

COMO SE FAZ QUÍMICA



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Reitor

FERNANDO FERREIRA COSTA

Coordenador Geral da Universidade

EDGAR SALVADORI DE DECCA

EDITORIA
UNICAMP

Conselho Editorial

Presidente

PAULO FRANCHETTI

ALCIR PÉCORÁ – CHRISTIANO LYRA FILHO
JOSÉ A. R. GONTIJO – JOSÉ ROBERTO ZAN
MARCELO KNOBEL – MARCO ANTONIO ZAGO
SEDI HIRANO – SILVIA HUNOLD LARA

Aécio Pereira Chagas

COMO SE FAZ QUÍMICA
Uma reflexão sobre a Química
e a atividade do químico

4^a edição revista

EDITORIA UNICAMP

Grafia atualizada segundo o Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 1990. Em vigor no Brasil a partir de 2009.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO
SISTEMA DE BIBLIOTECAS DA UNICAMP
DIRETORIA DE TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO

C346c Chagas, Aécio Pereira.
Como se faz Química: uma reflexão sobre a Química e a atividade do químico / Aécio Pereira Chagas. – 4ª ed. rev. – Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2012.

1. Química. I. Título.

ISBN 978-85-268-0973-4

CDD 540

Índice para catálogo sistemático:

1. Química 540

Copyright © by Aécio Pereira Chagas
Copyright © 2012 by Editora da Unicamp

1ª edição, 1989
2ª edição, 1992
3ª edição, 2001

Nenhuma parte desta publicação pode ser gravada, armazenada em sistema eletrônico, fotocopiada, reproduzida por meios mecânicos ou outros quaisquer sem autorização prévia do editor.

Editora da Unicamp
Rua Caio Graco Prado, 50 – Campus Unicamp
CEP 13083-892 – Campinas – SP – Brasil
Tel./Fax: (19) 3521-7718/7728
www.editora.unicamp.br – vendas@editora.unicamp.br

Este livro pretende ser uma homenagem à Química.



Um fenômeno químico, Ester Carvalho, Abril-Imagens.

SUMÁRIO

PREFÁCIO À PRIMEIRA EDIÇÃO	11
INTRODUÇÃO	13
Capítulo 1 — SEPARAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS	19
<i>Propriedades das substâncias</i>	19
<i>Operações de separação</i>	20
<i>A destilação</i>	24
<i>Outras operações de separação</i>	28
<i>A cromatografia</i>	30
<i>Purificação da água</i>	31
Capítulo 2 — ÁTOMOS, MOLÉCULAS E CRISTAIS	35
<i>Os átomos</i>	35
<i>O caso do cobre</i>	40
<i>O caso da água</i>	42
<i>O caso do cloreto de sódio</i>	44
<i>A ligação química</i>	44
<i>A Espectroscopia</i>	49
Capítulo 3 — IDENTIFICAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS	55
<i>Alguns casos</i>	56
<i>As pistas e as provas</i>	57

<i>O infravermelho</i>	58
<i>A titulação</i>	59
<i>Outros métodos</i>	63
<i>A ressonância magnética nuclear</i>	65
<i>Bisbilhotando a natureza</i>	66
Capítulo 4 — REAÇÕES QUÍMICAS	71
<i>O macroscópico</i>	71
<i>O microscópico</i>	73
<i>Uma reação</i>	75
<i>Leis das reações químicas</i>	76
<i>Efeitos físicos associados às reações</i>	77
<i>Sentido e extensão da reação química</i>	78
<i>Algumas questões: investigando as reações químicas</i>	79
Capítulo 5 — PREPARAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS	87
<i>Os procedimentos</i>	87
<i>As alternativas</i>	88
<i>As escalas</i>	95
Capítulo 6 — A PROFISSÃO DO QUÍMICO	97
<i>Sociedades de Química e literatura química</i>	101
COMO CONCLUSÃO	105

PREFÁCIO À PRIMEIRA EDIÇÃO

Neste livro, o autor nos convida a um “bate-papo”, pois propõe questões para reflexões e pede respostas sobre a ciência química. Numa linguagem bem simples, agradável e hábil, ele nos mostra que pensar praticar a Química é como qualquer outra atividade humana. Para ser eficiente e consequente, é preciso conhecimento, método e lógica. Ele desmistifica junto do leitor, estudante, professor ou leigo, a Química “bicho-papão” que ora nos assusta com tantas informações, regras e fórmulas, aparentemente desconectadas, ora ameaça nossa qualidade de vida com poluição, artificialismo e destruição. O texto descortina os amplos e, às vezes, contrastantes espaços de atuação do químico: os mundos microscópico e macroscópico; a natureza, o laboratório e a indústria; a escola e a sociedade; o antigo e o novo; o pensar e o agir; o real e o imaginário. Justifica a necessidade do formalismo na linguagem e não despreza o empirismo. Mostra clara e metodicamente qual é a postura esperada de um químico diante dos desafios que constituem o seu cotidiano: descobrir a natureza das coisas (separação, análise, estrutura, propriedades), sua formação (síntese), seu comportamento (reatividade, cinética, termodinâmica).

Preocupado com o estudante e o professor, não para aí o autor. Orienta-os sobre as fontes de informação em Química (literatura,

bibliotecas), a profissão do químico e suas formas de organização social (associações profissionais e científicas). Alerta-os sobre sua responsabilidade social no mundo moderno, consumista e poluidor. É um texto que deveria ser lido também por jornalistas, os responsáveis pela informação, mas também pela desinformação, os quais, na área de Química, multiponteiavam manchetes e reportagens com erros grosseiros, falsos conceitos e julgamentos perigosos sobre a atividade química.

Concluindo, trata-se de um texto de leitura fluente, interessante e denso no conteúdo, enfim, importante contribuição à divulgação da ciência química tal como realmente é: útil, compreensível, fascinante e fundamental para o progresso da humanidade.

Etelvino Bechara
Presidente da Sociedade Brasileira de Química

INTRODUÇÃO

A utilização das reações químicas pelo homem é coisa muito antiga e comum a quase todos os povos: o fogo, a extensão de pigmentos, a fermentação alcoólica, a cerâmica, a metalurgia são exemplos dessa utilização. Nos dias de hoje, essa utilização chega a atingir proporções gigantescas, como se pode perceber na quantidade enorme de “produtos químicos” que utilizamos. Por “produto químico” pode-se entender qualquer material para cuja obtenção tenha ocorrido uma transformação química controlada pelo homem; isso pode incluir o alimento que preparamos em casa, o veículo de metal e plástico (bem como seu combustível e lubrificante) que utilizamos para nos locomover, a casa de tijolos e cimento em que moramos, a roupa (de fibra natural ou artificial) colorida (com corantes sintéticos) que vestimos etc. A utilização de reações químicas, como dizíamos, é coisa realmente muito antiga, mas seu estudo, seu conhecimento, a ciência química, como podemos chamar, é coisa bem mais recente, tendo cerca de 200 anos.

A palavra “química” é hoje lugar-comum. É citada nos meios de comunicação de massa a todo instante e frequentemente até de forma contraditória: enaltecem-se os “progressos da Química” e combate-se a “poluição química”; boas-vindas são dadas

ao novo “produto químico” que vai minorar o sofrimento de pessoas doentes ao mesmo tempo em que se apregoa que tal cosmético ou alimento é isento de “produtos químicos”. Por que esse desencontro? Há alguma razão para tal ou isso é apenas desinformação? Afinal, o que vem a ser então a Química?

A Química, como qualquer área do conhecimento ou qualquer atividade humana, pode ser vista de várias maneiras. Vamos rapidamente falar de uma dessas maneiras e nos estender mais em outra que achamos mais interessante. Outras existem, mas não iremos enfocá-las. Falaremos menos da visão da Química por meio de seus objetivos e mais da visão da Química como atividade.

Em alguns dicionários ou enciclopédias, encontraremos uma definição da Química pelos seus objetivos, como esta: “A Química é a ciência que estuda as substâncias, sua estrutura, propriedades e as reações que as transformam em outras substâncias”. Nesse caso, a Química tem muitos objetivos, alguns dos quais coincidentes com outros da Física e da Biologia, e isso, de um lado, mostra que o objetivo é conhecer alguns aspectos da natureza, porém, de outro, não nos permite distinguir a Química de hoje da Química de 250 anos atrás, que também era ciência.

Uma outra visão, mais operacional, é a que diz: “Química é tudo aquilo que o químico faz e como ele faz”. Nesse caso, a Química é um conhecimento que se obtém de um certo modo; fazer Química não é apenas estudar certas coisas, mas um modo de estudar essas coisas. No entanto, isso parece um círculo vicioso, pois traz logo outra pergunta: “Quem é o químico, afinal de contas? O que ele faz de especial, de diferente das outras pessoas?” É o que tentaremos mostrar ao longo deste pequeno texto e, além do mais, essa definição serve também para chamar a atenção para o fato de que a Química, como qualquer outra

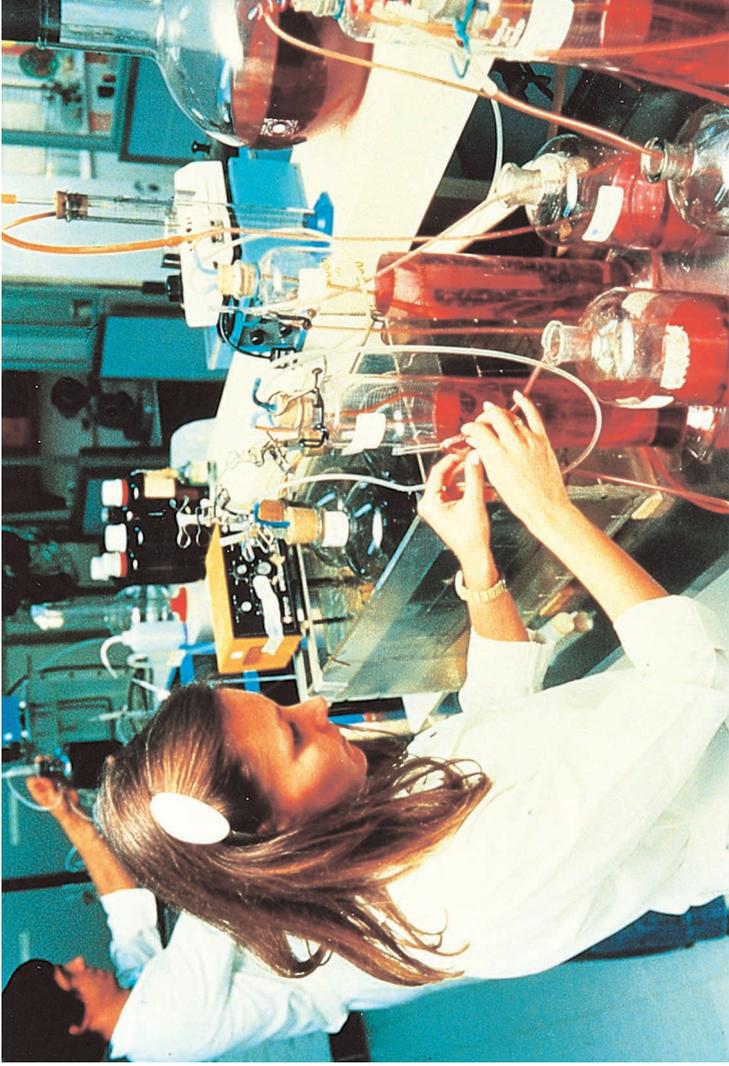
ciência, é uma atividade humana e de caráter social (ou seja, envolve muitas pessoas organizadas de um certo modo). Essas duas visões (objetivos e atividades) vão se completando à medida que vai sendo desenvolvida esta última. A atividade do químico é caracterizada por dois aspectos complementares: o primeiro aspecto é sua atividade prática, a sua atividade própria e especial de manusear a matéria (a qual será explicada ao longo do livro), encarando-a de uma forma macroscópica.¹ O segundo aspecto é sua atividade teórica, o seu pensar sobre os fatos observáveis em termos de esquemas e modelos, na maioria das vezes encarando a matéria do ponto de vista microscópico, com o nome genérico de “teoria molecular”. O químico age e pensa simultaneamente dessas duas maneiras, e a Química é resultante desses dois modos de agir e pensar, da interação desses dois complementares. O sucesso da Química (e do químico) está em saber utilizar e dosar esses dois aspectos. Daí também a dificuldade de falar sobre a Química e de ensiná-la, uma vez que ambos os aspectos devem ser abordados, e o aspecto prático necessita realmente ser praticado (o que, por incrível que pareça, muitas vezes não ocorre).

Iremos apresentar alguns problemas com os quais o químico se defronta no seu dia a dia e as atitudes que ele tem para enfrentar esses problemas, além de expormos de forma muito sucinta alguns aspectos da teoria molecular, sem mostrar, no entanto, como surgiu esse conhecimento, ou seja, sua história. Diremos de uma maneira geral que ele surgiu por meio de um demorado processo em que os químicos foram resolvendo problemas, utilizando

¹ Por macroscópico entendemos, aqui, aquilo que impressiona os nossos sentidos ou suas extensões imediatas, e por microscópico, aquilo de dimensões suficientemente pequenas (dimensões atômicas e moleculares), ou seja, partículas que nossos sentidos não podem distinguir. O tamanho aproximado de um átomo de hidrogênio, por exemplo, é 0,000000 1 mm.

atitudes como a que iremos esboçar; em outras palavras, essa teoria é fruto da imaginação, da intuição, do pensar, dos acertos e dos erros etc., de inúmeras gerações de pessoas que trabalharam de determinada maneira, maneira esta que também variou no tempo, à medida que a teoria foi se formando e se estabelecendo.

Essa maneira de ser que o químico tem hoje, que chamamos de “Química moderna”, surgiu no final do século XVIII e início do século XIX e está associada a muitas pessoas. Vamos citar apenas duas como ponto de referência: o francês Antoine L. de Lavoisier (1743-1794) e o inglês John Dalton (1766-1844). Considera-se que a “certidão de nascimento” da Química moderna seja o livro de Lavoisier, *Traité Élémentaire de Chimie*, que veio a lume em 1789.



Um laboratório de Química, Nellie Solitrenick, Abril-Imagens.

Capítulo 1

SEPARAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS

Frequentemente o químico tem diante de si o problema de separar diversas substâncias umas das outras. Como na cozinha separam-se as pedrinhas e demais sujeiras do arroz, do feijão, das verduras etc., o químico tem de fazer operações semelhantes, umas com partículas em escala macroscópica (a peneiração, por exemplo, como também na cozinha) e outras com partículas em escala microscópica (a cromatografia, por exemplo, que veremos adiante), ou seja, partículas tão pequenas que não podem ser vistas individualmente. As operações de separação utilizadas pelos químicos são muitas e, às vezes, bem diferentes entre si. Vamos aqui descrever algumas delas, dentre as mais utilizadas, mas antes, porém, vamos ver alguma coisa que chamamos de “propriedades das substâncias”.

Propriedades das substâncias

Conhecemos vários fatos, vários fenômenos que ocorrem com a água. Sabemos que ela ferve (entra em ebulição) a uma temperatura de 100 °C, que se congela a 0 °C, que dissolve o sal de cozinha, o açúcar e muitas outras substâncias. A esses fenômenos damos o nome de “propriedades da água”.

Já o sal de cozinha (os químicos chamam-no de cloreto de sódio) tem propriedades bem diferentes das da água: é sólido (ao invés de líquido), branco, cristalino, quebradiço, de sabor salgado, diferentemente da água. Funde-se (passa para o estado líquido) apenas a $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ e entra em ebulição somente a $1.413\text{ }^{\circ}\text{C}$. O cobre, apesar de sólido, tem propriedades diferentes das do cloreto de sódio: sua cor é vermelha, tem brilho, pode ser flexionado sem se quebrar, funde-se a $1.083\text{ }^{\circ}\text{C}$ e entra em ebulição a $2.595\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Então, a esses fatos ou fenômenos (e outros do mesmo tipo) é que chamamos de propriedades das substâncias.

Uma das propriedades que mencionamos é a temperatura em que o líquido ferve ou entra em ebulição. É nessa mesma temperatura que o vapor dessa substância, ao ser esfriado, transforma-se em líquido. Se, então, formos aquecendo a água, a partir da temperatura ambiente, a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ela se transformará em vapor (passa para o estado gasoso), e podemos continuar a aquecê-la, vamos supor, até $150\text{ }^{\circ}\text{C}$. A partir daí, vamos agora resfriar, diminuir progressivamente a temperatura até a de partida. A $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, observaremos que o vapor se condensará, ou seja, vai se transformar em água líquida (ver figuras 1 e 2).

Estas propriedades, temperatura de ebulição (ou de condensação), temperatura de fusão (ou de solidificação) e outras semelhanças, são chamadas *propriedades físicas*.

Operações de separação

As operações de separação utilizadas pelos químicos baseiam-se quase sempre nas diferenças de propriedades físicas das substâncias. Vamos considerar agora um procedimento bastante simples,