

GILBERT NEWTON LEWIS – O ÁTOMO E A MOLÉCULA

Raquel Gonçalves-Maia*

Departamento de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

rmcgonc@gmail.com

Gilbert Newton Lewis – The Atom and the Molecule – *Gilbert Newton Lewis was one of the most brilliant scientists of the first half of the twentieth century. However, he remains almost unknown to most citizens, though, after a century, his name continues to appear explicitly mentioned in the thematic "Lewis dot diagrams" and "Lewis acids and bases," topics that are included in the syllabuses of secondary and university education.*

Lewis published many articles throughout his career. Nevertheless, one of them stands out by the impact produced in the scientific community. This is The Atom and the Molecule, published in 1916 in the Journal of the American Chemical Society, vol. 38 (4), pages 762-785. One hundred years are elapsed after this historical fact of great importance. He also wrote two books, whose content influenced most deeply the study of chemistry and physics, viz. Thermodynamics and the Free Energy of Chemical Substances, in collaboration with Merle Randall, and Valence and the Structure of Atoms and Molecules, both published in 1923. In 1926, he published a third book, the unpredictable The Anatomy of Science.

Gilbert Lewis was nominated 35 times for the Nobel Prize in Chemistry, the scientist who was named more times; however, he always failed to be elected.

Saturday, March 23, 1946. On this day, Lewis was found dead on the floor of his laboratory at the University of Berkeley, surrounded by a cloud of hydrogen cyanide. Speculation was inevitable and the conclusion remained nebulous to the present day.

Gilbert Newton Lewis foi um dos mais brilhantes cientistas da primeira metade do século XX. Contudo, permanece quase desconhecido para a generalidade dos cidadãos, apesar de, passado um século, o seu nome continuar a surgir explicitamente mencionado nas temáticas “notação de Lewis” e “ácidos e bases de Lewis”, matérias curriculares a nível do ensino secundário e universitário.

Lewis publicou muitos artigos ao longo da sua carreira. Um, porém, destaca-se pelo impacto produzido na comunidade científica. Trata-se de *The Atom and the Molecule*, publicado no *Journal of the American Chemical Society*, vol. 38(4), páginas 762 a 785, em 1916. Cem anos são decorridos sobre este facto histórico de grande relevância.

Escreveu também dois livros, cujo conteúdo veio a influenciar profundamente o estudo da química e da física: *Thermodynamics and the Free Energy of Chemical Substances*, em colaboração com Merle Randall, e *Valence and the Structure of Atoms and Molecules*, ambos publicados em 1923. Em 1926, publicou um terceiro livro, o imprevisível *The Anatomy of Science*.

Gilbert Lewis foi nomeado 35 vezes para o Prémio Nobel da Química, o cientista que mais vezes foi nomeado; nunca, porém, tal lhe foi outorgado.

Sábado, 23 de março de 1946. Nesse dia, Lewis foi encontrado sem vida, no chão do seu laboratório na Universidade de Berkeley, envolto numa nuvem de cianeto de hidrogénio. A especulação foi inevitável e a conclusão nebulosa até aos dias de hoje.

1. O ÁTOMO E A MOLÉCULA

Com Berzelius entendeu-se que a ligação química teria lugar por atrações de caráter elétrico – corpúsculos com cargas positivas atrairiam corpúsculos com cargas negativas e vice-versa. Quando J.J. Thomson descobriu o eletrão foi apenas fazer a revisão da matéria. A teoria, dita dualística, explicava que um átomo de sódio, por exemplo, transferia uma carga negativa, um eletrão, para um átomo de cloro e os iões assim formados, com carga positiva o primeiro e com negativa o segundo, atrair-se-iam mutuamente. A ligação química era, pois, consequência de uma “transferência” de carga.

No artigo *The Atom and the Molecule* Lewis contrapõe a “partilha” à “transferência” [1]. A diferença de conceito não é pequena. Antes, teríamos, no mínimo, de pensar em dois tipos de ligação – a ligação iónica, que era compreensível com o contributo da transferência eletrónica e que gerava moléculas polares – e outra, algo estranha, que acontecia entre átomos da mesma espécie e que gerava moléculas apolares.

Com Lewis tudo encaixa. A partilha de um par de eletrões não determina a origem de cada um dos eletrões do par. É tão admissível o caso extremo de ambos serem originários do mesmo átomo como cada átomo contribuir igualmente com um eletrão, o que seria a situação normal para a ligação entre átomos iguais. Genial! Nem tudo é tão simples como as palavras parecem indicar – basta pensar por que

¹ Professora Catedrática aposentada

não se repelem os dois elétrons do par de ligação se possuem cargas do mesmo sinal? Seria, talvez, por ação de forças magnéticas, propôs Lewis... não é bem assim, mas a mecânica quântica virá a explicar.

Lewis retoma o esquema de átomo que propusera em 1902, o “átomo cúbico”. Verificara já que na dita “transferência” eletrônica para formação atrativa de uma ligação ela ocorreria tendencialmente de forma a que os vértices dos seus cubos atômicos ficassem atestados ou vazios; isto é, ficassem com a estrutura de gás nobre.

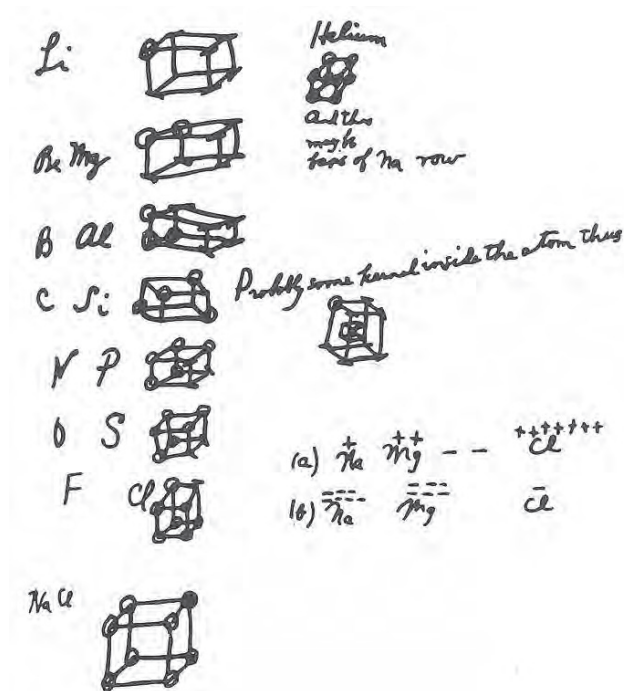


Figura 1 – Os “átomos cúbicos” de Lewis (1902)

Juntando as peças deste puzzle, Lewis deu ainda mais um passo: se aproximasse dois cubos por uma aresta, a partilha era de um par de elétrons, mas, se o fizesse por uma face, era de dois pares. *Eureka!* Há ligações simples, há ligações duplas... e, eventualmente, também existiriam triplas. E nada melhor para o expressar do que construir um modelo: um elétron de ligação pode representar-se por um pequeno círculo ou por uma cruzinha, dependendo da sua origem atômica se se desejar; ou podem os elétrons ser identificados usando diferentes cores. Todos conhecemos o aspeto que as configurações eletrônicas de valência tomam segundo a famosa “notação de Lewis”, tão familiar aos alunos do ensino secundário.

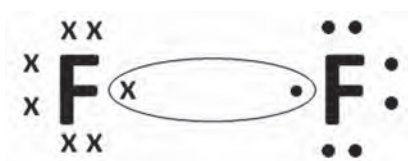


Figura 2 – A molécula de flúor



Figura 3 – Formação da molécula de dióxido de carbono

Não se pense, porém, que quando Lewis lançou o seu artigo em 1916 este foi acolhido com entusiasmo. Durante vários anos parecia que ninguém dava por ele, até que Irving Langmuir (1881-1957; Prémio Nobel da Química em 1932) o leu e ficou agradavelmente perturbado. Corroborou as ideias de Lewis, desenvolveu algumas que já lá estavam em embrião e, em larga medida, deu-as a conhecer ao mundo [2].

Em 1923, Gilbert Lewis publicou o livro *Valence and the Structure of Atoms and Molecules* que resume e abraça todos os seus estudos neste domínio [3]. Não deixa de ser interessante reproduzir aqui a primeira frase do seu Prefácio: *I take it that a monograph of this sort belongs to the ephemeral literature of science*. Quem diria!, um século é passado e tanta atualidade que ainda tem...

2. O ÁCIDO E A BASE

Estreitamente ligado com o conceito de ligação química por partilha eletrônica, Lewis lança um novo conceito, abrangente, do que é um ácido – uma espécie que recebe pares de elétrons – e do que é uma base – uma espécie que os cede. Consequentemente, liberta as suas definições dos iões H^+ e OH^- , ao mesmo tempo que estende à química orgânica o conceito de ácido e de base. A espécie trifluoreto de boro (BF_3), por exemplo, é um ácido de Lewis, e só de Lewis.

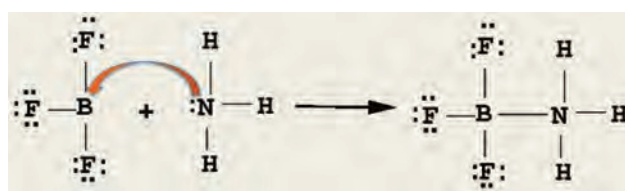


Figura 4 – Reação ácido-base do trifluoreto de boro com o amoníaco

Esta extensão da teoria da ligação de valência e dos pares de elétrons, de forma a incluir a remodelação dos conceitos de ácido e de base, só veio a nascer por volta de 1938. Nesta época, Lewis trabalhou com o seu novo assistente de investigação Glenn Seaborg (1912-1999; Prémio Nobel da Química em 1951). Também os “novos” ácidos e as “novas” bases não obtiveram reconhecimento imediato. Apenas em 1947, com o livro *The Electronic Theory of Acids and Bases*, livro dedicado a Gilbert Lewis, os químicos William Luder e Saverio Zuffanti foram eficazes na demonstração da vasta e útil aplicabilidade dos novos conceitos [4].

3. A ATIVIDADE E A FUGACIDADE

Gilbert Lewis nasceu em Weymouth, no estado de Massachusetts (EUA) no dia 23 de outubro de 1875. Era filho do casal Frank Wesley Lewis e Mary Burr White (Lewis),

ambos de esmerada educação. Senhor de uma precocidade evidente, inteligente e auto-disciplinado, foi submetido a uma educação informal que apenas foi quebrada na adolescência com a entrada na Universidade de Nebraska para estudos preparatórios, seguindo-se a sua transferência para o *Harvard College*, em 1892, onde veio a graduar-se em química em 1896. Em 1898 obteve o grau *Master of Arts* e, em 1899, o de *Doctor of Philosophy*.



Figura 5 – Gilbert Newton Lewis (≈1888)
Cortesia de Gilbert Newton Lewis

Em 1902 vamos encontrar Lewis em Harvard, com funções de instrutor no Departamento de Química e, em 1903 em Manila (Ilhas Filipinas) com o cargo de superintendente no Instituto de Pesos e Medidas e de químico na Secretaria de Ciências. Em 1905 regressa aos Estados Unidos e, durante os sete anos seguintes, fará parte do grupo de químico-físicos do *Massachusetts Institute of Technology* (Boston).

Dedica-se à termodinâmica. O seu interesse fundamental vai consistir em tornar esta disciplina, rigorosa, num instrumento acessível e útil aos químicos, o que muito viria a contribuir para valorizar a química como ciência exata. Para tal, baseou-se em dois conceitos que considerou fundamentais: a “atividade” e a “fugacidade”.

A atividade é uma grandeza proporcional à concentração, mas que tem em conta a dissociação/ionização sofrida pela espécie. As constantes de equilíbrio e as velocidades das reações, por exemplo, ganharam rigor com a introdução das atividades das espécies envolvidas. A “fugacidade” que Lewis propôs vai no mesmo sentido. A fugacidade de um gás real é a sua pressão efetiva, grandeza que deve ser utilizada em cálculos rigorosos de constantes de equilíbrio, entre outros. Lewis acreditava que a fugacidade era uma medida da tendência que uma substância apresentava de passar de um estado a outro, de líquido para vapor, por exemplo. A importância que lhe atribuiu terá sido excessiva.

Entre 1906 e 1912, no MIT, Lewis publica mais de três dezenas de artigos científicos, um número muito considerável para a época, e atinge a categoria de *full professor*. Entretanto, a Universidade da Califórnia, em Berkeley, chama

por ele. É-lhe oferecida a presidência do Departamento de Química e a direção (“*dean*”) do *College of Chemistry*.

Não vai só. Acompanha-o Mary Hinckley Sheldon, com quem contrairá matrimónio.



Figura 6 – O casal Lewis e os filhos, Edward, Margery e Richard, em Inverness (EUA) - Cortesia de Gilbert Newton Lewis

Em Berkeley, Gilbert Lewis vai poder ser ele próprio, plenamente. Introduz a investigação logo nos primeiros estádios do ensino universitário. Abre as portas da investigação aos alunos graduados; encoraja-os mesmo a desenvolverem as suas próprias ideias de pesquisa. No pequeno auditório da sala 101 do *Gilman Hall*, na *smoke filled room*, misturava-se semanalmente o fumo denso dos seus charutos com as informações científicas pertinentes.

O seu interesse capital continuou a ser a termodinâmica. Porém, após a publicação do livro *Thermodynamics and the Free Energy of Chemical Substances*, em colaboração com Randall, em 1923, o seu empenho no tema caiu a pique. O livro foi repetidamente editado, uma verdadeira bíblia de ensino para professores universitários [5].

4. A ANATOMIA DA CIÊNCIA

É particularmente interessante verificar que o mesmo cientista tanto nos ofereceu uma obra de dedução exata, rigidamente fundamentado nos princípios fundamentais da física [5], como outra onde a estrutura atómico-molecular surge por axioma indutivo, baseado todo ele no comportamento químico, experimental e observável [3]. Finalmente, o seu livro *The Anatomy of Science*, publicado em 1926, toma contornos sociológicos e filosóficos na análise dos métodos e dos produtos da ciência, diferindo do “materialismo tradicionalmente atribuído aos cientistas”.

O livro reflete muito do desafio que os avanços da física teórica no primeiro quartel do século xx impunham. Lewis, com elevado cariz filosófico, espalhou-se pelos assuntos que acarinhava no momento, com ênfase particular na natureza da radiação e na potencial simetria espaço-tempo. Química, física, matemática e mesmo biologia...

Life; Body and Mind, é o título de um dos capítulos. O que significa a vida? Conhecemos uma boa parte da sua física, da sua química... mas o que é a inteligência, o instinto, a livre vontade? É o pensamento de Gilbert Lewis no “fio da navalha”, sem resvalar para um vitalismo que seria inadmissível. Interessante, mesmo muito interessante.

5. O PRÉMIO NOBEL

Não, a Gilbert Lewis não foi outorgado o Prémio Nobel da Química. No entanto, quando examinamos a sua vida e obra compreendemos como tanto ele tinha a seu favor! Inteligente e criativo, começou fulgurantemente a sua carreira de investigação por volta de 1900 e, vinte anos depois, era um dos cientistas mais consagrados dos EUA. Lewis fez, indiscutivelmente, trabalho proeminente em três áreas bem demarcadas na química: “termodinâmica”, “ligação química” e “isótopos”. Mas pode colocar-se a questão: seria o seu trabalho, em qualquer das áreas citadas, suficientemente relevante para ter sido galardoado com o Nobel? Pelo menos a reformulação termodinâmica que introduziu e a contribuição para o conhecimento da ligação química não deixam quaisquer dúvidas.

Entre 1922 e 1944 foi nomeado 35 vezes, sem nunca passar à sua efetivação! Podemos especular sobre as causas: vicissitudes circunstanciais, dispersão de trabalho, isolamento territorial, inimizadas acumuladas? Quando cientistas da estirpe de um Gilbert Newton Lewis nunca recebem um Prémio Nobel algo vai mal no sistema de seleção dos galardoados...

Lewis atinge a idade de reforma e enfrenta uma profunda depressão.

6. EPILOGO

O que se seguiu envolve-se num pacto de silêncio ensurdecedor. Lewis morre no seu laboratório no decurso de uma experiência que efetua envolvendo cianeto de hidrogénio no dia 23 de março de 1946. Momentos antes, almoçara com a nova direção do seu Departamento e com o seu mais direto rival, Irving Langmuir. O seu corpo, já sem vida,

estende-se por detrás da bancada de trabalho. Apesar de uma nuvem do poderoso tóxico tudo envolver, não apresenta sinais de cianose. A queda de Lewis bem pode ter produzido o descontrolo da aparelhagem e a consequente libertação do veneno. Não houve autópsia. O seu fim ficará para sempre incerto.

Gilbert Newton Lewis foi uma das mentes mais fecundas, tão racional quanto intuitiva, surgidas na primeira metade do século xx. Senhor de uma vasta cultura e de interesses variados, foi contudo a ciência química que mais lucrou com as suas investigações. A propósito, vale a pena lembrar as palavras de Sir Christopher Ingold (1893-1970): “Lewis foi o grande mestre que deu coerência à ciência química como um todo, com a sua modelação da teoria eletrónica da estrutura de átomos e moléculas” [7].

AGRADECIMENTO

A Gilbert Newton Lewis, professor emérito de matemática na *Michigan Technological University*, filho de Richard Newton Lewis e neto de Gilbert Newton Lewis, pela gentil cedência de algumas fotografias que ilustram este artigo.

REFERÊNCIAS

- [1] G.N. Lewis, *J. Am. Chem. Soc.*, **38** (1916) 762-785
- [2] I. Langmuir, *J. Am. Chem. Soc.*, **41** (1919) 868-934
- [3] G.N. Lewis, *Valence and the Structure of Atoms and Molecules*, American Chemical Society, Monograph Series, The Chemical Catalog Company, Nova Iorque 1923
- [4] W.F. Luder, S. Zuffanti, *The Electronic Theory of Acids and Bases*, John Wiley and Sons, Nova Iorque, 1947
- [5] G.N. Lewis, M. Randall, *Thermodynamics and the Free Energy of Chemical Substances*, McGraw-Hill, Nova Iorque 1923
- [6] G.N. Lewis, *The Anatomy of Science*, Yale University Press, New Haven, 1926
<https://archive.org/details/anatomyofscience00lewi> (acedido a 21-04-2016)
- [7] Gonçalves-Maia, R., *Lewis*, Série “Dos Átomos e das Moléculas”, nº 1, LF Editorial, São Paulo 2016

