

# Com os pés na terra e a cabeça no ar

MARIA FILOMENA CAMÕES\*

*Apenas levou uns segundos a tirarem-lhe a cabeça, e, talvez, um século não seja o tempo suficiente para aparecer outra cabeça como a dele (A. Lavoisier).*

Joseph-Louis Lagrange, 1736-1813

O filósofo grego Anaximenes (500 a.C.) considerou o ar como um dos quatro elementos a partir dos quais toda a matéria seria feita, e foram necessários muitos séculos até que o cientista irlandês R. Boyle (1627-1691) o descreveu não como um elemento, mas como um material multi-elementar, “Um agregado confuso de eflúvios”.

A descoberta da composição elementar do ar atmosférico, deve-se a A. Lavoisier (1743-1794), que assim pôs fim à Teoria do Flogisto, de Sthal, marcando o princípio da era da Química e atribuindo aos dois compostos maioritários do ar os nomes por que ficaram e continuam conhecidos, **Oxigénio** e **Azoto** ou **Nitrogénio**. Além de Lavoisier, outros investigadores, aproximadamente na mesma altura (1777), realizaram trabalhos semelhantes.

Em 1773, os ingleses H. Cavendish (1731-1810) e J. Priestley (1733-1804) comunicaram à Royal Society, que ar que tenha atravessado carvão vegetal em combustão, vê alterada a sua natureza, sendo o **Ar Residual**, mais leve que o ar comum e apagando a chama de uma vela. Este **Ar Queimado** é tam-

bém nocivo para os animais. A justificação adiantada é a de que este **Ar Viciado** estaria saturado de flogisto, sendo o **Ar Flogisticado**. De forma independente, D. Rutherford (1749-1819) observando propriedades análogas, defendeu na sua Tese de Doutoramento, com o título “O **Ar Fixo** ou **Mefítico**”, em 12 de Novembro de 1772, fruto do seu trabalho com J. Black (1728-1799), na Universidade de Edimburgo, que o ar fixo, resultante da combustão de carvão, teria composição igual à do **Ar Viciado** ou **Ar Nocivo** (*noxious*, no termo original anglo-saxão) produzido pela respiração. O ar mefítico foi reportado como produzindo um precipitado por reacção com água de cal. Qualquer destes investigadores isolou componentes do ar atmosférico (oxigénio por um lado e mistura de azoto e dióxido de carbono por outro), mantendo-se no entanto adeptos da teoria do flogisto. Entretanto e apesar da evidência, H. Davy (1778-1829) defendia que o ar era um composto e não uma mistura de compostos. O grande argumento era a densidade, pois se fossem substâncias diferentes, estariam dispostas por camadas, com a mais pesada a formar uma camada inferior e não era esse o caso, já que a Atmosfera apresentava grande homogeneidade. Cometeu o

erro de não tomar em consideração o poder de mistura do vento!

Na Suécia, C. Scheele (1742-1786) que exerceu actividade de farmacêutico em Malmö, Estocolmo, Uppsala e Köping, descobriu, por volta de 1773, o **Ar de Fogo** (*Fire Air*, oxigénio), que produziu de mais que uma maneira, nomeadamente por forte aquecimento de óxido de mercúrio e óxido de manganês. Ao ar residual chamou **Ar Sujo** ou **Ar Podre**, por ser também produzido pelos corpos em putrefacção. Foi só em 1777, quando as descobertas de Priestley e de Lavoisier já eram conhecidas pela Europa, que Scheele publicou o seu livro “Tratado Químico do Ar e do Fogo” e foi só um século mais tarde, em 1892, que manuscritos de Scheele na posse da Real Academia Sueca das Ciências foram descobertos, trazendo para a luz do dia outras descobertas científicas de Scheele, designadamente de outros gases, extremamente avançadas para a época.

Também o cientista sueco T. Bergmann, (1735-1784), se referiu a um ar que é absolutamente necessário ao fogo e à vida animal, o **Ar Puro**, cerca de 1/4 do **Ar Comum**, e ao **Ácido Nocivo** ou **Ácido Viciado** que não serve para as combustões nem para a respiração, e conteria **Ácido Livre** (dióxido

\* CECUL – Departamento de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (fcamoes@fc.ul.pt)

de carbono), em pequena quantidade, que mudava a cor da tintura de tornesol.

O cuidado posto por Lavoisier nas experiências em que usou a balança para fazer medições quantitativas sobre ar atmosférico em contacto com mercúrio aquecido, num recipiente fechado, permitiu-lhe verificar que, ao fim de um algum tempo, 1/5 do ar disponível tinha sido consumido, transformando o mercúrio em “cal mercúrica vermelha” (óxido de mercúrio, HgO). Ao ar mais leve que restava começou por chamar **Gás Alcalígeno** ou **Princípio Nitrígeno**.

As experiências de Lavoisier foram também a base da descoberta do fenómeno da respiração dos seres vivos. Ratos colocados dentro do recipiente da experiência, inspirando-o, morriam e, uma vela acesa, posta em contacto com esse ar, apagava-se. Concluiu que o mercúrio tinha absorvido a parte respirável do ar, a que chamou **Oxigénio**, (do grego *oxys* + *gignomai*, que significa “gerador de ácidos”, pois pensou que todos os ácidos continham oxigénio (Apesar de a conclusão, por precipitada, estar errada, esta descoberta representa a primeira associação do comportamento dos “ácidos” com a sua composição química). A contra-prova foi feita aquecendo a cal mercúrica, recolhendo o gás libertado, respirável, e juntando-o à porção de ar irrespirável para obter de novo ar normal. Aos 4/5 residuais do ar atmosférico, gás passivo que entra nos pulmões e dele sai sem sofrer alterações, Lavoisier chamou **Mofeta**<sup>1</sup> (ou Mofeta Residual). Sendo impróprio para a respiração, e por sugestão do seu amigo e colaborador Guyton de Morveau, chamou-lhe **Azoe**, **Gas Azotique**, ou **Azote**, com símbolo **Az**, palavra de origem grega (do grego *a* + *zoo*, que significa “sem vida”), nome pelo qual é conhecido em França e nos países de cultura francófona. Curiosamente, sabe-se hoje que a composição média nos organismos vivos é de 16% em Azoto, fundamen-

talmente na constituição das proteínas, enquanto que a sua abundância global é de 0,3%.

Noutra experiência, Lavoisier colocou um pássaro num recipiente com ar atmosférico; ao fim de alguns minutos o pássaro morreu. O ar residual não continha gás respirável, mas tinha adquirido a propriedade de turvar a água de cal; teria portanto **Ácido Cretoso Aeriforme** (anidrido carbónico ou dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>). Para reconstituir o ar atmosférico normal, haveria que retirar o dióxido de carbono e adicionar oxigénio em quantidade igual à perda.

O nome **Nitrogène**, com o símbolo **N**, (do latim *nitru*, e do grego *nitron* + *gignomai* no sentido de produtor de “nitro”, ou “salitre” substância essencial para o fabrico da pólvora), foi proposto, 1790, por Juan Antonio Chaptal, responsável pelo fabrico da pólvora para os exércitos revolucionários franceses. No mesmo ano, Antonio Porcel propôs o nome **Nitrígeno** baseado na sua presença no ácido nítrico (ou azótico) e posteriormente **Amoniágeno**, por formar amoníaco. A designação que se propagou internacionalmente foi, de forma geral, a de “Nitrogène” com as correspondentes traduções em várias línguas. Em algumas, poucas, línguas permaneceu o original “Azote” ou as traduções como o mesmo significado intrínseco, ou são usadas ambas: Inglês e Irlandês: **Nitrogen**; Português- **Azoto** e **Nitrogénio**; Espanhol: **Azoe**, **Gas Azoe** ou **Gas Azotique** e **Nitrógeno**; Grego: **Azoton**; Italiano: **Azoto**; Alemão: **Stickstoff** (que sufoca+ matéria de ar que não serve para a respiração); Holandês: **Stikstof**; Japonês: **Chin Su** ou **Tan Ch'i** (Gás Irrespirável) e **Hsiao Ch'i**; Polaco: **Duśik** (Irrespirável); Russo: **Azot**; Servocroata- **Dusik**.

No final do século XVIII estavam identificados os gases maioritários, **Azoto** ou **Nitrogénio**, **N<sub>2</sub>**, (78%), **Oxigénio**, **O<sub>2</sub>**, (21%) e **Anidrido Carbónico**, **CO<sub>2</sub>**, (0,035%) e outros gases minoritários,

de menor estabilidade química e tempo de residência, tais como amoníaco e óxidos de azoto e de enxofre (ÁRGON, do grego *argon*, inativo, constituindo aproximadamente 0,9% do ar, foi descoberto em 1894 pelos ingleses W. Ramsey e W. Rayleigh).

O ar atmosférico foi o grande veículo para o desenvolvimento das primeiras leis químicas, período que se iniciou com a Lei da Conservação da Massa de Lavoisier “*Nada se perde, nada se ganha, tudo se transforma*” e se propagou pelo século XIX. Posteriormente, na 1.ª metade do século XX o interesse centrou-se na Química e na Física da Alta Atmosfera, com importantes descobertas no domínio da aeronáutica e das ciências aeroespaciais. A 2.ª metade viu o renovar do interesse nas propriedades das camadas inferiores da Atmosfera, na origem da moderna área científica da Química Atmosférica, evidenciando a importância dos gases vestigiais, dos aerossóis e da precipitação húmida, e que é hoje um dos focos do interesse público dada a sua interface entre a Química e as Ciências do Ambiente, importante *Metaciência*<sup>2</sup> da actualidade. (*Beyond Classical Chemistry – Subfields and Metafields of the Molecular Sciences*).

## Notas

[1] Mofeta: nome vulgar de mamífero carnívoro (doninha) de cerca de 40 cm de comprimento, mais 20 cm de cauda, de cabeça pequena e focinho pontiagudo, de patas curtas, pêlo comprido e eriçado de cor parda com uma faixa branca ao longo da cauda e que se caracteriza por ter umas glândulas que, como defesa, produzem um cheiro fétido.

[2] Para mais detalhes consultar o artigo “Beyond Classical Chemistry – Subfields and Metafields of the Molecular Sciences”, J. Sjöström, *Chemistry International*, **28** (2006) 9-15.