

O Congresso de Karlsruhe: pressupostos e controvérsias

Ourides Santin Filho

Resumo

Este artigo apresenta um resgate de parte dos assuntos que foram discutidos no Congresso de Karlsruhe, encontro de químicos ocorrido entre os dias 3 e 5 de setembro de 1860, além de apresentar algo de seus pressupostos. Trata-se de uma leitura histórica fundamentada nos textos originais de alguns dos participantes do evento e numa das poucas atas das reuniões que chegaram até nós. Naquele ano, a Química ainda não havia consolidado seus alicerces e não havia acordo sobre como se determinar os pesos atômicos dos elementos e dos compostos. Além disso, e talvez mais importante, havia um acalorado debate entre os químicos atomistas e os equivalentistas. Face a essa e a outras complicações, os químicos Kekulé, Wurtz e Weltzien, todos eles atomistas, decidiram organizar o que viria a ser o primeiro congresso internacional de Química, em Karlsruhe, cidade alemã situada na Floresta Negra. O evento tinha objetivos pretensiosos, mas pouco se alcançou de concreto nas discussões. As opiniões eram bastante divergentes e não se entrou em acordo sequer sobre o que decidir por meio de votos nas reuniões. Ao seu término, um dos participantes, Angelo Pavesi, distribuiu aos demais um texto das aulas de Stanislao Cannizzaro, ministradas na Universidade de Genova. O texto resgatava a hipótese de Avogadro-Ampère sobre as quantidades de partículas num dado volume de um gás, além de discutir e estabelecer claras diferenças entre o que seriam átomos e moléculas. O texto de Cannizzaro descortinou os grandes avanços que a Química experimentou logo após, reforçando os alicerces teóricos dessa Ciência.

Palavras-chave: Congresso de Karlsruhe; Pesos atômicos; Fórmulas químicas.

Abstract

This article presents a review of the issues that were discussed at the Karlsruhe Congress, a meeting of chemists that took place between September 3rd and 5th, 1860, and some of its assumptions. It is a historical reading based on the original texts of some of the participants of the event and in one of the few minutes of the meetings that have come down to us. That year, the foundations of chemistry had not yet been laid and there was no agreement on how to determine the atomic weights of elements and compounds. Additionally, and perhaps most important, there was a debate between atomists and equivalentists. Faced with this and other complications, the chemists Kekulé, Wurtz and Weltzien, all atomists, organized what would become the first chemistry congress in Karlsruhe, Germany. The event had pretentious objectives, but little concrete was achieved in the discussions. The opinions were quite divergent, and they did not even agree on what would be decided by means of votes at the meetings. At the end, one of the participants, Angelo Pavesi, distributed to the others a text from the classes of Stanislao Cannizzaro, taught at the University of Genova. This text rescued the hypothesis of Avogadro-Ampère concerning the quantity of particles in a

given volume of gas, as well as the differences between atoms and molecules. Cannizzaro's text unveiled the great advances that Chemistry experienced soon after, reinforcing the foundation of this science.

Keywords: Karlsruhe Congress; Atomic weights; Chemical formulae.

INTRODUÇÃO

No ano de 1860 ocorreu o primeiro congresso internacional de químicos, com foco em temas específicos. Foi o congresso realizado na cidade de Karlsruhe, sudoeste da Alemanha, muito próxima à fronteira com a França. O que teria levado à organização desse evento e como ele se transcorreu? É o que pretendemos abordar neste texto.

Na segunda metade do século XIX a Química passava por um momento de profundas transformações, em função do crescimento generalizado de técnicas de síntese e análise química. Cerca de oitenta elementos químicos eram conhecidos, muitos deles descobertos a partir do desenvolvimento da eletrólise, e o número de compostos orgânicos já se contava aos milhares. Mesmo com todo esse crescimento vertiginoso, algumas questões químicas ainda eram obscuras, havia sérias indefinições sobre a natureza dos átomos e moléculas e, pior, a determinação dos pesos atômicos era controversa, com várias metodologias e teorias levando a valores muito diversos.

A ausência de valores de pesos atômicos confiáveis comprometia a determinação adequada também das fórmulas químicas dos compostos. Diante do caos que parecia se instalar na Química, três de seus expoentes da época, Adolphe Wurtz, Friedrich Kekulé e Karl Weltzien decidiram reunir o maior número possível de químicos da Europa a fim de discutir e harmonizar ou, pelo menos, dar algum encaminhamento a essas questões; assim surgiu a ideia de um Congresso de Química a se realizar na cidade de Karlsruhe, no estado de Baden, vizinho à Floresta Negra, local privilegiado para os intelectuais gozarem suas férias, e ainda cidade na qual Weltzien era diretor da Universidade. Aliado a isso, os pesquisadores puderam contar com o apoio e patrocínio de Frederico I, grão-duque de Baden, importante patrono das ciências.

O Congresso tinha razão de ser. O problema dos pesos atômicos talvez fosse o ponto de conflito mais importante na visão dos organizadores do evento, por suas sérias consequências na determinação das fórmulas químicas, pois, para se determiná-las, são necessários os pesos atômicos dos elementos; por outro lado, a determinação desses pesos exige o conhecimento das fórmulas corretas dos compostos nos quais eles participam. A resolução desse círculo vicioso não foi simples. Neste trabalho, vamos abordar o estado da arte na questão do peso atômico e entender o que levou os químicos a perceberem a importância de se encontrarem num congresso unificado, em que pese as diferenças em suas ideias e teorias.

Não entraremos aqui num profundo debate que antecede a determinação dos pesos atômicos: a disputa entre atomistas e equivalentistas. De modo sucinto, é possível identificar, nas primeiras décadas do século XIX, duas correntes filosóficas que buscam explicar o que está por trás das combinações químicas,

a corrente atomista e a corrente equivalentista. Nenhuma dessas duas vertentes se qualificava como conceito unificador (um invariante) da Química de então. Sobre essa ausência, Wilhelm Ostwald (1853-1932), físico-químico nascido na Letônia e vencedor do prêmio Nobel de 1909, afirma que o que buscamos na ciência são os invariantes

The significance of a Law of Nature consists in the determination of the *actual* among the *possible* cases, and the form to which each can be referred is the finding of an *invariant*... Thus we perceive that the historical development of scientific conceptions is ever associated with the discovery and working out of such invariants. In them we behold the mile-stones which mark the track traversed by human knowledge¹.

A Química da época não tinha seus invariantes, mas contava com duas metodologias para se determinar pesos relativos nas combinações químicas: o uso de pesos atômicos relativos ou as proporções das combinações equivalentes. O uso de pesos atômicos relativos depende da escolha arbitrária de um peso de referência atribuído a um elemento, por exemplo, do hidrogênio ou do oxigênio. A partir destes, o peso dos elementos com os quais eles se combinam pode ser determinado, com a condição de que se adote fórmulas para as substâncias, a partir de regras de simplicidade e analogia. O uso dos equivalentes, por sua vez, depende de determinações experimentais de proporções relativas entre os pesos dos combinantes, que muda para cada elemento, em função de cada reação química da qual ele participa.

Como foi dito, o evento foi organizado por químicos atomistas. Sendo assim, vamos traçar um percurso histórico dos principais eventos que redundaram na necessidade de um congresso, segundo a vertente dos defensores da realidade dos átomos.

Esse texto foi construído a partir da consulta da produção original dos pesquisadores citados e de uma das poucas atas que sobreviveram do Congresso. Evidentemente não se pretende esgotar aqui o debate, seja sobre os pesos atômicos, seja sobre os acontecimentos que sobrevieram em Karlsruhe no distante setembro de 1860, mas pretendemos subsidiar a todos os interessados em História da Ciência, em particular aos docentes, que volta e meia leem sobre esse Congresso em livros didáticos cujo conteúdo, no mais das vezes, não vai além de breve citação.

O ATOMISMO DE DALTON

A questão dos pesos atômicos leva imediatamente a outra questão: a aceitação do átomo como entidade elementar nos compostos. Para entender o problema, vamos remontar um pouco ao trabalho do John Dalton.

¹ Ostwald, "Emancipation from scientific materialism," 422 (itálicos no original).

O desenvolvimento de uma teoria atômica na Química parece ter sido uma consequência natural da lei das proporções definidas estabelecidas por Proust e da lei da combinação volumétrica dos gases, de Gay-Lussac. A ideia de que as substâncias reagem segundo proporções fixas e definidas leva à ideia de que, no mundo submicroscópico, são partículas indivisíveis que estão se combinando. O corpuscularismo de Newton oferecia também um forte argumento para a ideia de que as substâncias se combinam também na forma de entidades discretas, os átomos.

Menos de vinte anos após a publicação do Tratado Elementar de Química (1789) por Lavoisier, John Dalton (1766-1844) publica a obra *New System of Chemical Philosophy* (1808), na qual apresenta sua teoria atômica. A hipótese atômica se constitui numa variante química do corpuscularismo decorrente dos trabalhos de Newton e Robert Boyle, que tinha por base a existência de partículas últimas constituintes de toda a matéria, sendo elas de estrutura homogênea e propriedades idênticas, governadas pelas forças de atração formalizadas por Newton. A existência de diferentes matérias na natureza era explicada por diferenças na forma de agregação dessas partículas últimas. O atomismo químico, por outro lado, deveria pressupor que os átomos constituintes de cada elemento químico têm propriedades diferentes, uma vez que as substâncias que eles constituem têm propriedades e reatividades (afinidades) diferentes.

Dalton (fig. 1) passou sua vida estudando os gases e a atmosfera. Dentre suas diversas observações, ele constatou que a pressão de um dado gás numa mistura de gases (sua pressão parcial) independe das pressões dos outros gases, de modo que a pressão total da mistura será a soma das pressões individuais dos gases; essa é a famosa lei de Dalton das pressões parciais.



Figura 1: O quadro “Dalton collecting marsh-fire gas”, obra de Ford Madox Brown (1821-1893), exposta no saguão principal da prefeitura de Manchester. Dalton revolve o fundo do pântano enquanto seu jovem assistente coleta o gás numa garrafa. À esquerda, um grupo de crianças observa, e a mais velha afirma à mais nova: Dalton está coletando o

gás para as “Jack o’lantern” (abóboras perfuradas e iluminadas, usadas nas festividades do dia das bruxas – Halloween).²

Além disso, seu colega Willian Henry havia constatado que as solubilidades de diferentes gases na água são diferentes. Por que essas diferenças? Segundo Dalton, isso se devia ao fato de átomos de gases diferentes terem tamanhos, pesos e propriedades químicas diferentes.

Sendo impossível determinar o peso dos átomos individuais, é necessário estabelecer uma referência; Dalton imaginou que o gás mais leve (que deveria ser o menos denso) seria constituído pelo átomo mais leve e atribuiu, então, ao hidrogênio, peso unitário ($H=1$). Partindo desse padrão, ele anteviu duas maneiras de se determinar o peso dos demais átomos. Vejamos isso a partir de um exemplo: admitindo que $H=1$, qual seria o peso do oxigênio? Dalton via duas possibilidades para se determinar isso: 1) comparar as densidades dos dois gases puros ou, 2) determinar a densidade da água e estimar o peso do oxigênio uma vez conhecido o do hidrogênio. A primeira possibilidade ele afastou rapidamente, pois, para Dalton, se os átomos têm tamanhos diferentes, iguais volumes de dois gases diferentes não deveriam conter necessariamente o mesmo número de átomos. A segunda hipótese lhe pareceu mais viável, mas, para utilizá-la, ele deveria conhecer a fórmula química da água. O problema recai no círculo vicioso apontado no início: para se conhecer o peso é necessário saber a fórmula, e para saber a fórmula, precisa-se do peso dos átomos. Dalton escapou do problema admitindo que eles se combinavam a partir de um critério que chamou de regra de máxima simplicidade, que pode ser resumida da seguinte forma (em notação moderna):

1 – Quando dois elementos (A e B) se combinam e formam apenas um composto, então ele terá a fórmula mais simples possível, ou seja, AB;

2 – Quando dois elementos formam dois compostos, então o mais comum será binário (AB) e o outro será ternário (A_2B ou AB_2);

3 – Quando dois elementos formam três compostos, então a sucessão de fórmulas será AB, A_2B ou AB_2 , A_3B ou AB_3 . Note que não há a possibilidade de formação de compostos A_2B_2 . Compostos ternários seguem regras similares.

A partir dessa regra de máxima simplicidade, Dalton estabeleceu as fórmulas químicas para três dos gases que ele havia estudado: para a água, então o único composto conhecido formado por hidrogênio e oxigênio, ele propunha a fórmula OH; para o gás olefiante (hoje corresponde ao etileno), a fórmula seria CH e para o hidrogênio carburetado (hoje corresponde ao metano), a fórmula seria CH_2 . A regra da maior simplicidade adotada por Dalton falhava em muitos casos, e redundava às vezes em diferentes pesos atômicos para o mesmo elemento. Além disso, a adoção do átomo mais leve como referência trazia ainda

² Manchester City Council.

duas dificuldades: i) poucos elementos se combinam com o hidrogênio para formar hidretos e não é prático manipulá-los em laboratório e, ii) em compostos com elementos muito pesados, os erros de medida se tornam significativos. Apesar dessas dificuldades, Dalton publica uma tabela de pesos atômicos e algumas “fórmulas químicas”, que aparecem na página 560 de seu “New System of Chemical Philosophy” (fig. 2). Vale notar as diferentes quantidades de átomos num dado volume de gás, como mostra a coluna mais à direita na tabela.

560 APPENDIX.						ELEMENTS	
Tables of the elements of elastic fluids; at a mean temperature and pressure.						Simple	
(TABLE 1.)						Plate 5	
Names of the gases.	Wt. of an atom	Wt. of 100 cubic inch. gra.	Specific gravity.	Diameter of an atom	No. of atoms in a given volume.		
Atmospheric air	—	31	1,00	—	—	1	2
Hydrogen	1	2.5	.08	1,000	1000	3	4
Oxygen	7	34	1,10	.794	2000	5	6
Azote	5	30.2	.97	.747	2400	7	8
Muriatic acid	22	39.5	1.24	1.12	700	9	10
Ammonia	6	18.6	.60	.909	1330	11	12
Oxymur. acid	29	76	2.46	.981	1060	13	14
Nitrous gas	12	32.2	1.04	.980	1060	15	16
Nitrous oxide	17	50	1.60	.947	1180	17	18
Carbonic oxide	12.4	29	.94	1.020	940	19	20
Carbonic acid	19.4	47	1.52	1.00	1000	21	22
Sulphurous acid	27	71	2.30	.95	1170	23	24
Olefiant gas	6.4	29.5	.95	.81	1890	25	26
Carburetted hyd.	7.4	18.6	.60	1.00	1000	27	28
Sulphuretted hyd.	14	36	1.16	1.00	1000	29	30
Phosphur. hyd.	10	26	.84	1.00	1000	31	32
Superflu. of silix	75	130	4.20	1.15	653	33	34

Compound	
Oxygen with Hydrogen	35
Oxygen with Azote	37
Oxygen with Carbon and Sulphur	39
Oxygen with phosph.	41
Hydrogen with oxide of Carbon	43
Hyd. with sulphur phosph.	45
Sulphur with phosph.	47

Figura. 2: eq.: tabela de alguns pesos atômicos publicada por Dalton. Note a coluna dos pesos e aquela mais à direita: Dalton considerava que haveria diferentes quantidades de átomos em um mesmo volume de diferentes gases nas mesmas condições de pressão e temperatura. Dir.: alguns símbolos e fórmulas químicas usadas por Dalton.³

O TRABALHO DE BERZELIUS

O químico sueco Jöns Jakob Berzelius (1779-1848) cursou medicina na Universidade de Uppsala e já em 1800, com apenas vinte e um anos, obteve um cargo de médico numa estância hidromineral na Suécia, tendo lá realizado análises das águas minerais. A carreira de Berzelius em análises quantitativas o levou à determinação dos pesos atômicos, os quais obteve com extrema precisão (muitos com diferença inferior a

³ Dalton, *New System of Chemical Philosophy*, 560-561.

2% dos valores modernos aceitos). Executou milhares de experimentos, buscando sofisticá-los e aperfeiçoá-los ao limite; seus valores de pesos atômicos eram considerados os melhores em toda a Europa^{4,5,6}.

Para contornar o problema do hidrogênio como padrão, Berzelius adotou o oxigênio e conduziu suas medidas com os óxidos. A vantagem nesse caso é clara, pois o oxigênio forma compostos com quase todos os demais elementos conhecidos. Contudo, isso não resolvia todos os problemas, pois continuava sendo necessário conhecer a fórmula dos óxidos, em especial dos metais. Assim, nos seus primeiros resultados, divulgados em tabelas publicadas em 1814 e 1818, ele sustenta que quase todos os óxidos tinham a mesma proporção em metal e considerou que eles constituíam dióxidos (p. ex. AgO_2 e FeO_2) ou trióxidos (FeO_3) caso o metal apresentasse mais de um deles. Contudo, numa tabela mais completa, publicada em 1826, abandona essa ideia em favor dos monóxidos, e trata os compostos de potássio, sódio, prata, cálcio, magnésio e zinco como tendo composição M_2O (M=metal), mas atribui corretamente a fórmula dos óxidos de ferro, alumínio e cromo (Fe_2O_3 , Al_2O_3 e Cr_2O_3 , respectivamente). A tabela abaixo compila os valores dos pesos de alguns elementos e seus óxidos. Nela aparecem os valores dos pesos atômicos a partir da referência $\text{O}=100$, além dos valores corrigidos para $\text{O}=16$ e dos valores aceitos modernamente.

Quadro 1: pesos atômicos de Berzelius e seus valores aceitos modernamente.⁷ *Peso recalculado a partir da referência $\text{O}=16,00$.

Elemento	1814		1818	1826		1993 ⁸
	Óxido	Peso*	Peso*	Óxido	Peso	Peso
Oxigênio		16,00	16,00		100,00	15,999
Hidrogênio	$2\text{H}+\text{O}$	1,062	0,995	H_2O	6,2398	1,008
Carbono	$\text{C}+\text{O}$, $\text{C}+2\text{O}$	12,02	12,05	CO , CO^2	76,437	12,011
Nitrogênio	$\text{N}+\text{O}$, $\text{N}+2\text{O}$, $\text{N}+3\text{O}$	12,73	12,36	NO , NO^2 , NO^3	88,518	14,007
Cálcio	$\text{Ca}+2\text{O}$	81,63	81,93	CaO	256,019	40,078
Ferro	$\text{Fe}+2\text{O}$, $\text{Fe}+3\text{O}$	110,98	108,55	FeO , Fe^2O^3	339,213	55,847
Potássio	$\text{Po}+2\text{O}$	156,48	156,77	KO	489,916	39,098
Sódio	$\text{So}+2\text{O}$	92,69	93,09	NaO	290,897	22,990
Alumínio	$\text{Al}+3\text{O}$	54,72	54,72	Al^2O^3	171,167	26,981

⁴ O trabalho de Berzelius aparece fragmentado em três partes na obra citada na nota acima, tendo sido publicado no vol. 13 (jan.), p. 51-61; no vol. 14 (fev.), p. 93-105; no vol. 16 (abr.), p.244-256; e no vol. 16 (mai.), p. 353-363, todos do ano de 1814.

⁵ Berzelius, "Essay on the causes on Chemical Proportions, and some Circumstances relating to them: together with a short and easy Method of expressing them".

⁶ Uma tabela contendo milhares de pesos atômicos pode ser encontrada na obra de Berzelius "Théorie des Proportions Chimiques", 123-477.

⁷ Ihde, *The Development of Modern Chemistry*, 142-3.

⁸ Mills, *Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry*, 94-95.

Bário	Ba+2O	273,46	274,22	BaO	856,88	137,327
Cloro (muriaticum)	M+2O, M+3O	22,33	22,83	Cl ² O ⁵	221,325	35,453
Cobre	Cu+O, Cu+ 2O	129,04	126,62	CuO, Cu ² O	395,695	63,546
Mercúrio	Hg+O, Hg+2O	405,06	405,06	HgO, Hg ² O	1265,822	200,59
Fósforo	2P+3O, 2P+5O	26,80	62,77	P ² O ³ , P ² O ⁵	196,155	30,974
Estanho	Sn+2O, Sn+4O	235,29	235,29	SnO, SnO ²	735,294	118,710
Zinco	Zn+2O	129,03	129,03	ZnO	403,226	65,39

A tabela apresentada acima é uma compilação de diversas obras, tal qual aparece em Ihde (1984), e mostra que os valores dos pesos atômicos de 1814 e 1818 foram corrigidos para o peso do oxigênio (O=16,00) e apenas os valores publicados em 1826 aparecem para o oxigênio com peso O=100. Deve-se notar a proximidade dos valores obtidos por Berzelius com os valores atualmente aceitos. Pode-se perceber também as diferentes fórmulas e proporções atribuídas para alguns óxidos nos diversos anos, bem como os valores dobrados dos pesos atômicos de alguns metais.

Novas técnicas de determinação dos pesos atômicos dos metais viriam surgir pouco depois da publicação dos valores de 1818, com a descoberta da lei do isomorfismo e com os trabalhos de Petit e Dulong acerca do calor específico dos metais.

A LEI DE PETIT E DULONG

Alexis Thérèse Petit (1791-1820) e Pierre Louis Dulong (1785-1838) eram professores da École Polytechnique em Paris. Assumindo que os átomos individuais têm todos o mesmo calor específico, os dois pesquisadores demonstraram que o produto entre o calor específico e o peso atômico de alguns metais é uma constante, a qual chamaram de calor atômico. A tabela, conforme publicada nos Annales de Chimie et de Physique de 1819 mostra essa constância para diversos sólidos (fig.3).

(403)

CHALEURS SPÉCIFIQUES (1).	POIDS RELATIFS des atomes (2).	PRODUITS du poids de chaque atome par la capa- cité correspondante.
Bismuth, 0,0288	13,30	0,3830
Plomb, 0,0293	12,95	0,3794
Or, 0,0298	12,43	0,3704
Platine, 0,0314	11,16	0,3740
Etain, 0,0514	7,35	0,3779
Argent, 0,0557	6,75	0,3759
Zinc, 0,0927	4,03	0,3736
Tellure, 0,0912	4,03	0,3675
Coivre, 0,0949	3,957	0,3755
Nickel, 0,1035	3,69	0,3819
Fer, 0,1100	3,392	0,3731
Cobalt, 0,1498	2,46	0,3685
Soufre, 0,1880	2,011	0,3780

Figura 3: A tabela de calores específicos, peso relativo e seus produtos, publicada por Petit e Dulong. Os pesos atômicos se baseiam no peso unitário do oxigênio (O=1,000).⁹

É interessante notar que Berzelius usou os dados de Petit e Dulong nos valores publicados na sua tabela de pesos atômicos de 1826. Foi a partir destes valores que ele abandonou a hipótese dos dióxidos em favor dos monóxidos dos metais, embora tenha mantido as fórmulas AgO, NaO e KO para os óxidos dos respectivos metais.

A LEI DO ISOMORFISMO

Na primeira metade do século XIX os estudos de cristalografia permitiam afirmar que a similaridade nas formas geométricas dos cristais implicava na similaridade na sua composição. Tal princípio (lei do isomorfismo) havia sido bem estabelecido por Eilhardt Mitscherlich (1794-1863), tendo sido publicado em 1819.^{10,11}

Berzelius já havia verificado que os sais de fosfato e de arsenato tinham propriedades bastante similares, enquanto Mitscherlich estabeleceu que cada arsenato tem seu fosfato correspondente, todos de idêntica proporção. Assim, a lei do isomorfismo, que estabelece que compostos que se cristalizam com a mesma forma são similares em sua composição, era de aceitação geral. Além dos fosfatos e arsenatos, Mitscherlich trabalhou com os selenatos, sulfatos, manganatos, cromatos, permanganatos e percloratos.

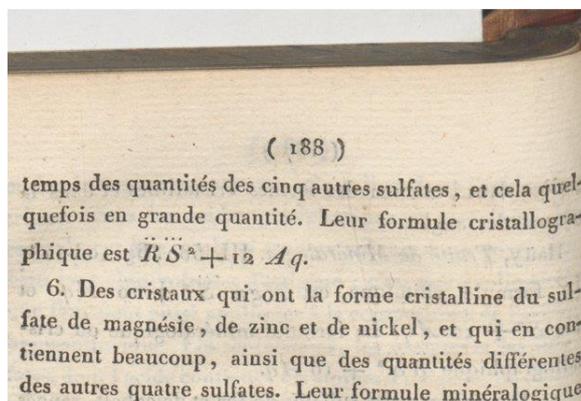


Figura 4: Parte das fórmulas químicas empregadas por Mitscherlich para exprimir a composição dos sulfatos.¹²

Particularmente, foi pelos estudos dos cromatos que Berzelius revisou a composição do óxido de cromo de CrO₃ para Cr₂O₃. Ele se utilizou dos estudos dos sulfatos e selenatos para determinar o peso atômico do selênio. O quadro 2 mostra a composição percentual de seus sais de potássio. A partir dos pesos

⁹ Petit e Dulong, "Recherches sur quelques points importants de la théorie de la chaleur," 403.

¹⁰ Mitscherlich, "Sur la relation que existe entre la forme cristalline e les proportions chimiques".

¹¹ Mitscherlich, "Sur la relation que existe entre la forme cristalline e les proportions chimiques: II^{me} partie Mémoire sur les Arsénates et les Phosphates".

¹² Mitscherlich, "Sur la relation que existe entre la forme cristalline e les proportions chimiques", 188.

percentuais e conhecendo o peso atômico do enxofre ($S=32$), ele atribuiu o peso atômico correto ao selênio ($Se=79$).

Tabela 1: percentuais em peso dos elementos no sulfato e no selenato de potássio, de acordo com Mitscherlich.¹³

Sulfato de potássio		Sulfato de selênio	
K	44,83%	K	35,29%
O	36,78%	O	28,96%
S	18,39%	Se	35,75%

A lei do isomorfismo ainda permitiu que Berzelius atribuísse corretamente as fórmulas dos óxidos de alumínio (Al_2O_3), ferro (Fe_2O_3) e Manganês (Mn_2O_3) por similaridade com o óxido de cromo, além da correção dos pesos atômicos destes metais que estavam incorretos na tabela publicada em 1818.

DUMAS E A DETERMINAÇÃO DAS DENSIDADES DE VAPOR

Jean Baptiste André Dumas (1800-1884) era filho de um clérigo na cidade de Arles. Aos quinze anos ele se tornou aprendiz de boticário. Mudou-se para Genebra, onde conseguiu fazer parte da comunidade dos químicos locais, tendo estudado com alguns deles. Mudou-se para Paris em 1822, onde continuou seus estudos, tornando-se professor da École Polytechnique e do Athenaeum. Dumas viria a ser o mais importante químico francês de sua época.

Ele acreditava poder incorporar a hipótese de Avogadro-Ampère, até então ignorada pela maioria dos químicos, na determinação dos pesos atômicos dos gases a partir da medida de suas densidades. A técnica é bastante simples e até hoje faz parte das atividades das disciplinas experimentais de Físico-química de alguns cursos superiores de Química.

Na técnica desenvolvida por Dumas, um líquido ou sólido contido num bulbo de vidro de massa bem conhecida é aquecido em banho térmico (água, areia etc.) até sua total evaporação. Na condição final do equilíbrio, a temperatura do vapor formado é a mesma da temperatura indicada pelo banho, e sua pressão pode ser lida num barômetro no laboratório. O bulbo é selado, resfriado e sua massa, contendo a substância de interesse, é determinada. O volume do bulbo é determinado a partir da massa de água destilada que ele pode conter.

Adotando-se a hipótese de Avogadro-Ampère, gases diferentes contidos nos bulbos têm a mesma quantidade de moléculas nas mesmas condições de pressão e temperatura, assim, as diferentes densidades

¹³ Mitscherlich, "Sur la relation que existe entre la forme cristalline e les proportions chimiques: II^{me} partie Mémoire sur les Arsénates et les Phosphates".

obtidas se correlacionam diretamente com os pesos atômicos dos compostos^{14,15}. Por meio dessa técnica, e admitindo a molécula de iodo como sendo diatômica, Dumas determinou o peso atômico relativo do iodo ($I=127$), além das densidades de vapor de hidretos e cloretos de fósforo, arsênio, silício, titânio e estanho (fig. 5).

(391)

immenses que cette partie de la philosophie naturelle a retirés des travaux de MM. Gay-Lussac, Berzelius, Dulong et Petit, Mitscherlich, ainsi que des vues théoriques de MM. Ampère et Avogadro. L'activité singulière de M. Berzelius et le bon esprit des chimistes dont il a enrichi l'Allemagne pourraient cependant faire espérer sur ce sujet important une révolution prochaine et durable.

Table de la Densité des vapeurs et des gaz examinés dans ce Mémoire, et poids du litre à 0° c. et 0^m,76.

NOM du corps.	DENSITÉ observée.	DENSITÉ calculée.	POIDS du litre observé.
Vapeur d'iode.....	8,716	8,6118	11,525
Id. de mercure.....	6,976	6,9783	9,0625
Protochlorure de phosphore.....	4,875	4,8006	6,550

Figura 5: Uma das tabelas de densidades de vapor de Jean Baptiste Dumas.¹⁶

No entanto, algumas discrepâncias permaneciam, notadamente para os casos do mercúrio, enxofre, fósforo, boro e arsênio, em decorrência de se considerar, dentre outros fatores, que todas as moléculas de espécies em estado gasoso fossem diatômicas. Essa questão foi em parte resolvida por um aluno de Dumas, Marc Antoine Augustin Gaudin (1804-1880). Gaudin percebeu que tais discrepâncias se resolveriam abandonando a hipótese de todos os gases serem diatômicos, e reconciliou os pesos atômicos de Berzelius e de Mitscherlich, em especial para o vapor de iodo, considerando-o como diatômico, e de enxofre, considerando-o como hexatômico. Gaudin apresentou uma tabela de pesos atômicos¹⁷ adotando o oxigênio como referência ($O=1,0$) e tentou mostrar por meio de diagramas como se poderiam explicar as relações numéricas entre átomos e moléculas no estado gasoso, tendo adotado a notação de Dalton (fig. 6). Essa última proposta não recebeu muito acolhimento na época, por essas relações parecerem fracas e se apoiarem num atomismo que não era totalmente aceito.

¹⁴ Dumas, "Mémoires sur quelques points de la Théorie atomistique".

¹⁵ Dumas, "Dissertation sur la Densité de la Vapeur de quelques corps simples".

¹⁶ Dumas, "Mémoires sur quelques points de la Théorie atomistique," 391.

¹⁷ Gaudin, "Recherches sur la Structure intime des Corps inorganiques...".

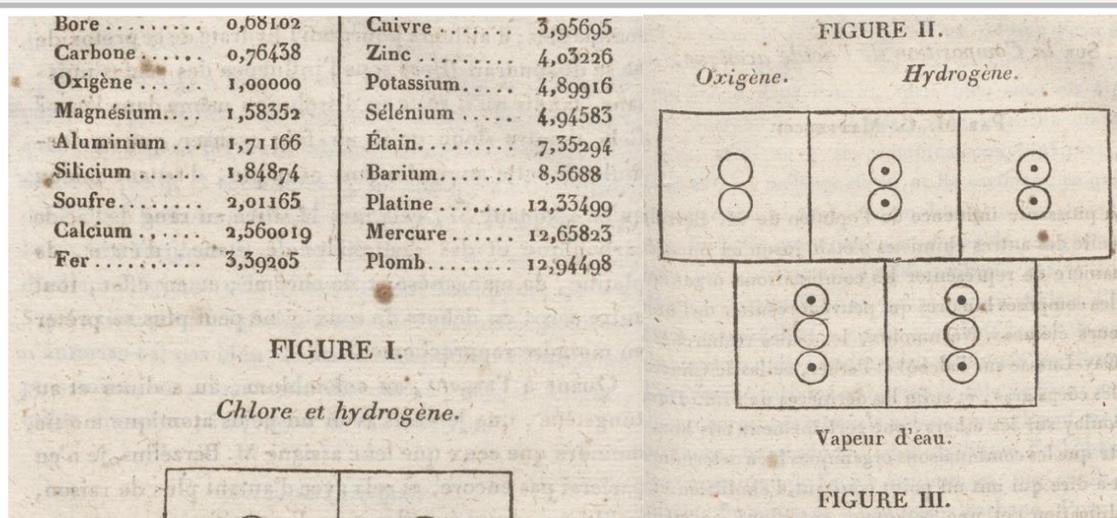


Figura 6: esq.: tabela de pesos atômicos publicada por Gaudin, tendo o oxigênio como referência ($O=1,00000$). Dir.: os símbolos para algumas moléculas, conforme Gaudin.¹⁸

Apesar de todos os esforços, os métodos de Dumas e Gaudin ainda rendiam pesos atômicos anômalos, a ponto de seus métodos terem perdido interesse. Além disso, não havia aceitação geral da hipótese de Avogadro-Ampère; Berzelius, por exemplo, acreditava que ela seria válida somente para os elementos naturalmente gasosos em condições ambientais, enquanto outros acreditavam que toda a teoria atômica era questionável, apoiando-se somente nas hipóteses equivalentistas. Para alguns, deveria haver diferenças na estrutura e composição das substâncias entre suas fases condensadas e fase gasosa, levando a propostas da existência de diferentes tipos de moléculas, as “moléculas químicas”, entidades existentes nas fases condensadas e que participam de reações nessas fases, e as “moléculas físicas”, sendo essas existentes quando o composto está em fase gasosa, numa clara tentativa de associá-las ao corpuscularismo de Robert Boyle. Tal era o pensamento de Auguste Kekulé. O problema decorria, de fato, de não haver ainda uma clara diferenciação entre “átomos” e “moléculas” de um elemento. Termos como “átomos simples” e “átomos compostos”, moléculas “químicas” e moléculas “físicas” e ainda uns certos “meio-átomos” de Dumas complicavam o problema, com profundas consequências na determinação da estrutura das moléculas. Um exemplo da complicação decorrente da falta de pesos atômicos confiáveis e da diversidade de propostas para as fórmulas dos compostos pode ser visto na obra de Kekulé “*Lerbuch der Organischen Chemie*”¹⁹, na qual são listadas nada menos do que dezenove diferentes estruturas para o ácido acético (fig. 9).

¹⁸ Gaudin, “*Recherches sur la Structure intime des Corps inorganiques...*”, 132-133.

¹⁹ Kekulé, *Lerbuch der Organischen Chemie*.

$C_4H_3O_4$	. . . . .	empirische Formel.
$C_3H_3O_3 + HO$	. . . . .	dualistische Formel.
$C_3H_3O_3 \cdot H$	. . . . .	Wasserstoffsäure-Theorie.
$C_2H_4 + O_3$	. . . . .	Kerntheorie.
$C_4H_3O_2 + HO_2$	. . . . .	Longchamp's Ansicht.
$C_4H + H_3O_4$	. . . . .	Graham's Ansicht.
$C_4H_3O_2 \cdot O + HO$	. . . . .	Radicaltheorie
$C_4H_3 \cdot O_3 + HO$	. . . . .	Radicaltheorie.
$C_4H_3O_2 \left. \begin{array}{l} \\ H \end{array} \right\} O_2$	. . . . .	Gerhardt. Typentheorie.
$C_4H_3 \left. \begin{array}{l} \\ H \end{array} \right\} O_4$	. . . . .	Typentheorie (Schischkoff) etc.
$C_2O_3 + C_2H_3 + HO$	. . . . .	Berzelius' Paarlingstheorie.
$H O \cdot (C_2H_2)C_2, O_3$	. . . . .	Kolbe's Ansicht.
$H O \cdot (C_2H_2)C_2, O \cdot O_2$	. . . . .	ditto
$C_2(C_2H_3)O_2 \left. \begin{array}{l} \\ H \end{array} \right\} O_2$	. . . . .	Wurtz.
$C_2H_3(C_2O_2) \left. \begin{array}{l} \\ H \end{array} \right\} O_2$	. . . . .	Mendius.
$C_2H_2 \cdot HO \left. \begin{array}{l} \\ HO \end{array} \right\} C_2O_2$	. . . . .	Geuther.
$C_2 \left. \begin{array}{l} (C_2H_3) \\ O \\ O \end{array} \right\} O + HO$	. . . . .	Rochleder.
$(C_2 \frac{H_3}{CO} + CO_2) + HO$	. . . . .	Persoz.
$C_2 \left. \begin{array}{l} C_2 \left. \begin{array}{l} \\ H \end{array} \right\} O_2 \\ H \\ H \end{array} \right\} O_2$	. . . . .	Buff.

Figura 7: Tabela de estruturas do ácido acético contida na obra “*Lerbuch der Organischen Chemie*”, de Auguste Kekulé.²⁰

Essa era a situação na qual a Química se encontrava no início da segunda metade do século XIX. A ideia de Kekulé, Wurtz e Weltzien de organizar um congresso era a de que um grande encontro entre os principais químicos da Europa pusesse um pouco de ordem a toda essa confusão. Como se verá, os problemas não se resolveriam com o evento. O grande problema era que, dada a confusão que reinava na Química, como tomar decisões sem a devida clareza do que é de fato ou do que é pura opinião ou especulação, uma clara situação que se vive quando os pilares teóricos de uma Ciência estão ainda em estágio de formação. Tanto é que, durante as reuniões, não foram poucos os questionamentos do que poderia ou não ser decidido no voto. Se olharmos para seus objetivos iniciais, o Congresso não teve um sucesso retumbante, no entanto, como veremos, ele deixou uma semente cujos frutos consolidariam, de fato, a Química como ciência madura. Vejamos um pouco dessa história.

O CONGRESSO

Os proponentes do evento (fig. 8) tinham larga tradição em Química. Friedrich August Kekulé (1829-1896) havia sido estudante de arquitetura na Universidade de Giessen. Mudou sua carreira profissional após assistir uma aula de química e ler os trabalhos de Justus von Liebig. Após concluir seu doutorado tornou-se professor na Universidade de Ghent, na Bélgica. Charles Adolphe Wurtz (1817-1884) formou-se em medicina em Estrasburgo, tendo estudado química em Giessen, também com Liebig. Foi

²⁰ Kekulé, *Lerbuch der Organischen Chemie*, 58.

assistente de Dumas em Paris e sucedeu-o como titular da cadeira de Química na Faculdade de Medicina. Carl Weltzien (1813-1870) foi estudante de Friedrich Wöhler, em Berlin. Transferiu-se para o Instituto Politécnico de Karlsruhe em 1841 e nove anos mais tarde tornou-se diretor do Departamento de Química.

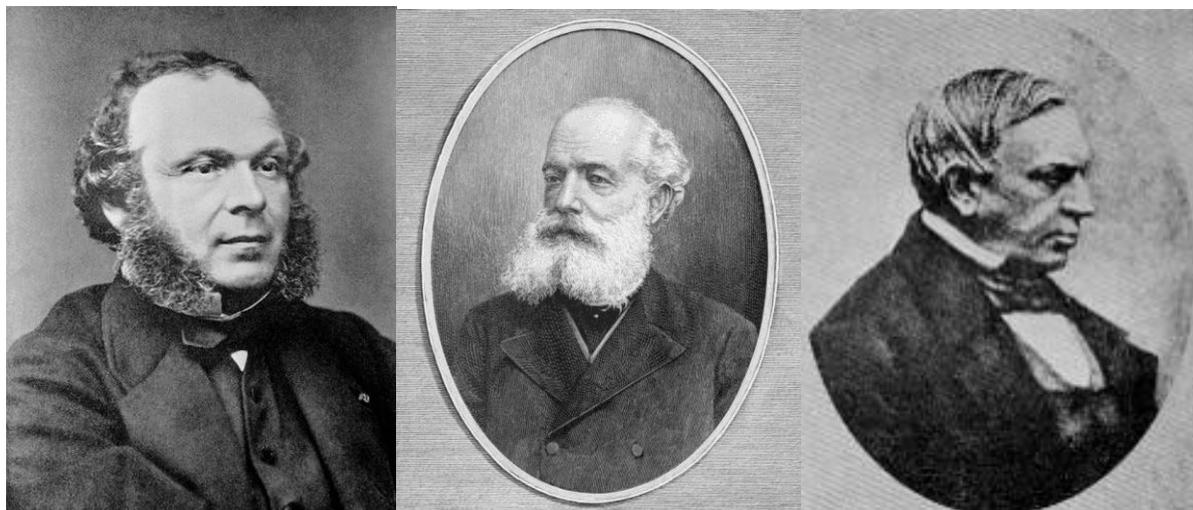


Figura 8: os organizadores do Congresso de Karlsruhe: Adolphe Wurtz (esq.), August Kekulé (centro) e Karl Weltzien (dir.).²¹

Segundo Mönnich²², não há dúvida de que a ideia original partiu de Kekulé e ele a compartilhou com Weltzien, ao visitá-lo no ano de 1859 em Karlsruhe. O Instituto Politécnico havia sido fundado em 1851 como Grã-ducal Escola Politécnica de Baden (fig. 9), nos modelos da École Polytechnique de Paris. Além de se poder contar com o financiamento do grão-duque, a cidade, localizada na Alsácia, garantiria um grande aporte de químicos vindos da França.

²¹ Poeti, R.

²² Mönnich, "Thriving to Unity in Chemistry: the first international gathering of chemists".

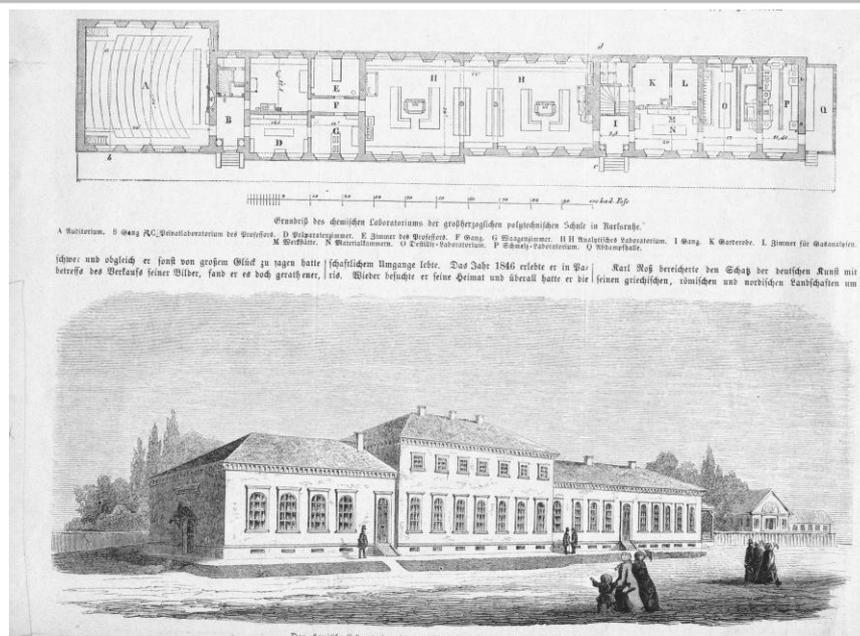


Figura 9: O laboratório de química do Instituto Politécnico de Karlsruhe, construído por Weltzien em 1851.²³

Os proponentes do congresso se inserem na escola atomista e significativa maioria dos participantes do evento eram ou tinham sido herdeiros dessa tradição, por terem frequentado os laboratórios dos anfitriões. A França continuava a ser um dos principais centros de estudo da Química da época, mas sua escola equivalentista era muito poderosa, graças ao poder de Berthelot (1827-1907), crítico vigoroso das ideias atomistas de Wurtz. Berthelot circulava nas altas esferas políticas francesas, pois era senador da República Francesa, Presidente da Academia de Ciências de Paris e Ministro da Instrução Pública e teve forte influência nas diretrizes francesas para a Química. Assim, Segundo Oki

Aproveitando a sua presença no governo, Berthelot afastou os atomistas que ocupavam importantes cargos públicos, buscando manter a notação equivalentista na França até mesmo quando os físicos já se ocupavam com a caracterização dos elétrons.

Em 1869, nas publicações da revista de divulgação científica *Le Bulletin*, da Sociedade Química de Paris, registravam-se 25 estrangeiros e 23 franceses que utilizavam notação equivalentista contra 191 estrangeiros e 22 franceses que eram atomistas. Dos 22 atomistas, metade deles era formada de alunos de Wurtz.²⁴

Como resultado, embora o evento reunisse mais de uma centena de químicos de diversos países, não havia uma heterogeneidade muito grande de pensamento entre seus participantes.

²³ Karlsruhe Institute of Technology.

²⁴ Oki, "Controvérsias sobre o atomismo," 1077.

Em março de 1860, Kekulé e Weltzien, visitaram Wurtz em Paris e iniciaram as tratativas para implementação da proposta. Os meses de abril e maio foram consumidos em contatos com quarenta e cinco químicos europeus, que concordaram em assinar e enviar uma carta convite aos maiores químicos da Europa, redigida em inglês, francês e alemão, dando conta do encontro, que ocorreria entre os dias 3, 4 e 5 de setembro de 1860.

O Congresso teve significativa cobertura da imprensa local e internacional. A *Revue Germanique*, periódico francês criado em 1858 para divulgar os movimentos intelectuais na Alemanha, enviou o correspondente L. Grandeau ao evento. O volume onze da revista, publicado em 5 de setembro de 1860, traz ampla e detalhada descrição dos acontecimentos, incluindo a versão em francês da carta-convite enviada aos químicos proeminentes dessa época²⁵.

Não houve um relatório definitivo e elaborado em conjunto, acerca do andamento do Congresso. Toda a documentação relativa a ele foi coletada e organizada por Carl Engler, em 1892, incluindo um longo relato feito por Wurtz. A documentação foi complementada posteriormente por Alfred Stock, com extratos de cartas trocadas entre Berthelot, Bunsen, Liebig, Pasteur e Wöhler, além de documentos produzidos por Lothar Meyer, Mendeleiev e Vasich. Toda essa documentação foi destruída nos bombardeios da Segunda Guerra, contudo, Kekulé havia mantido uma cópia do relato de Wurtz, reproduzida em sua biografia por Carl Richard Anschütz (1852-1937), aluno de doutorado e posteriormente assistente de Kekulé. O relato de Anschütz, publicado originariamente em alemão, foi traduzido por John Greenberg e William Clark e publicado por Mary Jo Nye, na sua obra *The Question of the Atom* (Los Angeles: Tomash, 1984. Essa tradução aparece no sítio de Carmen Giunta, na Universidade de Le Moyne). A partir de agora, citaremos o texto de Wurtz a partir do endereço desse sítio.

Em junho do ano de 1860 foram expedidas enviadas cartas convites em francês, inglês e italiano aos químicos considerados mais proeminentes da Europa, tendo Wurtz encaminhado uma versão em francês aos seus colegas, Kekulé aos ingleses e Weltzien aos alemães. Segue abaixo a versão da carta em inglês, conforme texto de Wurtz²⁶

Paris, 15 June 1860

Dear Distinguished Colleague,

The great development that has taken place in chemistry in recent years, and the differences in theoretical opinions that have emerged, make a Congress, whose goal is

²⁵ Grandeau, *Revue Germanique*.

²⁶ Le Moyne Web Site.

the discussion of some important questions as seen from the standpoint of the future progress of the science, both timely and useful.

The undersigned invite to this meeting all chemists authorized by their work or position to express an opinion in a scientific discussion.

Such an assembly cannot deliberate on behalf of everyone, nor can it pass resolutions by which everyone must abide, but by means of a free and thorough discussion, certain misunderstandings could be eliminated, and a common agreement facilitated on some of the following points: the definition of important chemical notions such as those expressed by the words atom, molecule, equivalent, atomic, basic; the examination of the question of equivalents and of chemical formulae; the institution of a notation and of a uniform nomenclature.

Knowing that the assembly's deliberation will not be of a nature such as to reconcile all opinions and eliminate all disagreements immediately, the undersigned believe, nevertheless, that such works could pave the way for a much desired agreement between chemists in the future, at least where the most important questions are concerned. A commission could be charged to continue the investigation of these questions and to interest in them learned academies or societies with the necessary material means for resolving them.

The Congress will convene in Karlsruhe on 3 september 1860.

Our colleague, Mr. Weltzien, Professor at the Polytechnic School in this city, wishes to take on the duties of General Commissioner. In this capacity, he will be in charge of registering prospective members for the Congress and will open the assembly at nine o'clock in the morning on the day indicated.

In conclusion, and with the aim of avoiding any unfortunate omissions, the undersigned request that the individuals to whom this circular will be sent please communicate it to their scientist friends who are duly authorized to attend the planned conference.

Babbo de, Freiburg; Balard, Paris; Bekétoff, Kasan; Boussingault, Paris; Brodie, Oxford; Bunsen, Heidelberg; Bussy, Paris; Cahours, Paris; Cannizzaro, Genoa; Deville, H., Paris; Dumas; Engelhardt, St. Petersburg; Erdman, O. L., Leipzig; Fehling de, Stuttgart; Frankland, London; Fremy, Paris; Fritzche, St. Petersburg; Hofmann, A. W., London; Kékulé, Ghent; Kopp, H., Giessen; Hlasiwetz, Innsbruck; Liebig, J. de, Munich; Malaguti, Rennes; Marignac, Geneva; Mitscherlich, Berlin; Odling, London; Pasteur, Paris; Payen, Paris; Pebal, Vienna; Peligot, Paris; Pelouse, Paris; Piria, Turin; Regnault, V., Paris; Roscoe, Manchester; Schroetter, A., Vienna; Socoloff, St. Petersburg; Staedler, Zurich; Stas, Brussels; Strecker, Tübingen; Weltzien, C., Karlsruhe; Will, H., Giessen; Williamson, W., London; Wöhler, F., Göttingen; Wurtz, Ad., Paris; Zinin, St. Petersburg (Wurtz, apud Anschütz, 1929).

O convite expresso pela longa carta acima foi aceito por mais de uma centena de químicos europeus e russos. Há controvérsia sobre o número de pesquisadores que compareceram ao evento; Marshall e Marshall²⁷ falam em mais de cento e quarenta atendentes, Maar²⁸ aponta cento e quarenta, Poeti fala em “quasi 140 scienzati viaggiarono traverso l’Europa”²⁹, Ihde aponta que foram “about 140 very prominent chemists”³⁰, o sítio do Instituto Politécnico de Karlsruhe³¹ aponta 127 atendentes, enquanto Hartley³² fala em 140 presentes na sessão de abertura do evento. A lista de participantes apresenta nomes que são hoje frequentes nos livros didáticos de Química; dentre eles Robert Bunsen, Adolf von Baeyer, Emil Erlenmeyer, von Fehling, Dumas, Cannizzaro, Lothar Meyer e Mendeleiev. As reuniões se transcorreram no parlamento de Karlsruhe, localizado na atual rua Ritter (fig. 10).



Figura 10: O parlamento (Ständehaus) de Karlsruhe em 1840 (esq). O mesmo prédio, que atualmente abriga a biblioteca da cidade (dir).^{33,34}

A carta convite não é clara no que vai ser debatido e decidido, mas alguns destaques são mais evidentes:

- Definição de noções químicas importantes, como aquelas expressas pelas palavras: átomo, molécula, equivalente, atômico, base.
- Exame da questão dos equivalentes e das fórmulas químicas.
- Estabelecimento de uma notação e de uma nomenclatura uniforme.

O relato que segue abaixo expõe parte das discussões que ocorreram durante o evento. Essencialmente, o texto de Wurtz, no qual nos apoiaremos e do qual retiramos os diversos fragmentos que

²⁷ Marshall, “Rediscovery of the Elements: the road to Karlsruhe”.

²⁸ Maar, *História da Química: segunda parte*.

²⁹ Poeti, R.

³⁰ Ihde, *The Development of Modern Chemistry*.

³¹ Karlsruhe Institute of Technology.

³² Hartley, “Stanislao Cannizzaro, F. R. S. (1826-1910) and the First International Chemical Conference at Karlsruhe in 1860”, s.p.

³³ Deutsche Digitale Bibliothek.

³⁴ Karlsruhe Rathaus.

seguem, apresenta as discussões conduzidas por dois grupos distintos, a plenária geral, composta por todos os participantes, e a Comissão que foi criada para examinar as diversas correntes teóricas principais que eram aceitas e, a partir disso, elaborar as questões pertinentes para a pauta a ser levada para deliberação da plenária geral. A fim de facilitar a compreensão dos diversos fragmentos, será indicado o tipo de evento a qual cada trecho se refere.

1 – Primeira sessão plenária (abertura do evento)

Os participantes se reuniram pela primeira vez no dia 3 de setembro de 1860, às nove horas da manhã, numa das salas de reunião do Parlamento (Ständehaus) de Karlsruhe. Na qualidade de Comissário Geral do evento, Karl Weltzein profere o discurso de abertura, do qual seguem alguns excertos,

As provisional chairman, I have the honor to inaugurate a Congress which has no precedent for its kind, the nature of which has never before met [...] For the first time, the representatives of a single, and indeed the newest Natural Science have assembled. These representatives belong, however, to nearly every nationality. We may be of differing ethnic origin and speak different languages, but we are related by professional specialty, are bound by scientific interest, and are united by the same design.

Como se pode ver, Weltzien anuncia que o primeiro congresso específico é promovido justamente, de acordo com ele, pela mais nova Ciência Natural (the newest Natural Science). A diversidade de teorias, opiniões, ideias e modos de expressar a Química, inclusive pelos seus termos e símbolos, não escapou ao coordenador geral do evento,

Considering the importance of Chemistry for other natural Sciences and its indispensability for technology, it seems exceedingly desirable and advisable to cast our science in a more rigorous form, so that it will be possible to communicate it in a relatively more concise manner.

In order to achieve this, we should not be constrained to only review various viewpoints and writing conventions, the variety of which offers little of importance; and we should not be burdened with a nomenclature, which in view of a plethora of unnecessary symbols lacks any rational basis, and which, making matters worse, is derived, for the most part, from a theory whose validity can hardly be maintained today. The ample attendance at this Congress is surely a clear indication that these nuisances are universally recognized and that their removal from the path toward unification appears desirable.

As boas-vindas aparecem ao final do discurso,

The city of Karlsruhe [...] has now the honor of seeing the first international Chemistry-Convention within its city walls [...] Since it is my pleasure to bid you a hearty welcome to this city, I expect that the same good cheer will permeate our Congress, and hope that our science will one day look back with satisfaction upon our assembly.

Após esse início, foi constituída uma comissão composta por Wurtz, Roscoe, Schischkoff, Strecker e Kekulé, este último responsável por secretariar todo o evento. Ele fez a leitura do programa de trabalhos e propôs a criação de uma comissão de trinta membros, encarregada de formular as questões pertinentes a serem debatidas em cada um dos encontros. Erdmann levantou uma questão de ordem: se as reuniões dessa comissão seriam abertas ou fechadas. Após breve discussão, a plenária decidiu que elas seriam fechadas.

2 – Primeira reunião da Comissão

A primeira reunião da comissão teve lugar na manhã do dia 3 de setembro, presidida por Herman Kopp. Logo nessa primeira reunião evidenciou-se uma diferença séria entre Kekulé e Cannizzaro,

The chairman suggests that the discussion begin with the notions of molecule and atom, and he asks Mr. Kekulé and Mr. Cannizzaro, whose studies have especially encompassed this issue, to take the floor.

Mr. Kekulé emphasizes the need to distinguish between the molecule and atom, and, in principle, at least, the physical molecule and the chemical molecule.

Mr. Cannizzaro is unable to conceive of the notion of the chemical molecule. For him there are only physical molecules, and the Ampère-Avogadro law is the basis for considerations relating to the chemical molecule. The latter is nothing other than the gaseous molecule.

Mr. Kekulé thinks, on the contrary, that the chemical facts must serve as the basis for the definition and determination of the (chemical) molecule and that physical considerations should only be invoked as a check.

O trecho mostra que Kekulé acreditava na existência de dois tipos de moléculas e aceitava somente evidências “químicas” na determinação de suas propriedades, o que incluía seus pesos atômicos e moleculares, não concordando com a visão de Cannizzaro, que procurava não distinguir as “moléculas químicas” das “moléculas físicas”. Essa discordância fazia sentido na medida em que os chamados métodos “físicos” de análise, dentre eles a determinação da densidade dos gases, muitas vezes gerava discrepâncias nos pesos moleculares, se comparadas com as determinações da composição química das moléculas – um caso típico era o enxofre, cujas densidades de vapor frequentemente apontavam moléculas constituídas por

oito átomos – como será visto à frente, o que diferia dos valores dados pelas suas reações químicas. Instalada a controvérsia, outros pesquisadores se manifestaram:

Mr. Strecker points out that in certain cases the atom and the molecule are identical, as in the case of ethylene.

Mr. Wurtz says that a certain difficulty can be sensed in defining the chemical molecule of oxygen and the diatomic elements in general, which are comparable to ethylene. The view of these as molecules formed of two atoms derived from physical considerations but until now no chemical fact appears to militate in favor of this doubling.

Mr. H. Kopp, summarizing the discussion, says that the need to separate the idea of the molecule from that of the atom appears to be established; that the notion of the molecule can be fixed with the help of purely chemical considerations; that the definition does not have to involve density alone; and, finally, that it appears natural to call the largest quantity the molecule, and the smallest quantity the atom. In concluding, the speaker formulates the first question to be put to the assembly. This question is as follows: “Is it appropriate to establish a distinction between the terms molecule and atom, and to call molecule, which are comparable as far as physical properties go, the smallest quantities of bodies which enter into or come out of a reaction, and to call atoms the smallest quantities of bodies which are contained in these molecules?”

O trecho mostra o quão obscuras ainda estavam as distinções entre átomos e moléculas. Havia diversas teorias em jogo, já que ainda não se tinha certeza clara sobre como se deve determinar os valores dos pesos atômicos, e surge uma primeira questão a ser encaminhada para a plenária: “Is it appropriate to establish a distinction between the terms molecule and atom,...”. A reunião da comissão avançou, e Fresenius chamou a atenção para o fato de que o termo “átomo composto”, cunhado por Dalton por conta de sua teoria atômica, estabelecia uma contradição de linguagem. Sua intervenção motivou a elaboração da seguinte questão, a ser levada para a assembleia: “Can the expression compound atom be eliminated and replaced by the expression radical or residue?”. Em continuidade, Kopp chamou a atenção para o uso do termo “equivalente”,

Mr. Kopp goes back to the program explained by Mr. Kekulé, and he calls attention to the definition of the word equivalent. It seems to him that the notion of equivalent is perfectly clear and is sharply distinguished from the notion of molecule and that of atom. Consequently, the commission adopts, without discussion, the third proposition to be submitted to the assembly, which is as follows: “the notion of equivalents is empirical and independent of the idea of molecule and that of atom.”

...

The meaning of the word “equivalent” is the object of several remarks. Mr. Béchamps says that the equivalence can only be assumed in cases where the functions of bodies are identical.

Mr. Schischkoff is not of the same opinion. He thinks that the notation for equivalence and equivalent quantities is independent of chemical functions. Everyone assumes an equivalence between chlorine and hydrogen. After a few observations presented by other members on the same subject, the session was adjourned.

A reunião da comissão foi suspensa e, ainda no dia 3 de setembro, às quatorze horas, foi oferecido um banquete para cento e vinte convidados, com os agradecimentos, brindes e discursos de praxe. Ao final, os convidados se dirigiram ao teatro, para uma exibição da peça *As Bodas de Fígaro*, pela companhia de teatro da cidade³⁵.

3 – Segunda sessão plenária

O encontro do dia 4 de setembro começa com Boussingault abrindo a sessão plenária, anunciando que o Jardim Botânico e todas as suas coleções científicas permaneceriam abertos à visitaçã durante todo o evento (Grandeau, op. cit.). Em seguida, ele retoma os trabalhos, anunciando que a comissão não havia concluído seus trabalhos

The chairman announces that the work of the Commission is not ready, but that it has agreed upon the drawing up of three questions to be submitted to the assembly for deliberation. He asks one of the Secretaries to make these known to the assembly.

Mr. Strecker takes the floor and reads to the assembly the questions drafted by the commission and indicated above.

Mr. Kekulé enlarges upon the points specified in the first question. Concerning the fundamental hypothesis which can be made about the nature of matter, the speaker wonders if it is necessary to adopt the atomic hypothesis or if a dynamical hypothesis is enough. The first alternative seems preferable to him. Dalton’s hypothesis was verified by everything known about the nature of gases. One is authorized to assume small units or small components in gases, and when the same body can affect the gaseous state, the solid state, and the crystalline state, it is possible that the crystalline molecules are precisely the small gaseous components in question, or that these are a fraction of others. But the nature of these relations cannot be specified.

³⁵ Grandeau, *Revue Germanique*, 730.

A fala de Kekulé vai no sentido de se aceitar ou não o atomismo de Dalton, em particular se seus átomos (“simples” e “compostos”) seriam os mesmos presentes nos estados gasoso, líquido, sólido e cristalino. Kekulé continua sua digressão,

What is certain is that in chemical reactions there exists a quantity that enters into or comes out of the reaction in the smallest proportion, and never as a fraction of this proportion. These quantities are the smallest that can exist in a free state. These are the molecules defined chemically. But these quantities are not indivisible; chemical reactions succeed in cutting them and resolving them into absolutely indivisible particles. These particles are atoms. The elements themselves, when they are free, consist of molecules formed of atoms. Thus the free chlorine molecule is formed from two atoms. This leads one to assume different molecular and atomic units:

- 1 – physical molecules;
- 2 – chemical molecules;
- 3 – atoms.

Kekulé anuncia a tentativa de resolução de uma das grandes questões da química: a diferença entre átomos e moléculas. A abordagem dada por ele se manteve e se mostra bastante atual, lançando um dos pilares da reestruturação da Química, embora Kekulé ainda advogue pela existência de “moléculas físicas” e “moléculas químicas”. Ele continua sua defesa da existência de dois tipos de moléculas,

The gaseous physical molecules have not been shown to be identical with the physical molecules of solids and liquids. Secondly, the chemical molecules have not been shown to be identical with gaseous molecules. This it is not established if the smallest quantity of a substance that enters into a reaction is also the smallest quantity of this substance that plays a role in heat phenomena.

O fragmento mostra que a diferenciação feita por ele se baseia na hipótese de que as supostas moléculas “físicas” se manifestariam por conta de fenômenos “físicos”, no caso, a presença de calor, e daí serem diferentes daquelas que se manifestam por fenômenos “químicos”, no caso, as reações químicas. A definição dessa questão, de que as moléculas permanecem as mesmas (pelo menos nas mudanças de estado físico sem decomposição) abriria espaço para os estudos de termoquímica.

Wurtz continua seu relato da sessão, assumindo uma posição

It must be said, however, that the chemical molecule is normally identical to the physical molecule. It has even been maintained that the first never represents anything more than

the second. For the speaker it is not like that. The chemical molecule has an independent existence, and in order to allow the distinction in question to be assumed, it is enough to demonstrate its reality in a few cases. But that is easy. Has it not been shown that, for the density of sulphur vapor, the chemical molecules do not always completely separate from one another, but remain fused together in certain conditions (at 500 °C) to form physical molecules?

Kekulé defende que “moléculas físicas” constituiriam agregados de “moléculas químicas”, as primeiras com existência individualizada sob certas temperaturas. Ele ainda exalta a superioridade das técnicas químicas sobre as técnicas físicas para resolver essas questões,

The speaker adds that the existence and magnitude of chemical molecules can and must be determined by chemical demonstrations and that the physical facts are not enough to achieve this result. With the help of physical considerations, how could it be shown that hydrochloric acid is formed of a single hydrogen atom and a single chlorine atom?

Exposta por Wurtz a fala de Kekulé, Cannizzaro assume a palavra para discordar do primeiro. Nesse ponto, Wurtz expressa a opinião de que este é um ponto secundário da pauta e pode ficar para discussão posterior. A discussão prossegue, e vem à plenária a questão do termo “átomos compostos”,

Discussion of the second question relative to the words “compound radical” begins. Mr. Miller thinks that scientific language could not do without the words “compound atom”. There are atoms of simple substances; there are atoms of compound substances. Messrs. Kekulé, Natanson, Strecker, Ramon de Luna, Nicklés, Béchamps and other members present varied observations in one direction or another, but the discussion of this question, like that of the preceding one, leads to no resolution from the assembly.

4 – Segunda reunião da Comissão

A comissão diretiva dos trabalhos se reúne pela segunda vez, em sessão fechada, presidida por Hermann Kopp. Kekulé assume a palavra,

Mr. Kekulé explains his ideas on chemical notation. He points out that either an atomic-molecular notation or a notation in equivalents can be employed. In the first case, the chemical formula represents the molecule; in the second it represents equivalence.

...

Mr. Cannizzaro stresses the importance of considerations relating to volumes in the question of notation. The arguments elaborated by the speaker are reproduced in extenso in the report of the third section of the Congress.

A discussão sobre notação prossegue de tal modo que acaba fugindo das finalidades da comissão. O presidente da comissão toma a palavra e Wurtz assim resume a situação,

Summarizing the discussion, the chairman acknowledges that given the recent advances in the science, it is likely that certain atomic weights ought to be doubled, but that it would be useful to take into considerations the notation that has, until now, generally been employed in introducing notation to represent these double weights and not to adhere too rigorously to the symbols in the latest notation representing different values. As a transitional measure and to avoid confusion, he thinks it (is) convenient to adopt certain signs to indicate the differences in question. Consequently, the chairman approves of the habit of some chemists, that of barring double atomic weights. In concluding, he formulates the question to be submitted before the Congress in the following manner: "Is it desirable to harmonize chemical notation with recent advances in the science by doubling a certain of atomic weights"?

5 – Terceira reunião da Comissão

Os trabalhos da terceira reunião da comissão e da terceira sessão plenária não ocorreram de modo absolutamente tranquilo. Jean-Baptiste Dumas, presidente da sessão, inicia sua fala apoiando a proposta de Berzelius e alguns dos presentes não gostaram de seu posicionamento. Seguem trechos do relatório de Wurtz sobre essa sessão, presidida por Dumas

Let us think back, says the chairman, to what we remember from twenty years earlier. Berzelius's table of atomic weights was both the underlying support for the whole science of universally acknowledge authority, and we have to be careful that chemistry does not fall from the high rank that it has enjoyed among the sciences until now.

Em seu trabalho, Dumas havia imposto severos danos à teoria de Berzelius e parecia que agora estava tentando resgatar uma proposta que já havia sido abandonada pela maioria dos químicos. Wurtz reconhece e agradece a intervenção de Dumas por este ter retornado ao cerne da questão, e entende como fundamental que se volte a discussão para os princípios dos pesos atômicos e da notação de Berzelius.

Mr. Wurtz is pleased to acknowledge that Mr. Dumas has gotten to the core of the issue, and he thinks it (is) necessary to return to the principles of atomic weights and to Berzelius's notation.

According to the speaker, marginal changes in the interpretation of some facts would suffice to bring the principles and this notation into harmony with the requirements of modern science. The notation suitable for adoption today is not exactly Gerhardt's.

Gerhardt rendered enormous services to the science. Today he is dead, and his name, the speaker says, should only be spoken with respect. However, it seems that this chemist made two mistakes. One concern form alone, the other is inherent in the root of things. First, instead of presenting his notation as founded upon new principles, he more moderately linked it to Berzelius's principles, thus sheltering his innovation under the authority of this great name. Secondly, it seems that Gerhardt made a mistake in likening all of the oxides of inorganic chemistry to silver oxide and to anhydrous potassium oxide, and in attributing to them, as in the case of latter, the formula.

Segundo Hartley³⁶, Vasich e Cannizzaro rebateram severamente o que entenderam como uma tentativa de Dumas e de Wurtz de diminuir o trabalho de Gerhardt, criticando as falhas em sua proposta e tentando resgatar a proposta geral de Berzelius, que já havia sido há muito abandonada. Após uma discussão entre Cannizzaro, Wurtz e Kekulé, este entende que seria melhor submeter a questão à plenária, proposta que foi acatada por todos.

6 – Terceira e última sessão plenária

A terceira sessão plenária do Congresso é aberta em 5 de setembro, sob a presidência de Dumas, que dirige seus agradecimentos aos participantes e expressa seus sentimentos de que haja um comum acordo em pelo menos algumas questões antes do encerramento dos trabalhos. A mesa é composta depois de algumas alterações e finalmente a pauta é lida, conforme relatado por Wurtz,

Next, the Secretaries³⁷ read the questions, whose writing had been entrusted to them, and which have been worked out by the Commission. These questions are conceived as follows:

“Is it desirable to harmonize chemical notation with advances in the science?”

“Is it appropriate do adopt the principles of Berzelius again, where notation is concerned, in bringing about some modifications to these principles?”

“Is it desirable to distinguish new chemical symbols from those which were generally in use fifteen years ago with the help of particular signs?”

Esta seria a pauta da sessão plenária de encerramento de um Congresso que, em seu início, tinha pretensões bem maiores. As discussões haviam se resumido a resgatar a nomenclatura e o sistema de Berzelius ou adotar aquelas propostas por Gerhardt. Neste momento, começa uma longa e detalhada

³⁶ Hartley, “Notes Rec. R. Soc. London”.

³⁷ A leitura era feita por mais de um secretário, nas três línguas do congresso: inglês, francês e alemão, de acordo com Anschütz. <https://web.lemoyne.edu/~giunta/karlsruhe.html> (acessado em 5 de janeiro de 2023).

digressão de Cannizzaro que, com extraordinária eloquência, sai em defesa da adoção do sistema de Gerhardt, em detrimento daquele de Berzelius,

Mr. Cannizzaro takes the floor in order to oppose the second proposition. It scarcely appears fitting or logical to him to move science back to the time of Berzelius, so as to make chemistry again cover the path that it has already. In effect, Berzelius's system has already undergone successive modifications, and these modifications have led to Gerhardt's system of formulae.

...

The source that Gerhardt's system goes back to is the Avogadro-Ampère theory of the uniform constitution of substances in the gaseous state. This theory leads us to view the molecules of certain simple substances as susceptible to division in the future.

Em seguida, Cannizzaro denuncia o quanto o trabalho de Dumas estava ligado de modo definitivo ao de Avogadro-Ampère, o qual supostamente o próprio Dumas desejava que fosse agora desconsiderado, em nome da antiga proposta de Berzelius. Cannizzaro faz menção inclusive a Gaudin, discípulo de Dumas,

Mr. Dumas understood the importance of Avogadro's theory and all of its consequences. [...] it can be said that was he who put chemists on the path to Avogadro's theory, because he, more than anyone else, was responsible for introducing the habit of choosing formulae for volatile substances corresponding to the same volume as that taken up by hydrochloric acid and ammonia.

The most evident display of this influence of Mr. Dumas's school appear in a paper by one of his students, Mr. Gaudin. Mr. Gaudin accepted Avogadro's theory without reservation. He established a clear-cut between the words atom and molecule, by means of which he was able to reconcile all facts with theory. This distinction has already been made by Mr. Dumas, who had called the molecule the physical atom in his lessons on chemical philosophy. It is certainly a mainspring of Gerhardt's system (grifos no original).

Em seguida, Cannizzaro expõe a profundidade e importância do trabalho desenvolvido por Gerhardt,

What did Gerhardt do in this state of the science? He accepted Avogadro's theory and the consequence that atoms of simple bodies are divisible, and he applied this theory to deduce the relative make-up of the molecules of hydrogen, oxygen, chlorine, nitrogen, hydrochloric acid, water, and ammonia. If he had stopped here, he would not have gotten ahead of Avogadro and Mr. Dumas. But he then subjected all of the formulae of organic chemistry to a general investigation, and he realized that all of these formulae corresponding to equal volumes of hydrochloric acid and ammonia were confirmed by all

reactions and by all chemical change [...]. What happened next? The unforgettable experiments of Mr. Williamson on etherification, on mixed ethers, on acetones, those of Gerhardt on anhydrous acids, those of Mr. Wurtz on alcoholic radicals, etc., successively confirmed what Gerhardt had predicted as a consequence of his system.

Cannizzaro compara as consequências do trabalho de Gerhardt àquelas da introdução da teoria ondulatória da luz,

Thus, there occurred in chemistry something analogous to what happened in optics when the undulatory theory was introduced. This theory predicted with wonderful accuracy the facts that experiments later confirmed. Gerhardt's system in chemistry was not less fruitful in exact predictions. It is intimately mixed up with and tied to all of the works of chemistry which had preceded it and to all of the advances that followed it in the history of the science. It is not an abrupt leap, an isolated event. It is a regular step forward, small in appearance, but large in results. From now on, this system cannot be effaced from the history of science. It can and must be discussed and modified. But it is the system that must be taken as the starting point, when it is a matter of introducing into chemical science a system of formulae in accord with the actual state of our knowledge.

Em seguida, ele passa a criticar Kekulé, mostrando-se surpreso com seu posicionamento no Congresso,

I am surprised that Mr. Kekulé, who said in his book that Gerhardt is the first and only one who completely understood the atomic theory, has accepted the commission's proposition. I believe that I have shown...that a discussion of formulae must take as starting points, the formulas of Gerhardt, but I do not maintain that all of them must be accepted in the form that he proposed them. Far from it; I tried, some years ago, to introduce certain modifications into them, in such a way as to avoid the inconsistencies which appeared to me to exist in Gerhardt's system. In effect, it is strange to see how this chemist renounced Avogadro's theory after having use it as the basis for his reform.

Após uma longa e algo complexa digressão sobre as falhas na determinação dos pesos moleculares via densidade dos gases ou via lei dos calores específicos, Cannizzaro propõe que o sistema de Gerhardt seja aceito em definitivo, aproveitando para advertir a plateia,

In summary, gentlemen, I propose that Gerhardt's system be accepted, taking into consideration the modifications of the atomic weights of certain metals and the formulae for their salts which I suggest be brought about.

As if we are unable to reach a complete agreement upon which to accept the basis for the new system, let us at least avoid issuing a contrary opinion that will serve no purpose, you can be sure. In effect, we can only obstruct Gerhardt's system from gaining advocates every day. It is already accepted by the majority of young chemists today who take the most active part in advances of science.

In this case let us restrict ourselves to establishing some conventions for avoiding the confusion that results from using identical symbols that stand for different values. Generalizing already established custom, it is thus that we can adopt barred letters to represent double atomic weights.

Ao final Dumas, presidente da sessão, reassumiu a palavra para seu longo discurso final, que assim foi resumidamente relatado com eloquência por Grandeau, cujas palavras não refletem de fato o ambiente não muito amigável, segundo Hartley³⁸, no qual o congresso se encerrava³⁹

M. le président résume ensuite la discussion avec l'élégance et la pureté de diction qui charmaient autrefois son nombreux et sympathique auditoire de la Sorbonne [...] Dans la pensée de l'orateur, le temps n'est pas venu d'adopter un mode de notation définitif; il voudrait voir apporter aujourd'hui au système de Berzelius les modifications rendues nécessaires par le progrès récents de la chimie organique, en attendant qu'on puisse résoudre définitivement la question.

Como se pode ver, Dumas entendia que ainda não era tempo de se adotar uma notação definitiva para as substâncias químicas, mas que deveriam ser feitas as modificações necessárias no sistema proposto por Berzelius, em concordância ao que já havia sido sugerido em 1836 pela British Association for Advancement of Science⁴⁰. Em seguida, o correspondente francês narra o encerramento do evento,

M. le président termine en exprimant l'espoir que cette réunion ne sera pas la dernière, et que l'an prochain les chimistes de l'Europe se donneront de nouveau rendez-vous pour discuter encore quelques points d'une science cultivée aujourd'hui avec tant d'ardeur et de succès; M. Dumas remercie enfin, au nom de l'assemblée, M. le commissaire général pour le zèle qu'il a mis à l'organisation du congrès, et prie M. Weltzien de vouloir bien être

³⁸ Hartley, "Stanislao Cannizzaro, F. R. S. (1826-1910) and the First International Chemical Conference at Karlsruhe in 1860", s.p.

³⁹ Grandeau, *Revue Germanique*, 732.

⁴⁰ British Association for Advancement of Science.

près de S. A. R. le grand-duc, absent de Carlsruhe, l'interprète des sentiments de gratitude des membres du congrès, M. le président prononce ensuite la clôture de la session.⁴¹

Ao final das sessões, o único ponto de acordo foi a retenção da nomenclatura de Berzelius para as fórmulas químicas, certamente um resultado muito aquém das expectativas de todos os participantes. No entanto, o evento decisivo ainda não ocorrera. Após o fechamento dos trabalhos, Angelo Pavesi distribuiu cópias de uma carta que Cannizzaro havia endereçado a seu amigo e professor de Pisa, Sebastiano de Luca, contendo a descrição de aulas ministradas enquanto Cannizzaro era professor da Real Universidade de Genova, intitulado “Sunto di un Corso de Filosofia Chimica”, algo como “Compêndio de um Curso de Filosofia Química” (fig. 11).

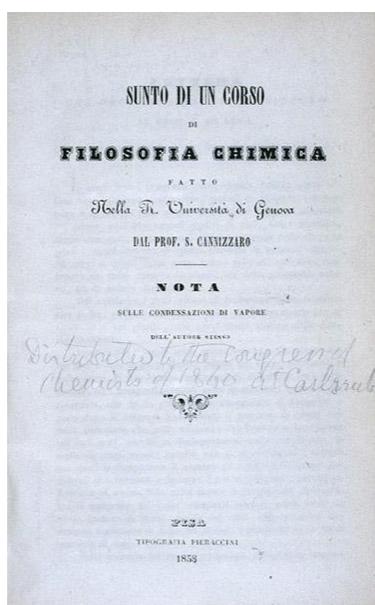


Figura 11: página de rosto do “Compêndio de um curso de filosofia química”, de Stanislaw Cannizzaro.⁴²

Este trabalho versou sobre o problema dos pesos atômicos. Ficou claro na ata da reunião o quanto o italiano defendeu Gerhardt, cuja proposta se alicerçava na hipótese de Avogadro, da igualdade do número de partículas de diferentes gases mantidos à mesma pressão e temperatura. Não há espaço aqui para discutir profundamente o conteúdo do “Sunto” e tampouco a proposta de Avogadro e seus desdobramentos, mas sua leitura deixa claro que suas aulas eram todas baseadas numa perspectiva histórica dos trabalhos dos químicos sobre o problema da determinação dos pesos atômicos, como se concluiu do excerto abaixo⁴³.

⁴¹ Grandeau, *Revue Germanique*, 732.

⁴² Lifeder.

⁴³ Cannizzaro, “Sunto di un corso di filosofia chimica fatto nella R. Università di Genova.” 5.

Creio que os progressos da ciência, conquistados nos últimos anos, confirmam as hipóteses de Avogadro, de Ampère e de Dumas sobre a composição similar dos corpos no estado aeriforme, isto é, que volumes iguais destes, sejam simples ou compostos, contêm igual número de moléculas; mas não igual número de átomos, podendo as moléculas dos vários corpos ou aquelas do mesmo corpo em diferentes estados conter um diferente número de átomos, seja da mesma natureza, seja de natureza diversa.

...

A fim de conduzir meus alunos ao mesmíssimo convencimento que tenho (acerca dessa hipótese), desejei colocá-los sobre o mesmo percurso que transcorri, isto é o exame histórico das teorias químicas (tradução livre⁴⁴ e comentário nosso).

Publicada em 1811⁴⁵ mas desprezada por décadas, a proposta de Avogadro-Ampère ressurgia triunfante entre os químicos do período pós-congresso. Lothar Meyer um dos propositores da lei periódica, assim se manifestou após ter lido o manuscrito de Cannizzaro,

While formally it was without result, in fact it was very useful, the many exchanges of views prepared for the later general agreement. At the end of the meeting friend Angelo Pavesi distributed on behalf of the publisher of an obscure journal a paper for the occasion “Sunto” by Cannizzaro, which had appeared a number of years earlier but had not received much attention...I was astonished at its clarity, the little manuscript covered all the important points in dispute. It was as if scales fell from my eyes, doubts vanished, and a feeling of calm certainty came over me.⁴⁶

Outros participantes do evento afirmaram ter tido o mesmo esclarecimento. Dmitrii Mendeleiev, por exemplo, viu no manuscrito um passo fundamental na elaboração da lei periódica,

The decisive moment in the development of my theory of the periodic law was in 1860, at the conference of chemists in Karlsruhe, in which I took part, and at which I heard the ideas of the Italian chemist S. Cannizzaro. I regard him as my immediate predecessor,

⁴⁴ No original: *Io credo che i progressi della scienza, fatti in questi ultimi anni, abbiano confermato l'ipotesi de Avogadro, di Ampère e di Dumas sulla simile costituzione dei corpi allo stato aeriforme, cioè che i volumi eguali di essi, sieno semplici, sieno composti, contengono l'egual numero di molecole; non però l'egual numero di atomi, potendo le molecole dei varii corpi o quelle dello stesso corpo nei varii suoi stati, contenere un vario numero di atomi, sia della medesima natura, sia di natura diversa. Per condurre i miei allievi al medesimo convincimento che io ho, gli ho voluto porre sulla medesima strada per la quale io ci son giunto, cioè per l'esame storico delle teorie chimiche.*

⁴⁵ Avogadro, “D'une manière de déterminer les masses relatives des molécules élémentaires des corps, et les proportions selon lesquelles entrent dans ces combinaisons”.

⁴⁶ Mönnich, “Thriving to Unity in Chemistry: the first international gathering of chemists”, 6.

because it was the atomic weights which he found, which gave me the necessary reference material for my work⁴⁷.

Ao Congresso de Karlsruhe seguiram-se outros de mesma natureza; nos 20 anos seguintes, mais seis eventos foram organizados para os mesmos fins, a saber: Paris (1867), Moscou (1872), Viena (1873), Filadélfia (1876), Paris (1878) e Dusseldorf (1880). Vale lembrar que o evento de 1860 não foi o primeiro a congregar pesquisadores das ciências naturais. Houve eventos na Suíça (1746) e na Alemanha (1822), mas foram encontros de caráter geral (no caso da Alemanha, houve o encontro da Sociedade Alemã de Cientistas Naturais e Médicos) e mais regionais, de modo que o Congresso de Karlsruhe se firmou como o primeiro encontro internacional de pesquisadores em uma disciplina específica e com temas previamente definidos a serem tratados.

Evidentemente, Amedeo Avogadro, falecido em 1856, não poderia ter estado no Congresso de Karlsruhe, mas, dificilmente um tributo ao seu nome poderia ter sido mais importante do que a acolhida que suas ideias, profundamente transformadoras da Química, tiveram depois do memorável dia 5 de setembro de 1860. O sucesso que as ideias de Avogadro e Cannizzaro receberam se deve também à feliz ideia de Pavesi, ao distribuir o texto entre os participantes após o encerramento das atividades. Isso permitiu aos químicos refletirem mais profundamente acerca das poderosas argumentações do cientista italiano, abrindo o caminho para a definitiva formalização da Química como ciência exata. Ao final, as palavras proferidas por Weltzien na abertura do evento se mostraram proféticas “I ... hope that our science will one day look back with satisfaction upon our assembly”.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

O Congresso de Karlsruhe aparece sistematicamente como um evento transformador no pensamento da Química. No entanto, pouco se discute sobre o que nele ocorreu ou qual foi, de fato, a sua importância. A narrativa acima nos traz lições e exemplos importantes sobre como se constrói o conhecimento. Diferentemente do que se imagina, duas correntes filosóficas que se opõem não se reuniram amplamente para discutir suas ideias. Mais do que isso, ainda que o grupo de químicos no Congresso fossem da escola atomista, pouca concordância havia entre eles sobre os fundamentos da composição e estrutura da matéria. Os debates foram acalorados e terminaram sem consenso. Divergências e ressentimentos por mudanças de posição foram expostas. Essa é uma grande lição sobre como a Ciência funciona. Apresentadas sistematicamente nas escolas como uma sucessão de ideias que deram certo por si só, num modelo continuamente progressista e sem retrocessos, conflitos e jogo político, as teorias e

⁴⁷ Hartley, “Stanislao Cannizzaro, F. R. S. (1826-1910) and the First International Chemical Conference at Karlsruhe in 1860”, 62.

modelos da Química são vistas e abordas como se fossem produto de consenso entre pesquisadores privilegiados, neutros, sensatos e despidos de diferenças pessoais e idiossincráticas; ideias que se impuseram só por sua lógica e força explicativa. O consenso começaria a ser construído somente depois do evento, quando parte dos presentes tomaram contato, na calma e aconchego de seus lares ou gabinetes de trabalho, com um texto que resgatava as ideias de Avogadro sobre quantidades de gases submetidos às mesmas condições. Já falecido por ocasião do Congresso, o italiano finalmente encontrou acolhida em seu trabalho, pouco conhecido até então, por estarem ele e Cannizzaro, seu principal defensor, distantes dos grandes centros de decisão da Química da época, a França e a Alemanha.

A discussão aqui apresentada acerca das diversas metodologias para se determinar os pesos atômicos, conceito que os estudantes veem com excessiva naturalidade, quase que incorporados à própria matéria, mas cuja controvérsia não se resolveria facilmente, é um claro exemplo do labirinto de ideias que permeia o fazer Química. Foi o que procuramos mostrar neste trabalho que, esperamos, dê algum suporte à ainda pouca discussão escolar que se faz sobre como determinar pesos atômicos e do quanto a Ciência é tão complexa e humanizada por seus realizadores.

Sobre o Autor

Ourides Santin Filho

osantin@uem.br

Artigo recebido em 19 de agosto de 2022
Aceito para publicação em 08 de maio de 2023