

# Folhas e Estórias de Química

## Nota de abertura ou a Beleza da Química

MARIA FILOMENA CAMÕES\*

A ideia de escrever uma série de folhas de estórias e histórias, algumas até de História (serão as Folhas de Ouro), nasceu há muitos anos, numa visita ao *Science Museum* de Londres, onde havia folhas soltas, cada uma com um tópico apelativo de ciência, uma curiosidade tratada em linhas breves, em termos cientificamente correctos, de modo acessível à compreensão do grande público. Achei interessante e senti que gostava de fazer qualquer coisa do género. Nunca até hoje me tinha sentido com coragem para o fazer, pois embora parecendo simples, requeria uma atenção contínua na procura de assuntos que fossem de interesse e que eu conseguisse tratar convenientemente. Era também essencial assegurar um número razoável de temas, certamente para além da casa das unidades. O projecto nunca foi esquecido, volta não volta, ocorria-me de novo, mas sempre, até hoje, a conclusão foi que a ideia ainda não estava suficientemente madura. Eis se não quando, senti: é agora! Os escritos e apontamentos dispersos nos mais variadíssimos contextos, começaram a fazer sentido, o projecto começou a ganhar forma.

O grande motor desta vontade de comunicar, tem sido, sem dúvida, o contacto com alunos dos vários níveis de formação, idades e circunstâncias e o ver como verdades que me parecia seriam evidentes, não eram compreendidas. Por outro lado qualquer um de nós se terá já deparado com questões óbvias em que nunca tinha pensado, pelo menos naquela perspectiva.

Resolvi, portanto, passar ao Projecto **Folhas e Estórias de Química**; não é o projecto de há anos, do *Science Museum*; é o meu Projecto. A lista de exemplos e episódios que o suportam cresce de dia

para dia e a sua exploração tem como objectivo ser útil aos que já confrontados com certas dúvidas, me procuraram (essas serão possivelmente identificadas), e a quantos ainda se não tinham apercebido que as tinham.

A falta de promoção da publicação de divulgação científica em Português é um facto reconhecido. Embora a Ciência, "para além do limiar conhecimento" (A. Coutinho, RTP 2, 13 Janeiro 2005), se faça e comunique em inglês, é também fundamental que seja bem divulgada na nossa língua-mãe. Professores e educadores, alunos e estudantes, pais, técnicos de laboratório, agentes comerciais de materiais e equipamentos, público em geral, não lerão, normalmente literatura de divulgação científica em inglês. Isso não os pode impedir de partilharem esse prazer. E depois, a língua portuguesa é uma língua viva; temos que a ir enriquecendo, actualizando e harmonizando com a terminologia própria.

O "Química", Boletim da Sociedade Portuguesa de Química (SPQ) de que muitos professores são sócios, é talvez, neste momento, a única publicação regular de Portugal, de artigos de âmbito geral e de divulgação científica em língua portuguesa. O "Química" é, portanto, um dos veículos escolhidos para a divulgação de algumas das **"Folhas de Química"**, à laia de crónicas, numa tentativa de apelo à leitura de tópicos de Química. Não será porventura o único, já que o espaço e a periodicidade da publicação não se compadecem com a natureza do Projecto, com folhas novas a nascerem quase todos os dias.

Lisboa, Janeiro 2005

\* Departamento de Química e Bioquímica – FCUL (mfcamoes@fc.ul.pt)

# A pureza química e o Senhor de La Palice

MARIA FILOMENA CAMÕES

*Monsieur de La Palice est mort,*

*Mort devant Pavie*

*Un quart d'heure avant sa mort*

*Il était encore en vie !*

Canção popular francesa, sec. XVI

Aprender Química implica e pressupõe aprender a respectiva terminologia e simbologia, os símbolos dos elementos químicos e as fórmulas químicas das espécies químicas, nomeadamente das substâncias químicas, elementares ou compostas:

- O ouro, é uma substância química elementar (por isso toma a mesma denominação do respectivo elemento), de fórmula química Au,
- O hidrogénio é uma substância química simples, de moléculas diatómicas, de fórmula química H<sub>2</sub>,
- A água é uma substância química composta, de fórmula química H<sub>2</sub>O,
- O cloreto de sódio é uma substância química composta, de fórmula química NaCl,
- O álcool de uso comum é o etanol (ou álcool etílico), substância química composta, de fórmula química CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH,
- O ácido fluorídrico (ou fluoreto de hidrogénio), é uma substância química composta, de fórmula química HF,
- O ácido sulfúrico, é uma substância química composta, de fórmula química H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Estas e outras fórmulas químicas traduzem a composição estequiométrica (proporção em que as espécies químicas

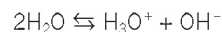
se combinam) das substâncias a que correspondem. Onde e como encontramos estas **substâncias**? Na Natureza, livres, ou a partir de outras pela respectiva preparação laboratorial. De uma forma ou de outra, nunca existem nem se obtêm com um grau de pureza de 100%, isto é, **sozinhas**, o que é o mesmo que **puras**. Em maior ou menor quantidade há sempre outras que as acompanham, as impurezas. Técnicas de purificação várias, físicas ou químicas (decantação, filtração, centrifugação, evaporação, destilação, cristalização, extração, troca iónica, cromatografia, electrodeposição, etc.), podem levar a separá-las, logo a obtê-las em elevado grau de pureza. Quando se escreve uma fórmula química, está-se a referir concretamente aquela espécie química e não o material onde ela possa estar em maior ou menor grau de pureza.

• **Ouro, Au:** O ouro, é um dos chamados metais nobres, assim designados pelo facto de dificilmente se oxidarem, logo sendo poucas as reacções químicas em que participa e raros os compostos de cuja molécula seja um dos átomos constituintes, existindo na Natureza maioritariamente na forma do metal livre. Por esta razão foi o 1.º metal a ser utilizado pelo homem, antes de outros que careceram do desenvolvimento de técnicas que os extraíssem dos seus compostos para tornar possível a sua posterior utilização (ex: Fe, extraído da hematite, mineral de óxido de ferro). De todos serão conhecidas as imagens dos exploradores de ouro no Brasil, pesqui-

sando e retirando o ouro das areias auríferas.

• **Hidrogénio, H<sub>2</sub>:** O hidrogénio, como alguns outros gases (ex: He, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>) podem ser obtidos comercialmente em cilindros, sob pressão, sendo vários os estados de pureza disponíveis. A filtração através de chapa de paládio, Pd, permite obter hidrogénio praticamente puro, pois as moléculas de hidrogénio são de dimensão inferior aos espaços entre átomos na malha metálica extremamente compacta do paládio.

• **Água, H<sub>2</sub>O:** A água, H<sub>2</sub>O, auto ioniza-se com formação de iões H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> e OH<sup>-</sup>, estabelecendo-se entre as três espécies químicas um equilíbrio químico



cuja constante, Kw, depende da temperatura; a 25°C é 10<sup>-14</sup>, correspondendo-lhe as seguintes concentrações, [H<sub>2</sub>O]= 55,55 mol dm<sup>-3</sup>, [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>]= 10<sup>-7</sup> mol dm<sup>-3</sup>, [OH<sup>-</sup>]= 10<sup>-7</sup> mol dm<sup>-3</sup>.

Nem por isso a substância presente, deixaria de ser pura; a existência das espécies H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> e OH<sup>-</sup> é-lhe inerente, logo não constituem impurezas.

Quando, em linguagem coloquial, se diz "água" (água doce, água salgada, água potável, etc. *Cadernos Didácticos do Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, Vol 2, 2002, 61 – 76*), estamos a referir-nos a sistemas constituídos na quase totalidade por água, H<sub>2</sub>O, com outras substâncias, minerais ou orgânicas, nela dispersas. Quando alguém compra água engarrafada, para beber ou preparar alimentos e a publicidade lhe diz que está a com-

prar "água pura", de facto não está; está a comprar água com quantidades vestigiárias de substâncias dissolvidas e em suspensão, geralmente associadas às formações geológicas de onde foi retirada, a níveis abaixo dos limites máximos permitidos por lei. Aqui, a palavra "pura" assegura sobretudo a "ausência" de microorganismos patológicos. Para muitas das suas utilizações, a água tem que ser tratada, isto é têm que lhe ser retiradas substâncias ou materiais que a acompanham. Num laboratório, por exemplo, a água é utilizada para preparação de soluções e suspensões, usando-se para tais fins água destilada, bidestilada ou até tridestilada (previamente submetida a 1, 2, ou 3 destilações sucessivas, respectivamente, consoante a exigência do nível de pureza) e/ou água desionizada (previamente submetida a desionização ou desmineralização por troca iónica). Na destilação recolhe-se o vapor da água condensado, liberto de grande parte das substâncias minerais e orgânicas. Na desionização a água troca, apenas, catiões e aniões por hidrogeniões e iões hidroxilo, respectivamente na resina catiónica ou aniónica; antes de ser submetida a desionização a água é previamente destilada para garantia da remoção prévia da matéria orgânica que a pode acompanhar.

• **Cloreto de sódio, NaCl:** O sal das cozinhas é o produto obtido por evaporação da água do mar (ex: salinas de Aveiro), que contém cerca de  $35 \text{ g kg}^{-1}$  de sais dissolvidos, sendo o maioritário, NaCl. O sal-gema, mineral rico em cloreto de sódio, NaCl, extraído de formações rochosas (ex: minas da Polónia), terá esta mesma substância acompanhada de outras impurezas diferentes.

Quando se pretende utilizar laboratorialmente NaCl, poderá até a aplicação em causa permitir a utilização de sal das cozinhas como fonte de NaCl; caso contrário para aquisição desta substância em mais elevado grau de pureza, consulta-se um catálogo do respectivo fabricante e distribuidor e escolhe-se de acordo

com as especificações e o fim da utilização em vista.

De modo análogo se procede para outras substâncias. As impurezas podem constituir interferente indesejável no comportamento do sistema químico em causa. Obviamente, quanto mais puro mais caro e a opção deverá ser ponderada. O maior ou menor grau de pureza do reagente reflecte-se na incerteza das soluções a partir dele preparadas.

Um dos contaminantes que acompanha sistematicamente todos os reagentes mantidos em ambiente laboratorial, por mais puros que sejam originariamente, é a água, adsorvida ou absorvida. A preparação de soluções de concentração rigorosamente conhecida requer a sua pesagem após secagem, o que para uns é mais fácil, para outros mais difícil.

Soluções aquosas simples de cloreto de sódio contêm as espécies químicas  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$  e  $\text{OH}^-$ . Sendo o cloreto de sódio um electrólito forte, uma solução aquosa de cloreto de sódio com a concentração analítica,  $c_{\text{NaCl}} = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ , é uma solução em que  $[\text{Cl}^-] = [\text{Na}^+] = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ . Numa solução aquosa simples de um electrólito fraco, ex: ácido acético,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , a concentração analítica é  $c_{\text{CH}_3\text{COOH}} = [\text{CH}_3\text{COOH}] + [\text{CH}_3\text{COO}^-]$ .

A predominância da espécie molecular ou da iónica é-nos indicada pelos valores das constantes de equilíbrio, tabeladas para muitos sistemas químicos.

• **Etanol,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ :** O álcool etílico é vulgarmente utilizado para fins terapêuticos e sanitários, entre outros. Sendo muitas vezes referido como "álcool puro", na realidade não o é; existe no mercado, geralmente, em soluções a 96% (v/v), sendo os restantes 4% água. Obtido por destilação de soluções aquosas de álcool, o destilado fica mais rico no componente mais volátil, o álcool, não sendo, no entanto possível enriquecê-lo mais por sucessivas destilações, por se atingir, a esta composição, uma mistura azeotrópica álcool-água.

• **Ácido fluorídrico** (ou fluoreto de hidrogénio), **HF:** O ácido fluorídrico, tem, à pressão de 1 atm, o ponto de ebulição

a  $19,54^\circ\text{C}$ . A esta pressão e à temperatura ambiente terá uma pressão de vapor da mesma ordem de grandeza; é uma substância muito volátil. Se a temperatura ambiente for superior a  $19^\circ\text{C}$ , terá tendência a vaporizar-se completamente, ficando no estado gasoso, se inferior existirá no estado líquido em contacto com o seu vapor, na fase gasosa, a pressão próxima (ligeiramente inferior) da atmosférica. Comercialmente pode-se obter em soluções aquosas, líquidas, com composições de 40 a 73 %.

#### • **Ácido sulfúrico, $\text{H}_2\text{SO}_4$ :**

Uma questão colocada no *exame 12.ª ano-2.ª fase/2003*: "O ácido sulfúrico puro reage com o cloreto de sódio sólido à temperatura ambiente originando sulfato de sódio e cloreto de hidrogénio gasoso, de acordo com a equação química  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l}) + 2\text{NaCl}(\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{g})$  ...".

A utilização do termo "puro" é despropositada, pois aquela reacção é aquela e não outra. A reacção de ácido sulfúrico,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , com cloreto de sódio, NaCl é a mesma, esteja aquele, puro ou impuro. Qualquer argumento em defesa da inclusão do termo puro, falha, além do mais em termos de coerência para com as outras substâncias envolvidas, sobre cujo estado de pureza nada é referido. Bastaria ter escrito "O ácido sulfúrico reage com o cloreto de sódio...." Além disso, é irrealista qualquer reacção de ácido sulfúrico puro; o ácido sulfúrico é produzido industrialmente pelo processo das câmaras de chumbo, em que é obtido em soluções aquosas entre 62 a 70%, ou pelo processo de contacto em que pode ser obtido a cerca de 95% (controlada por um fluxo de água), sendo o restante água. Laboratorialmente e na Natureza é produzido por dissolução de óxido de enxofre,  $\text{SO}_3$ , em água. Comercialmente existe disponível a diferentes concentrações e com diferente listagem de impurezas.