

Bernard Vidal

História da Química



Capítulo I

OS CONHECIMENTOS DA MATÉRIA NA PRÉ-HISTÓRIA E NA ANTIGUIDADE

A química é hoje uma ciência experimental. Enquanto ciência, ela estrutura, através de teorias, os nossos conhecimentos da Natureza. Reagrupa a multiplicidade das observações e das experiências respeitantes às transformações da matéria em conjuntos cujos elementos são unidos por meio de leis, por meio de relações de tipo explicativo. As teorias orientam as investigações para novas descobertas. A química aproxima-se também de uma técnica pelo seu carácter experimental. É por isso que o seu objectivo consiste em dominar a Natureza, em modificá-la. Para isso, analisa e sintetiza corpos; por um lado, aqueles que a própria natureza produz, por outro, aqueles que as leis da Natureza tornam possíveis. Aspecto prático e aspecto teórico mais não fazem que caminhar lado a lado. Não só ombreiam um como outro, Nem sempre foi assim. Na antiguidade, a tradição técnica e a tradição intelectual teórica encontravam-se profundamente dissociadas. Ao artífice as manipulações práticas, ao filósofo a especulação intelectual.

I — As tradições da química prática

Quanto mais se procura recuar no passado do Homem, mais dispersas e imprecisas são as informações de que dispomos. É esse o domínio da arqueologia. Graças aos métodos de investigação desenvolvidos e aplicados por esta ciência foi possível encontrar e estudar certos documentos de química técnica. Podemos agrupá-los em torno de três pólos principais. Por um lado, a utilização do fogo enquanto tal, por outro, a metalurgia e, finalmente, as preparações de química doméstica.

1. O fogo e a sua utilização — O domínio do fogo representa sem dúvida uma das mais antigas descobertas químicas e aquela que mais profundamente revolucionou a vida do homem. Já no Paleolítico, há cerca de 400 000 anos, o homem conservava lareiras em alguns dos seus habitáculos na Europa e na Ásia. O fogo era fonte de luz e de calor. Constituía igualmente uma arma e uma fonte de energia para a transformação dos materiais, sobretudo dos alimentos. Desde o início do Paleolítico superior que o homem transformava o ocre amarelo em ocre vermelho por aquecimento. No Neolítico, o fogo foi utilizado para cozer a argila destinada ao fabrico de cerâmica. Mais tarde, graças aos conhecimentos que terão sido adquiridos pelo artífice na prática da combustão e da construção dos fornos, irá permitir a metalurgia.

Na história da química, o fogo ocupou sempre um lugar particular. É pois útil definir aqui em que consiste ele exactamente. O fogo é a manifestação tangível de uma reacção química. Há reacção de oxidação (combustão) entre o oxigénio do ar e o material que se utiliza. Uma parte da energia contida nas moléculas constitutivas da matéria que arde aparece sob a forma de calor. Os produtos da reacção gasosos e quentes, menos densos que o ar circundante, têm tendência a elevar-se. Certas moléculas, fracções de moléculas ou átomos, podem momentaneamente conter energias superiores às dos seus estados estáveis, energias essas que são eventualmente dissipadas sob a forma de luz.

2. A metalurgia — A utilização e o trabalho técnico de um metal não são, em si mesmos, actos químicos. O acto de química metalúrgica começa com a transformação de um mineral em metal quando esse metal não está contido no estado natural no mineral, mas sob forma de composto químico (por exemplo, carbonato de cobre, óxido de ferro, etc.). Este acto de química começa também com o fabrico de ligas metálicas.

O cobre no estado natural é conhecido como um dos principais metais utilizados 4 ou 5000 anos a.C., talvez mesmo mais cedo nas regiões do Médio Oriente. A sua obtenção a partir da malaquite (CuCO_3 , Cu OH_2), por redução em fogo de carvão vegetal, observa-se no Médio Oriente cerca de 4000 a.C.

É certamente com a obtenção do bronze (3000 a.C.), liga entre o cobre (90%) e o estanho (10%), que começa o primeiro período verdadeiro da metalurgia química. Há síntese de um corpo que a natureza não produz. O estanho encontra-se sob a forma de óxido: a cassiterite (SnO_2). Foi necessário

misturar, fazer reagir, este mineral com mineral de cobre para obter o bronze cujas qualidades mecânicas são muito diferentes das do cobre. É mais duro e mais fundível do que o cobre sozinho e presta-se bastante bem à moldagem, permitindo por isso o fabrico de numerosos objectos. A sua utilização foi tão importante e marcou de tal modo as civilizações que com ele contactaram que se deu a esta época o nome de «idade do bronze». A metalurgia do bronze espalhou-se rapidamente, a partir do Médio Oriente, em Creta, na Grécia e à volta do Mediterrâneo. A «idade do bronze» prolongou-se na Europa até perto do 1.º milénio a.C. Foi depois, mais ou menos rapidamente conforme as regiões, mas sempre a partir dos focos de cultura do Médio Oriente, suplantada pelo ferro.

A metalurgia do ferro é uma arte difícil, donde a utilização tardia deste metal: por volta de meados do 2.º milénio a.C. no Médio Oriente, embora tenha sido conhecido mais cedo. O ferro era obtido a partir dos seus minerais de óxido. A redução efectuava-se por meio de carvão vegetal. O redutor age pelo seu monóxido (CO), que é um gás e se transforma em dióxido (CO_2), libertando assim o ferro da sua combinação com o oxigénio. O monóxido de carbono (CO), no entanto, não reduz todos os óxidos metálicos presentes enquanto impurezas. A temperatura de 1535°C, a que o ferro entra em fusão, não era alcançada. Formava-se portanto uma massa de metal e de escórias. O ferreiro procedia a ciclos de aquecimento e de trabalho a martelo para expulsar as impurezas. Este processo, aumentando também a proporção de carbono na camada superficial, aumentava-lhe a dureza. Aliado à têmpera (1000 a.C.) permitiu a obtenção de armas superiores às que eram feitas em bronze, ao preço todavia, de uma optimização delicada das condições de trabalho.

O latão, liga de cobre e de zinco, foi conhecido antes do 1.º milénio a.C. Obtinha-se pela redução da calamina (silicato de zinco) misturada com cobre em fusão. O zinco não foi, com efeito, isolado como metal livre senão no séc. XVI. Os romanos utilizavam o latão para cunhar certas moedas.

A prata, que se encontra por vezes no estado puro ou em liga com o ouro (electrum), foi sobretudo produzida (desde 2500 a.C., em Le Pont) a partir da galena (PbS) na qual acompanha, por vezes, uma fraca quantidade de chumbo. A redução do mineral, em prata e chumbo, é fácil através de fogo de carvão vegetal. Oxidava-se em seguida, ao ar, o chumbo fundido, em litargírio (PbO) que se absorvia sobre cinzas. A prata menos oxidável permanecia no estado metálico.

Se bem que o ouro tenha sido conhecido cinco mil anos ou mais a.C., certamente antes do cobre, não foi objecto de manipulações químicas na Pré-História ou na Antiguidade. Encontramo-lo, com efeito, no estado natural e a sua grande inalterabilidade impedia a fácil preparação de derivados seus.

3. A química doméstica — A tinturaria é uma indústria muito antiga. Não é possível fixar-lhe as origens. Utilizavam-se, na Antiguidade sucos vegetais tirados da garança, do indigueiro, do pastel, por exemplo, para tingir as roupas. A cor púrpura era, entre os Romanos, preparada a partir de um molusco (múrice). Os corantes minerais foram objecto de uma larga utilização como produtos de beleza. A cerusa (carbonato de chumbo) aclarava, pela sua cor branca, a pele das Romanas. O cinábrio (sulfureto de mercúrio) entrava na composição do vermelho para o rosto das Atenienses. As mulheres das regiões do Nilo recorriam à malaquite para pintar o rosto. O minio (Pb_3O_4), utilizado como pintura, servia aos Gregos para betumar os seus navios a fim de proteger a madeira de que eram feitos.

As mais antigas bebidas alcoólicas conhecidas são: a cerveja, obtida por fermentação a partir de cereais, e o vinho, por fermentação alcoólica do açúcar contido no sumo das uvas. No solar de Ulisses, o vinho estava arrumado entre os tesouros e guardado de noite e de dia por uma intendente. Obtinha-se também o vinagre por fermentação acética do vinho.

A conservação das peles por curtume com a ajuda de substâncias vegetais (cascas de carvalho ricas em ácido tânico) pode ser considerada como uma aquisição dos homens da Pré-História. A mumificação dos cadáveres era uma técnica muito perfeita que conservou até aos nossos dias os despojos dos grandes do Egipto. A etapa principal consistia num banho prolongado do cadáver, ao qual tinham sido extraídas as vísceras, o cérebro..., em salmoura durante várias semanas. O corpo era depois impregnado de aromas, de resinas, e envolto em ligaduras.

A preparação dos medicamentos era, no Egipto, uma actividade muito desenvolvida que permaneceu, todavia, próxima da magia e cuja eficácia não está demonstrada.

Os Egípcios conheciam o gesso ($2CaSO_4 \cdot H_2O$), obtido por aquecimento do gipso, ou pedra de gesso ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), alguns sais de cobre, o carbonato de sódio, que existe no estado natural no Egipto, e a potassa. Este último corpo era preparado a partir de cinzas de madeira. Muito cedo os Egípcios souberam fabricar vidro. A origem deste material parece ter estado

nos esmaltes que cobriam as peças de barro para as tornar impermeáveis e para as decorar. Por volta do séc. XIV a.C., esta indústria estava muito desenvolvida, preparando o seu produto a partir de carbonato de sódio e de quartzo, colorindo-o com a ajuda de óxidos metálicos. Na época romana, o vidro egípcio era exportado para todas as regiões do império. Só perto do séc. I d.C. se espalharam na Europa as técnicas de preparação do vidro. Citemos ainda o nitrato de potássio (salitre) e o enxofre, cujos produtos gasosos de combustão são utilizados pelos heróis de Homero na desinfecção dos locais, tal como acontece depois do massacre dos pretendentes, por Ulisses: «... Ela trouxe o fogo e o enxofre, e Ulisses purificou cuidadosamente a sala, o resto da casa e o pátio».

II — As concepções teóricas dos filósofos gregos

Os conhecimentos anteriores eram o fruto do empirismo e tinham um fim prático. Contrariamente aos seus predecessores, os Gregos, desejosos de conhecimento puro, e para quem a actividade técnica e o trabalho manual são desvalorizados em relação aos exercícios do espírito, irão produzir grandes conjuntos teóricos fundados na razão. Haverá dissociação total entre o trabalho quotidiano do artífice, mesmo as simples realidades tangíveis, e as preocupações intelectuais dos filósofos gregos. As teorias que eles elaboraram estão, não obstante, na origem das nossas concepções científicas contemporâneas. O desenvolvimento da química, sobretudo apresentar-se-lhes-á ligado. Entre elas, podemos distinguir dois conjuntos diferentes: as «teorias dos elementos» e a «teoria atómica».

As teorias dos elementos propõem geralmente, embora tal não seja exacto para Platão, uma estrutura contínua da matéria, e divisível até ao infinito. A teoria atómica considera, pelo contrário, que a matéria não é divisível até ao infinito. Existiria uma partícula indivisível: o átomo, espécie de tijolo de base da natureza. A própria palavra atómica significa: que não pode ser dividido.

1. As teorias dos elementos — Tales, filósofo grego de Mileto, na Jónia (Ásia Menor), foi, no séc. VII a.C., um dos primeiros a pensar que o homem pode compreender o universo com o auxílio da sua única razão, sem divinizar as forças da natureza. Supôs que a água é o princípio do mundo, o material de base. O carácter amorfo deste líquido permitia crer que podia dar lugar a todas as qualidades e a todas as proprieda-

des das coisas da natureza. Era um primeiro «elemento». Anaximandro (cerca de 610-545 a.C.) propõe um princípio indefinido, indeterminado, amorfo em todos os planos: o *apeiron*. Anaxímenes (maturidade por volta de 540 a.C.) escolheu o ar como elemento de base. Heráclito de Éfeso (nascido por volta de 540 a.C.), sensível sobretudo à mobilidade e ao devir, vê no fogo o elemento primordial. A chama pode tomar todas as formas. Ela representa a imagem da diversidade da natureza. A matéria, em Parménides (540-450 a.C.), é mais abstracta: a unicidade que está oculta no diverso aparente do mundo é a única realidade. O universo, sendo Uno, é o Ser. Sendo ser a sua única característica, ele está para além da mudança. Tudo nele é pois idêntico. Ele é assim contínuo, homogêneo, imóvel e de simetria esférica. Os nossos sentidos são imperfeitos e dão-nos uma imagem falsa da realidade. Tornando-se a matéria abstracta e totalmente definida no âmbito do Uno, o problema da sua estrutura não se põe. Só então as descrições que implicam vários princípios poderão evoluir de maneira fecunda.

Empédocles (cerca de 485-425 a.C.) admite a pluralidade no princípio do Ser. O fogo, o ar, a água e a terra serão associados em proporções variáveis sob a influência de uma força de atracção, o amor, e de uma força de repulsão, o ódio. Quando domina o amor, todos os elementos estão unidos e o mundo adquire uma simetria esférica análoga à do Universo de Parménides. Quando domina o ódio, há dissociação. Neste sentido, um pluralismo mais radical ainda será professado por Anaxágoras (480-428 a.C.), que admite um número quase infinito de corpos de base.

As teorias dos elementos apresentaram as suas formas mais elaboradas nas obras de Platão e Aristóteles. A inspiração de Platão (427-374 a.C.) filia-se em parte na Escola pita-

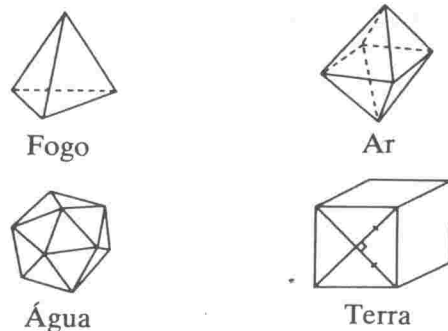


Fig. 1. — A estrutura dos elementos segundo Platão

górica. As coisas do nosso mundo são de algum modo sombras, o reflexo de um mundo perfeito em que as Ideias são seres metafísicos que constituem o real. Os quatro elementos: fogo, ar, água, terra, se bem que geradores da matéria, não constituem os princípios primeiros dos corpos. São os números que representam a chave das transformações. Eles são não apenas o modelo da matéria, regulando e ordenando tudo, mas eles próprios são também matéria física. Platão irá conceber a matéria como uma forma geométrica, um volume. Os elementos serão pois, necessariamente, volumes, isto é, espaços limitados por superfícies. Ora, qualquer superfície se pode reduzir a triângulos de base. Platão, porque estes lhe parecem obedecer a uma estética matemática, escolhe dois triângulos: o triângulo rectângulo isósceles e o triângulo equilátero. Com este último, Platão forma três poliedros regulares: tetraedro, octaedro e icosaedro, que contêm, respectivamente, 4, 8 e 20 triângulos de base. Com o triângulo rectângulo isósceles forma um cubo. Ora, o fogo é o mais leve, o mais móvel dos elementos. Corresponde portanto ao tetraedro que, tendo apenas quatro triângulos constitutivos, é o mais pequeno dos poliedros, logo o mais leve. Se o fogo destrói tudo, isso deve-se às arestas agudas da sua figura. Platão pensa que o cubo é o poliedro mais estável. Esta figura representa, pois, a terra e a sua massividade. De acordo com critérios semelhantes, o octaedro corresponderá ao ar e o icosaedro à água.

Os elementos podem sofrer uma dissociação nos seus triângulos de base. Estes últimos recombina-se então eventualmente segundo uma outra figura. Por exemplo:

$$1 \text{ Ar} \quad \rightarrow \quad 2 \text{ Fogo}$$

(8 triângulos equiláteros) (2 × 4 triângulos equiláteros)

Aristóteles (384-322 a.C.) considera um universo mais tangível que o de Platão, em que a matéria é irreal. Entrega-se a múltiplas e minuciosas observações, sobretudo no domínio das ciências naturais.

Para que as modificações da matéria, a realização das potencialidades dos seres físicos se efectuem, é necessário que exista como fundamento destes seres um mesmo substrato. Tal substrato deve poder adaptar-se a todas as diversidades. É, pois, uma matéria-prima amorfa em todas as extensões da palavra e que pode portanto assumir todas as «formas» possíveis. O substrato torna-se matéria sensível porque a ele se juntam propriedades e qualidades que irão ser a sua «forma». Estas qualidades são em número de quatro: quente, frio, seco

e húmido, e dispõem-se por pares contrários: quente-seco, quente-húmido, frio-húmido, frio-seco. O primeiro destes pares corresponde ao elemento fogo, o segundo ao ar, o terceiro à água e o quarto à terra.

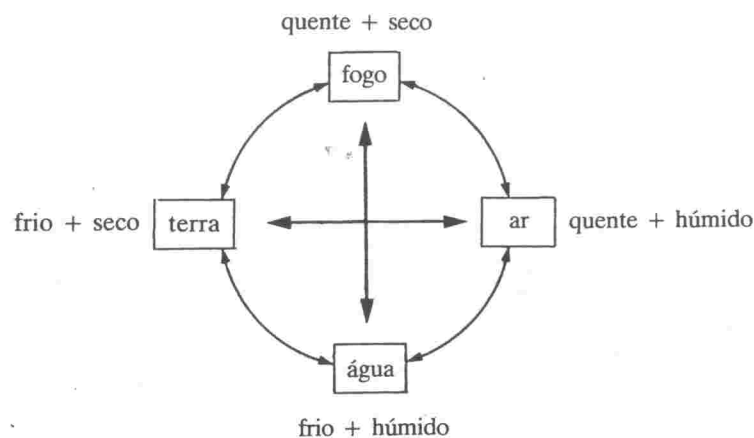


Fig. 2 — Transformação dos elementos segundo Aristóteles. O processo pode ser cíclico (muda uma só qualidade), ou em cruz (mudam as duas qualidades)

Aristóteles pensa, tal como Platão, que os elementos se podem transformar uns nos outros. Para tal é necessário, no âmbito da sua teoria, mudar uma das qualidades do par na sua contrária. As duas qualidades podem também mudar ao mesmo tempo, mas o processo é então mais difícil.

Aristóteles considera que a cada elemento corresponde um lugar para o qual ele tende naturalmente. O fogo encontra-se no «limite», o que quer dizer que sobe. O elemento terra tende para o «centro»: desce. Trata-se de uma tentativa para interpretar o pesado e o leve, através de uma referência, que é uma propriedade intrínseca, à matéria. A «gravidade», a «atração universal» só serão descobertos e estudados bem mais tarde, no séc. XVII, por Newton.

A mudança e o movimento observam-se na natureza porque existe um Motor primordial perfeito. Sendo perfeito, ele é aquilo de que tudo tenta aproximar-se. É esta profunda aspiração das coisas para Ele que as anima e as faz evoluir, as faz mudar de «forma».

As teorias dos elementos nas suas concepções mais elaboradas, tal como as conceberam Platão e Aristóteles, com possibilidades de transmutação de um elemento noutra, deram grandes esperanças aos pensadores da Idade Média, em que será viva a febre da experimentação. Pode-se dizer que Aristóteles, nomeadamente, está parcialmente na origem dos esforços posteriores dos alquimistas. As noções elementais irão encontrar um terreno tão favorável que o atomismo, cuja teoria vamos examinar, irá ser completamente abandonado na época medieval.

2. A teoria atômica — Para Leucipo, nascido por volta de 480 a.C., definir a matéria, a existência, isto é, o Ser, implica também definir o não-Ser, o que não é nada: o vazio completo. A matéria e o vazio devem, pois, intervir ambos ao próprio nível da constituição do mundo. Segue-se que a matéria não é uniformemente cheia. Nem homogênea, nem contínua, esta pode ser dividida nos seus cheios e no seu vazio. A estas partes de cheio, os Gregos chamar-lhe-ão «átomos»: aquilo que não se pode dividir. Cada átomo é assim um universo fechado, completo, que se assemelha ao universo global de Parménides. Estas ideias foram desenvolvidas sobretudo por Demócrito (460-370 a.C.), aluno de Leucipo. Demócrito pensa que nada permite atribuir uma forma única aos átomos. A imensa diversidade das geometrias que isso implica, aliada às múltiplas maneiras como os átomos se podem associar mecanicamente pelas suas asperezas, permite explicar a formação de tudo o que existe.

É, no entanto, ao poeta romano Lucrecio (98-55 a.C.) que se deve a explicação mais completa sobre o atomismo da Antiguidade. Na sua obra *Da natureza*, ele descreve as concepções do filósofo grego Epicuro (341-270 a.C.). No universo existiria um «alto» e um «baixo» absolutos. Os átomos, transportados pelo seu próprio «peso», caem no vazio imenso, como gotas de chuva. Um declínio imperceptível, devido ao acaso, permite-lhes encontrarem-se, misturarem-se, graças às suas asperezas, aos seus ganchos, produzir agregados, isto é, matéria.

Os corpos duros devem a sua coesão a átomos muito recurvados intimamente entrelaçados. Os líquidos são formados por corpúsculos lisos e redondos que não podem manter-se unidos e deslizam facilmente de um filtro porque os seus átomos são de maior tamanho. Lucrecio poderá assim interpretar de modo mecânico pelo atomismo todos os fenómenos da natureza: gosto, cor, visão, sonhos e até centauros ou fantasmas!

3. Devir das teorias gregas sobre a matéria — Epicuro não propõe a sua teoria atômica com o objectivo essencial de produzir um sistema explicativo do Universo. Ele procura libertar o homem das suas angústias. Com efeito, o homem tem medo da morte, do além, do castigo dos deuses. Ora, a sua alma, composta por átomos muito subtis, dissocia-se, como o seu corpo, quando ele morre. Nada resta de um indivíduo, uma vez que ele é apenas matéria. Não é pois necessário ter medo de um castigo, posto que os deuses, instalados nos intermundos, não se ocupam das coisas dos homens.

O materialismo que está na base do atomismo opõe esta teoria à dos elementos. Uma semelhante oposição é mais profunda que a oposição evidenciada ao nível do carácter contínuo ou descontínuo da matéria. Na verdade, as teorias dos elementos não terminam totalmente no seu esforço de positividade e de racionalização da natureza. Elas conservam a recordação do tempo em que o fogo, o ar, a água e a terra eram potências divinas cuja mitologia conta o papel e as aventuras no universo. Os elementos participam ainda, num certo grau, do grande sopro divino. Aristóteles tem necessidade de um Motor imóvel, imagem da divindade, para mover o mundo. A ideia de Deus impregna toda a obra de Platão. Foi Deus que harmonizou matematicamente os elementos. Concebe-se então que, na Antiguidade e na Idade Média, épocas em que o homem tinha o seu espírito muito preocupado com a salvação, com a divindade, a teoria atômica, dado o seu carácter materialista, tinha tido pouco ou nenhum sucesso. As teorias dos elementos correspondiam melhor à mentalidade dos indivíduos. Será necessário esperar pela Renascença e pelo séc. XVII para que o homem, voltando-se para si mesmo com a corrente humanista, comece a introduzir na química as concepções atômicas. A química aparecerá assim depois tanto mais científica quanto mais se separar das noções elementais para integrar em si, como sistema explicativo, o atomismo. Todo o desenvolvimento do pensamento químico até aos nossos dias dependerá pois das influências respectivas dos dois sistemas teóricos concebidos pelos filósofos gregos. Cada um deles será alternadamente retomado, abandonado, enriquecido, ou mesmo aliado do outro, numa tentativa de síntese.