

# UM: O QUE É A QUÍMICA?

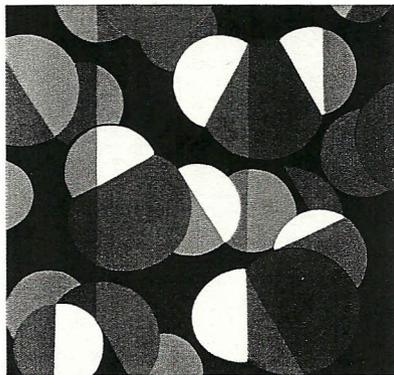
## PROTAGONISTAS

**PIERRE DE FERMAT, GALILEO GALILEI, JOHANNES KEPLER, JONATHAN SWIFT, JABIR IBN HAYYAN, RICHARD WAGNER, BEN JONSON, JOHANN BÖTTGER, RABI JEHUDA LÖW, BRUCE CHATWIN, GARCIA DE ORTA, PARACELSO, CARL NIELSEN, PAUL HINDEMITH, ROBERT BROWNING, ARTHUR SCHNITZLER, FREDERICK SOMMER, JORGE LUIS BORGES, JOAN BAPTISTA VAN HELMONT, JOHANN BECHER, GEORG STAHL**

## 1. O OBJECTO DA QUÍMICA

A química é a resposta a uma curiosidade fundamental: de que é que são feitas as coisas? A química é a ciência das substâncias – das suas propriedades e do que acontece quando se misturam umas com as outras. Às vezes, essa mistura pouco traz de novo: juntando água à areia das praias (ela própria uma mescla de substâncias), apenas se obtém areia molhada. É um exemplo de como o todo é igual à soma das partes. Evaporando a água, fica novamente a areia seca. Mas se se adicionar água ao gesso em pó ou ao pó de cimento, eles endurecem. Outras vezes, a mistura pode ser explosiva. É o que sucede quando o hidrogénio se junta ao ar na presença dum fósforo aceso. O hidrogénio reage com o oxigénio do ar para formar água, libertando energia que se reconhece pela explosão. A chama é sinal duma química muito activa. As substâncias combinam-se ou decompõem-se para formar outras substâncias. Muitas vezes, para provocar mudanças, tem de se agir sobre as substâncias – fornecer-lhes energia sob a forma de calor, pressão, luz (radiação), etc. A química estuda também essas alterações.

Sabe-se que a essência das substâncias – a quantidade mais pequena que ainda retém (quase todas) as propriedades da substância – é a molécula. Em geral (química antiga), uma substância elementar (ou elemento) é aquela que não pode ser decomposta para formar outras. É o que acontece, por exemplo, com o hidrogénio,  $H_2$ . Neste raciocínio excluem-se espécies químicas que resultam da fragmentação de moléculas: átomos isolados, iões, radicais, etc. Uma molécula de hidrogénio,  $H_2$ , pode ser cindida de várias maneiras e dar iões (com carga eléctrica) como o  $H^+$  ou  $H^-$ , mas continua a dizer-se que o hidrogénio é uma substância elementar. Mas há casos em que os átomos duma só espécie se podem ligar de várias maneiras, para formar moléculas diferentes. Dois átomos de oxigénio formam uma molécula de dióxigénio ou oxigénio ‘normal’,  $O_2$ ; mas três átomos de oxigénio também se podem combinar para formar uma estrutura triangular – o trióxigénio, mais vulgarmente conhecido por ozono,  $O_3$ . Diz-se que são ambas formas (alotrópicas) do mesmo elemento (embora seja possível decompor o ozono para obter o dióxigénio). O que caracteriza as substâncias elementares (ou elementos) é o facto de as respectivas moléculas



só conterem uma espécie de átomos. Na química moderna, o conceito de elemento está associado à espécie de átomo.

A qualidade mais importante das moléculas é a respectiva arquitetura, isto é, a distribuição

dos átomos (que constituem a molécula) no espaço, e a maneira como eles estão ligados uns aos outros. A interacção entre os átomos explica a formação das moléculas. Por exemplo, um átomo de oxigénio combina-se com dois átomos de hidrogénio para fabricar uma molécula de água simétrica,  $H_2O$ , com os ramos  $O-H$  fazendo entre si um ângulo de  $105^\circ$  (Fig. 1.01). Mas o conhecimento da estrutura molecular não chega para estudar a química das substâncias. As moléculas não estão, em geral, isoladas e interagem energeticamente umas com as outras. A interacção entre moléculas (o facto de se atraírem ou repelirem, de gostarem de estar mais perto ou mais longe umas das outras) explica os estados de agregação (gasoso, líquido, sólido) e a sua reactividade.

Colocar duas moléculas a uma certa distância uma da outra não é o mesmo que considerar uma molécula isolada mais outra molécula isolada; o resultado são duas moléculas ligeiramente diferentes das isoladas (com propriedades ligeiramente diferentes) mais a interacção entre elas. (Tal como o quadrado de  $a+b$  não é  $a^2+b^2$ , mas sim  $a^2+b^2+2ab$ .) Estas interacções são contabilizadas energeticamente. Quando duas (ou mais) moléculas se aproximam, as suas energias variam por causa das deformações e alterações estruturais induzidas pela vizinhança da(s) outra(s) molécula(s).

Estas interacções têm um carácter fundamentalmente eléctrico. No caso-limite, há reacção química, isto é, quebram-se ligações e formam-se outras.

Tal como nas relações humanas, a reactividade entre moléculas é medida em termos de afinidades. Johann Wolfgang von Goethe escreveu um romance chamado *As Afinidades Electivas* (1809), no qual analisou o fazer e desfazer de relações num grupo de amigos. Situações semelhantes podem ocorrer quando duas ou mais moléculas se encontram: desfazem-se ligações entre átomos e formam-se outras, isto é, algumas moléculas destroem-se para construir outras. Chama-se a isto reacção química. Por isso, *afinidade* é hoje uma palavra com um significado químico preciso.

## 2. A FAMÍLIA DAS CIÊNCIAS

Sabendo a estrutura das moléculas e o modo como elas interactivam é possível determinar, com recurso à física e à matemática, as propriedades das substâncias e a sua reactividade. É este o objectivo da química. Pelo que fica dito, parece que sem física e matemática não haveria química. A química surge, pois, após o nascimento daquelas duas ciências. A verdade é que as ciências não são ilhas, isto é, não se desenvolvem isoladamente umas das outras. As ciências são inseparáveis. Até há quem pense que são inseparáveis dos homens e das mulheres que as criam – os cientistas.

A matemática é a linguagem (a música) das ciências. É o instrumento que lhes dá voz e as faz cantar. Sem matemática não há ciência, há pré-ciência (como a pré-história, antes da escrita). O químico pega numa ou mais moléculas – no laboratório ou no computador – arranja um modelo, aplica a física, resolve as equações e tem o resultado. Claro que os fenómenos químicos existem desde que se formaram as primeiras moléculas, mas ciência implica

a compreensão quantitativa desses fenómenos; não chega apenas a sua descrição qualitativa.

Há, pois, uma hierarquia científica que está ligada à complexidade dos problemas. É preciso notar, porém, que simplicidade não é sinónimo de facilidade (embora a complexidade implique quase sempre dificuldade). Há problemas conceptualmente muito simples (fáceis de entender) que são muito difíceis de resolver. Um exemplo foi o da célebre conjectura de Fermat, formulada no século XVII e só demonstrada (e portanto tornada teorema) em 1995, pelo matemático inglês Andrew Wiles (Fig. 1.02). A formulação é acessível a qualquer pessoa que saiba o que é uma potência: considerando  $n$  um número inteiro, a equação  $x^n + y^n = z^n$  não tem soluções inteiras (isto é, com  $x$ ,  $y$  e  $z$  números inteiros) se  $n$  for maior que 2 (a menos que  $x$ ,  $y$  e  $z$  sejam todos nulos – a chamada solução trivial, sem interesse). Para  $n=2$ , a equação tem uma infinidade de soluções; basta pensar no teorema de Pitágoras que diz que, num triângulo rectângulo, o quadrado da hipotenusa ( $z$ ) é igual à soma dos quadrados dos catetos ( $x$  e  $y$ ).

A conjectura de Pierre de Fermat ou Último Teorema de Fermat (como também é conhecida) veio na sequência do interesse do matemático francês pela *Aritmética* de Diofanto de Alexandria, cuja tradução latina (1621) era um dos seus livros de secretária e cabeceira (Fig. 1.03). Foi neste exemplar que Fermat anotou (ca. 1637), à margem, que tinha descoberto uma demonstração verdadeiramente notável para esse teorema, mas que o espaço das margens do livro era demasiado estreito para a conter. Fermat não podia ter demonstrado semelhante teorema (por a matemática não estar então suficientemente desenvolvida), mas revelou, com aquela observação, uma intuição genial. Tudo se teria perdido se o filho

1.02.

Andrew Wiles anunciando a demonstração (?) da Conjectura de Fermat, no Isaac Newton Institute, Universidade de Cambridge, 23 de Junho 1993



1.03.

PIERRE DE FERMAT (1601-1665)



mais velho, Clément Samuel, não tivesse publicado (1670), cinco anos após a morte de Fermat, uma edição da *Aritmética* de Diofanto, anotada com os comentários do pai.

O Último Teorema de Fermat distingue-se também pelo facto de ser o teorema com o maior número de provas falsas publicadas. Só entre 1908 e 1912 houve mais de mil! Em dada altura, badalava-se um prémio (Wolfskehl) de DM 100 000 (cem mil marcos alemães ou cerca de 50 000 euros) para quem conseguisse provar o teorema. Não era fácil. A demonstração rigorosa necessitou de dois artigos de Wiles num total de 130 páginas, publicados na revista *Annals of Mathematics* em 1995! Foi um dos grandes acontecimentos científicos do século passado, a provar que a teoria dos números, longe de estar completa (morta), se mantém como um dos ramos mais excitantes e férteis da matemática.

Na base da pirâmide dos saberes estão as ciências mais básicas, exactas e duras. A sua dureza faz com que aguentem as ciências que vieram depois. A pirâmide vai crescendo em altura, sendo-lhe sucessivamente adicionadas as ciências mais recentes e moles. A química explica-se com a física e a matemática; a biologia, com a química, a física e a matemática; a psicologia, com a biologia, a química, a física e a matemática, e assim por diante. A complexi-

Título: Haja luz! : uma história da Química através de tudo

Autor(es): Jorge Calado; revisão de texto Luís Filipe Coelho

Edição: 1ª ed.

Publicação: Lisboa: IST Press, 2011