

em redor com a lanterna de Diógenes. Pois bem! para que hei-de eu falar da sua grandeza? Ela não necessita da minha fraca confirmação. O seu trabalho deu ao progresso da ciência um dos mais fortes impulsos e as suas ideias manter-se-ão enquanto a ciência física existir. Espero, além disso, que o exemplo que a sua

vida oferece não seja menos eficiente para as futuras gerações de cientistas.

ALBERT EINSTEIN

(Extraído do prefácio de Albert Einstein ao livro «Where is Science going?» de Max Planck, edição de 1933).

Trad. CARLOS BARRAL

## 10. QUÍMICA

### NOÇÃO DE CONCENTRAÇÃO DE UM SOLUTO

A concentração de um soluto aparece definida de maneiras diversas, nos vários livros adoptados para o ensino liceal, o que pode estabelecer a confusão no espirito dos alunos desprevenidos.

Tendo-nos sido chamada a atenção para o facto, por alguém que estranhou a variedade de definições, pareceu-nos útil tentar esclarecer a questão.

Transcrevemos a seguir algumas daquelas definições, tiradas de livros portugueses para o ensino médio, e também de livros estrangeiros:

«Curso elementar de Física» — Zamith e Prudente (ed. de 1940): — «À relação entre a massa do dissolvido e a massa do dissolvente chamamos concentração da solução. Assim, o dizermos que é de 4% a concentração da água bórica (solução de ácido bórico em água), significa que em 100 gramas de água estão dissolvidos 4 gramas de ácido bórico».

«Curso de Física elementar» — Prof. Forjaz (ed. de 1937): — «A relação entre a massa da substância que se dissolve (solvido) e a massa da substância em que a dissolução se realiza (solvente) dá-se o nome de concentração do soluto.»

«Compêndio de Física» — III ciclo A. Machado (ed. de 1940): — «Concentração duma solução é a razão da massa  $m$  do solvido para a massa  $m'$  do solvente. Também se chama concentração a razão da massa do

solvido para a massa da solução ou para o volume da solução».

As duas primeiras definições deste livro encontram-se também no «Compêndio de Física» para o II ciclo, de A. Machado, Cerdeira G. e Fernanda Machado (ed. de 1944).

«Epítome de Química» — A. Areal: (ed. de 1944). — «Título ou concentração de uma solução é o pêso<sup>(1)</sup> da substância dissolvida contido na unidade de volume dessa solução.»

«Précis de Physique» — A. Boutaric: «On appelle concentration d'une solution la masse de solide dissoute par gramme de solvant».

«Leçons élémentaires de Physique» — A. Turpain: «La quantité de solide nécessaire pour réaliser, à une température donnée, une solution saturée de ce solide, marque ce qu'on nomme la concentration  $c$  de la dissolution. On convient d'exprimer  $c$  en grammes du corps dissous par unité de masse du dissolvant».

(Há aqui manifesta confusão entre concentração e coeficiente de solubilidade).

Em resumo, encontram-se, para definir a concentração, cocientes dos tipos:

$$1) \frac{m_{\text{substancia}}}{m_{\text{dissolvente}}} \quad 2) \frac{m_{\text{substancia}}}{m_{\text{soluto}}} \quad 3) \frac{m_{\text{substancia}}^{(2)}}{V_{\text{dissolvente}}} \quad 4) \frac{m_{\text{substancia}}}{V_{\text{soluto}}}$$

Para soluções suficientemente diluídas, os

(1) A palavra «pêso» está certamente empregada no sentido de massa da substância.

(2) Ver: Précis de Chimie-Physique — F. Vlès.

valores expressos por aqueles cocientes são muito próximos, (e em certos casos podem substituir-se uns pelos outros, sem erro apreciável).

No entanto, em geral, apresentam diferenças importantes.

Para o demonstrar, consideremos dois solutos aquosos de cloreto de sódio de concentração dada, e resumamos em quadros as correspondências, para cada um, entre a quantidade de substância dissolvida e a massa ou volume de soluto ou de dissolvente:

### 1.º SOLUTO

20 g em 100 g de solução (definição 2)

Substância dissolvida	Massa do soluto	Massa de água	Volume do soluto
20 g	100 g	80 g	ap. 83,3 cm <sup>3</sup>
ap. 24 g			100 cm <sup>3</sup>

### 2.º SOLUTO

20 g em 100 cm<sup>3</sup> de água (definição 3)

Substância dissolvida	Volume de água	Volume de soluto
20 g	100 cm <sup>3</sup>	104 cm <sup>3</sup>
ap. 19,2 g		100 cm <sup>3</sup>

A diferença, na quantidade de substância em 100 cm<sup>3</sup> de soluto, vai de 19,2 a 24 g. ou sejam cerca de 5 em 20 g, conforme se exprime a concentração pelas expressões (2) ou (3). Torna-se pois indispensável, quando se menciona a concentração de um soluto, indicar as grandezas e unidades em relação às quais ela é definida.

As expressões (2) e (4) são as mais frequentemente utilizadas na prática laboratorial, com as seguintes unidades: para o numerador, o grama, o mol (molécula-grama), o val (equivalente-grama); para o denominador, respectivamente, o grama, o litro ou o cm<sup>3</sup>.

Note-se que é a expressão (4) a que serve em Química-Física e Termodinâmica para de-

finir a grandeza «concentração» de um soluto num dos seus constituintes<sup>(1)</sup>, cujas dimensões serão portanto  $ML^{-3}$ .

Por meio da expressão (2) define-se o «título» de uma solução num dos seus constituintes, e este será por conseguinte uma grandeza abstracta.<sup>(1)</sup> Apresenta, sobre a grandeza anterior, a vantagem de ser independente da temperatura e da pressão.

Os solutos mais correntemente empregados em volumetria<sup>(2)</sup>, obedecem à expressão  $m_{\text{subst}}/v_{\text{soluto}}$ , e neles podem distinguir-se três categorias<sup>(3)</sup>:

1. Solutos sistemáticos:  $m_{\text{subst}}$  tem um valor relacionado directamente com um número proporcional (massa molar ou equivalente). Ex.<sup>os</sup>: solutos normais, solutos molares.

2. Solutos de concentração arbitrária:  $m_{\text{subst}}$  tem um valor qualquer. Ex.<sup>o</sup>: soluto aquoso de cloreto de sódio a 5 g/l.

3. Solutos de concentração empírica ou especial  $m_{\text{subst}}$  convenientemente escolhida, de modo a simplificar operações numéricas. Ex.<sup>o</sup>: soluto de anidrido arsenioso a 4,42 g/l usado em clorometria (tal que 1 l <> 1 l de cloro).

Os primeiros são sem dúvida os que têm maior amplitude de aplicação. Mas, tanto em Análise como em outros campos da Química e da Física, é frequente o emprego de solutos cujas concentrações (usando esta palavra no sentido geral) são expressas em percentagem, (e assim figuram em tabelas de constantes fisico-químicas). Ex.<sup>o</sup>: soluto de cloreto de sódio a 20%.

Nesse caso deve, com rigor, considerar-se o cociente  $m_{\text{subst}}/m_{\text{soluto}}$ , e portanto a *massa de substância dissolvida por 100 gramas de solução*<sup>(4)</sup>.

ALICE MAIA MAGALHÃES  
ASSISTENTE DE QUÍMICA DA F. C. L.

(1) Grandezas e Unidades Físicas — Amorim Ferreira.

(2) É hábito chamar-lhes solutos titulados, o que, em face das definições anteriores, não é correcto.

(3) Volumetrie. A. Jouniaux. (*Act. Scientifiques et Industrielles*, n.º 351).

(4) Assim o aconselha, por exemplo, a Farmacopeia Portuguesa, (ed. de 1936), nas suas «Advertências».