.-G. Bayer, "Sur la naphtazarine," *Bull. Soc. chim. Paris*, 1871, 15, 280-281.
- ⁷⁴ O. Dimroth and F. Ruck, "Die Konstitution des Naphthazarins," *Justus Liebigs Ann. Chem.*, 1926, 446, 123-131.
- ⁷⁵ A história desde a descoberta da estrutura da alizarina até à sua comercialização vem narrada em S. Garfield, *Mauve*, Faber and Faber, London 2000, ISBN 0-571-20917-3.
- ⁷⁶ A. A. de Aguiar e A. Bayer, "Novo dissolvente da indigotina," *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, 1871, 3, 48-52. O nome, agora obsoleto "indigotina" ("indigotine" em inglês e "Indigotin" em alemão), usado nesta publicação para designar o indigo, não deve ser confundido com o nome inglês "indigotine", um dos nomes comuns do sal de sódio do ácido 5,5'-indigodissulfónico, também conhecido em inglês por "indigo carmine."
- ⁷⁷ A. A. de Aguiar e A. Bayer, "Neues Auflösungsmittel des Indigotins," *Ann. Chem. Pharm.*, 1871, 157, 366-368.
- ⁷⁸ A. A. de Aguiar e A. Bayer, "Nota sobre a redução do tannino," *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, 1871, 3, 115-117.
- ⁷⁹ A. A. de Aguiar e A. Bayer, "Nota sobre o acido amidosalicylico," *Jornal de Sciencias Mathematicas Physicas e Naturaes*, 1871, 3, 118-120.
- ⁸⁰ R. Fresenius, *Geschichte des Chemischen Laboratoriums in Wiesbaden*, C. W. Kreidel, Wiesbaden, 1873, 91, 93.
- ⁸¹ Museu Nacional de História Natural e da Ciência, *Eschola Polytechnica, Actas do Conselho*, Livro 6^o, fl. 11: Sessão de 14 de Dezembro de 1864.
- ⁸² Arquivo Histórico do MHNC, *Escola Politécnica, Conta documentada*, 1864.
- ⁸³ *Ibid.*, *ibid.*, 1868.
- ⁸⁴ *Ibid.*, *ibid.*, 1872.
- ⁸⁵ Exemplos de livros: Chr. Heinzerling, *Die Grundzüge der Lederbereitung; Die Fabrikation der Kautschuk- und Guttaperchawaaren, sowie der Celluloids und der wasserdichten Gewebe*, Vieweg, Braunschweig, 1882; *Abriss der chemischen Technologie mit besonderer Rücksicht auf Statistik und Preisverhältnisse*, Theodor Fischer, Cassel und Berlin, 1888; *Schlagwetter und Sicherheitslampen*, Cotta, Stuttgart 1891. Exemplos de patentes: DRP 5298, 1878, Dr. Chr. Heinzerling in Biedenkopf, *Verfahren der Schnellgerberei bei Anwendung von Alaun und Zink, chromsauren Salzen, Ferrocyanalkalium, Chlorbarium und anderen Ingredienzien*; DRP 45620, 1888, Dr. Chr. Heinzerling und Dr. J. Schmid, beide in Zürich: *Verfahren zur Darstellung von concentrirtem Chlorgas aus verdünnten Chlorgasgemischen* DRP 48549, 1889; Dr. Chr. Heinzerling in Biedenkopf, *Verfahren zur Abscheidung von Essigsäure und essigsauren Salzen mittels Chlormagnesium*; DRP 56397, 1890, F. Staaden in Leun b. Wetzlar und Dr. Chr. Heinzerling in Biedenkopf, *Verwertung von Manganerz*; DRP 71179, 1892, Dr. Chr. Heinzerling in Frankfurt a. M. *Verfahren zur Herstellung von Platten und Steinen aus Kieselguhr*.
- ⁸⁶ Arquivo Histórico do MHNC, *Escola Politécnica, carta, documentada*, 1874.

- ⁸⁷ E. Dias, "Indigo ou anil, a sua extracção em terrenos d'Africa – Antonio Augusto d'Aguiar, Alexandre Bayer e Carlos von Bonhorst no ensino da química prática", *Revista de Chimica Pura e Applicada*, **1919**, 4, 45-79.
- ⁸⁸ a) I. Cruz, "Chemistry, the chemical industry and education in Portugal (1887-1907): The case of Alfredo da Silva" in E. Vamós, Ed., *Proceedings of the 4th International Conference on History of Chemistry, Budapest, 3-7 September 2003*, Hungarian Chemical Society, Budapest, 2005, 25-48. b) I. Cruz, "Entre a CUF e o Barreiro: que lugar para Alfredo da Silva na Química?" in M. Figueira de Faria and J. A. Mendes, Eds., *Actas do Colóquio Internacional: Industrialização em Portugal no século XX; o caso do Barreiro*, EDUAL-Universidade Autónoma Editora, Lisboa, 2010, 181-206 (em particular 191). O *Instituto Industrial e Comercial de Lisboa* foi fundado em 1852 e reformado em 1884 por Aguiar, seu diretor. Foi transformado e integrado em 1911 no *Instituto Superior Técnico*.
- ⁸⁹ Arquivo Histórico do MHNC, *Escola Politécnica, Conta documentada*, 1874.
- ⁹⁰ Arquivo Histórico Militar, Lisboa; ref. AHM/DIV/3/7/964; AHM/G/443; AHM/G/LM/A/20/01/0134; AHM/G/LM/A/10/0205.
- ⁹¹ A. L. dos Santos Valente, "Emílio Dias", *O Occidente*, **01/08/1887**, 311, 179-180, 184.
- ⁹² O. Wallach, "Bernhard Tollens", *Ber. dtsh. chem. Ges.* **1918**, 51, 1539-1555.
- ⁹³ A. C. Cardoso, B. J. Herold and S. Formosinho, "Joaquim dos Santos e Silva: um pioneiro português da química moderna," in C. Fiolhais, C. Simões and D. Martins, Eds., *História da Ciência Luso-Brasileira, Coimbra entre Portugal e o Brasil*, Imprensa da Universidade de Coimbra, 2013, 207-227.
- ⁹⁴ M. Macedo, *Projectar e construir a Nação. Engenheiros, ciência e território em Portugal no séc. XIX*, ICS Imprensa de Ciências Sociais, Lisboa, 2012.
- ⁹⁵ V. Leitão, "A review of the literature on the Laboratorio Chimico of the Lisbon Polytechnic School," in M. C. Lourenço and A. Carneiro, Eds., *Spaces and Collections in the History of Science, the Laboratorio Chimico Overture*, Museum of Science of the University of Lisbon, 2009, 81-90.
- ⁹⁶ C. Bastos, "Medicina, império e processos locais em Goa, século XIX," *Análise Social*, **2007**, 52 (182), 99-122.