

Desse modo, ao reconsiderar todas as possibilidades teóricas no encontro de maio da Sociedade Americana de Física, Koonin conseguiu fazer com que as justificativas parecessem absurdas. Conforme ele disse a um jornalista do *New York Times*:

Não há problema em teorizar sobre como a fusão em um cátodo de paládio poderia ocorrer (...) também poderíamos teorizar sobre como os porcos se comportariam se tivessem asas. Mas porcos não têm asas!
(Mallove, 1991, p. 143)

Em um contexto em que a evidência experimental mingua rapidamente, não era de admirar que a maioria dos físicos preferisse seguir a ciência reconhecida.

Não há dúvidas de que Koonin representa a visão convencional, mas como acontece tipicamente em controvérsias científicas em que os experimentos parecem ir contra a teoria predominante, há muito mais a ser dito. De fato, durante todo o episódio da fusão fria, várias sugestões foram apresentadas sobre como o fenômeno poderia acontecer na escala necessária e, ademais, como poderia acontecer sem que nêutrons fossem produzidos. Algumas das propostas mais importantes vieram dos físicos Julian Schwinger, ganhador do prêmio Nobel, e do especialista em raios laser Peter Hagelstein, do MIT, que ajudou a inventar o laser de raio X. Uma abordagem é pensar de que maneira uma incomum reação de fusão em que nêutrons não são produzidos poderia gerar excedente de calor, com energia sendo transferida para a rede de paládio. Hagelstein, valendo-se de idéias da física do laser, também propôs a fusão coerente, em que séries de reações de fusão acontecem em uma espécie de efeito dominó.

Com resultados experimentais sob suspeita, a maioria dos teóricos não vê razão para se dedicar a idéias tão exóticas. Isso faz lembrar o caso dos neutrinos solares (ver capítulo 7), quando muitas teorias especulativas foram desenvolvidas a fim de

explicar a discrepância entre o corpo teórico prevalente e as descobertas experimentais. Embora a discordância, nesse caso, envolvesse apenas um fator de três, nenhuma das teorias alternativas foi universalmente aceita. Parece improvável que, falando agora de uma discordância com um fator de 57 ordens de grandeza (10 com 56 zeros depois dele) e em que os resultados experimentais têm muito menos credibilidade, as doutrinas consagradas sejam suplantadas. Não há dúvidas de que Hagelstein levou as teorias alternativas muito a sério — ele até entrou com pedidos de patentes para dispositivos baseados nas suas. Os riscos de seguir essas teorias além do mero “e se...” (isto é, tratá-las como candidatas sérias em vez de puras especulações) estão bem exemplificados no seu caso: tem havido boatos persistentes de que a estabilidade do emprego de Hagelstein no MIT ficou em perigo depois que ele começou a propor explicações teóricas para a fusão fria.

Credibilidade

A disputa entre proponentes e críticos em controvérsias científicas é sempre uma disputa por credibilidade. Quando os cientistas fazem alegações literalmente incríveis, como no caso da fusão fria, a batalha a enfrentar é árdua. Pons e Fleischmann tinham de vencer o problema de possuírem credibilidade como eletroquímicos, mas não como físicos nucleares — e é no campo da física nuclear que o trabalho de ambos teria maior probabilidade de exercer um impacto mais profundo.

Qualquer afirmação de ter registrado uma fusão fria (especialmente quando feita de maneira tão imodesta e pública) estava fadada a pisar nos calos dos físicos nucleares e físicos de fusão, que já haviam reivindicado esse território. Uma vasta quantidade de dinheiro, perícia e equipamento haviam sido investidos em programas de fusão quente e seria ingênuo pen-

sar que tal fato não afetou, de alguma maneira, a acolhida dada a Pons e Fleischmann.

Isso não significa que os físicos nucleares rejeitaram as afirmações categoricamente (embora alguns tenham) ou que foi apenas uma questão de querer assegurar investimentos de bilhões de dólares (embora a ameaça por parte do Departamento de Energia de transferir financiamentos destinados à fusão quente para a pesquisa de fusão fria colocasse em perigo os interesses da física nuclear) ou que se tratou de um preconceito irrestrito dos físicos em relação aos químicos (embora alguns indivíduos possam ter sido preconceituosos a esse ponto). Simplesmente, nenhum cientista poderia esperar que fosse possível desafiar um grupo tão poderosamente constituído sem arriscar a própria credibilidade. Previsivelmente, a objeção a Pons e Fleischmann foi mais severa na área em que os físicos sentem mais em casa: a das determinações de nêutrons.

As medições de nêutrons

Para muitos físicos, as medições de nêutrons representavam a melhor evidência a favor da fusão. No entanto, paradoxalmente, elas foram o elo mais fraco das alegações de Pons e Fleischmann. Conforme vimos, essas determinações foram realizadas mais tardiamente e sob pressão de outras pessoas. Para complicar a situação, nem Pons nem Fleischmann eram peritos nisso.

Foi em Harwell, durante um seminário dado por Fleischmann logo depois do comunicado de março, que a primeira suspeita das dificuldades envolvidas iria surgir. Ao apresentar sua evidência, Fleischmann mostrou um gráfico do pico de raios gama obtido por Hoffman da água onde a célula estava imersa. Para os físicos presentes, familiarizados com esse espectro, o pico dava a impressão de estar na energia errada —

aparecia em 2,5 MeV quando, na realidade, o valor esperado para raios gama produzidos por nêutrons do deutério deveria ser 2,2 MeV. Tinha-se a impressão de que ocorrera um certo desvio durante a calibração do detector de raios gama, mas não era possível ter certeza absoluta, porque Fleischmann não estava com os dados brutos em mãos e tampouco havia feito as medições pessoalmente. Em todo caso, quando o gráfico foi publicado na revista *Journal of Electroanalytical Chemistry*, o pico apareceu no nível correto, de 2,2 MeV.

Não está claro se o aparecimento de duas versões se deve a uma ajeitada ou a erros e dúvidas genuínas sobre o que havia sido medido. Frank Close, em seu livro *Too Hot to Handle* [Quente Demais para Manusear], que foi alvo de intensa publicidade e no qual apresenta sua visão cética da fusão fria, sugere que o gráfico foi deliberadamente alterado — uma acusação levantada pelo jornalista de ciência William Broad, em um artigo do *New York Times* de 17 de março de 1991. Contudo essas acusações deveriam ser tratadas com cautela. Close, em particular, caiu na armadilha de expor as partes ruins dos experimentos dos defensores enquanto apresentou os experimentos dos críticos como claros e conclusivos. Um relato parcial como esse serviu, no máximo, para reafirmar a vitória dos críticos.

As determinações de nêutrons logo foram submetidas a outras avaliações minuciosas. Richard Petrasso, do Centro de Fusão de Plasma do MIT, também notou que o formato do pico de raios gama parecia errado. A dificuldade em discutir o assunto mais elaboradamente vinha do fato de Pons e Fleischmann não terem revelado ainda seu espectro de raios gama de fundo. O que os cientistas do MIT fizeram foi conseguir uma espécie de furo jornalístico. Eles obtiveram o vídeo de um noticiário, mostrando o interior do laboratório de Pons e Fleischmann, onde se via o espectro de raios gama em uma apresentação em monitor de vídeo. Petrasso concluiu que o alegado pico não poderia existir a 2,2 MeV e que, além do mais, seria impossível

ver um pico tão estreito com o instrumento utilizado; a ausência de uma borda Compton também o eliminava como candidato viável para a captura de nêutrons. A conclusão do grupo do MIT foi que esse pico era “provavelmente um artefato instrumental não relacionado com interações de raios gama”.

Os relatórios preliminares foram apresentados por Petrasso no encontro de Baltimore, com grande estilo. Juntamente aos resultados negativos do Cal Tech, eles teriam um impacto decisivo no rumo da controvérsia que já mapeamos.

A crítica às medições de nêutrons foi, enfim, publicada na revista *Nature*, com a réplica de Pons e Fleischmann. Embora Pons e Fleischmann tenham explorado ao máximo o fato de o MIT ter utilizado um vídeo de noticiário como fonte de evidência científica (ressaltando que o que havia sido reportado por Petrasso como uma curiosa estrutura não passava de um cursor eletrônico e negando, assim, que o vídeo mostrara qualquer medição legítima), os dois químicos de Utah haviam sido colocados na defensiva. Eles publicaram seu espectro completo sem um pico em 2,2 MeV, mas alegando ter evidência de um novo pico em 2,496 MeV. Apesar de não conseguirem explicar esse pico em termos de algum processo de fusão de deutério conhecido, ambos sustentaram que era produzido por uma irradiação proveniente da célula. Habilmente, tentaram inverter a argumentação de Petrasso, dizendo que se, de fato, o instrumento utilizado não fosse capaz de detectar esses picos, então a ausência de um de 2,2 MeV não deveria por si só ser considerada evidência contra a fusão. O MIT, por sua vez, respondeu que o pico de 2,496 MeV estava, na realidade, em 2,8 MeV.

Para muitos cientistas, esse episódio significou que o principal argumento a favor da fusão havia caído por terra, mas há outra interpretação possível. É o fato de a melhor evidência de fusão sempre ter vindo de medidas de excedente de calor, o ponto forte dos experimentadores. As medições nucleares rea-

lizadas às pressas sempre haviam sido difíceis de compreender, porque o número de nêutrons observado era muito pequeno. Ao tentar dizer a verdade sobre as dificuldades de interpretar seus dados nucleares, Pons e Fleischmann estavam tentando chamar a atenção de volta para o ponto central da argumentação de ambos — as medições de excedente de calor. De fato, quando eles finalmente publicaram seus resultados completos em julho de 1990, o artigo praticamente só tratava de calorimetria — nenhum dado sobre nêutrons foi incluído.

O problema foi que para muitos físicos os dados nucleares é que haviam despertado o interesse em primeiro lugar e, em vista da frágil evidência sobre os nêutrons, os resultados calorimétricos sobravam como meras anomalias, possivelmente de origem química. Além disso, os problemas com as determinações nucleares poderiam facilmente ser utilizados para demonstrar a incompetência de Pons e Fleischmann como cientistas experimentais. Apesar dos dois pesquisadores de Utah serem considerados especialistas em eletroquímica, essa situação de “culpado por associação” parece ter dado certo para os críticos e ajudou a desacreditar todo o experimento.

Conclusão

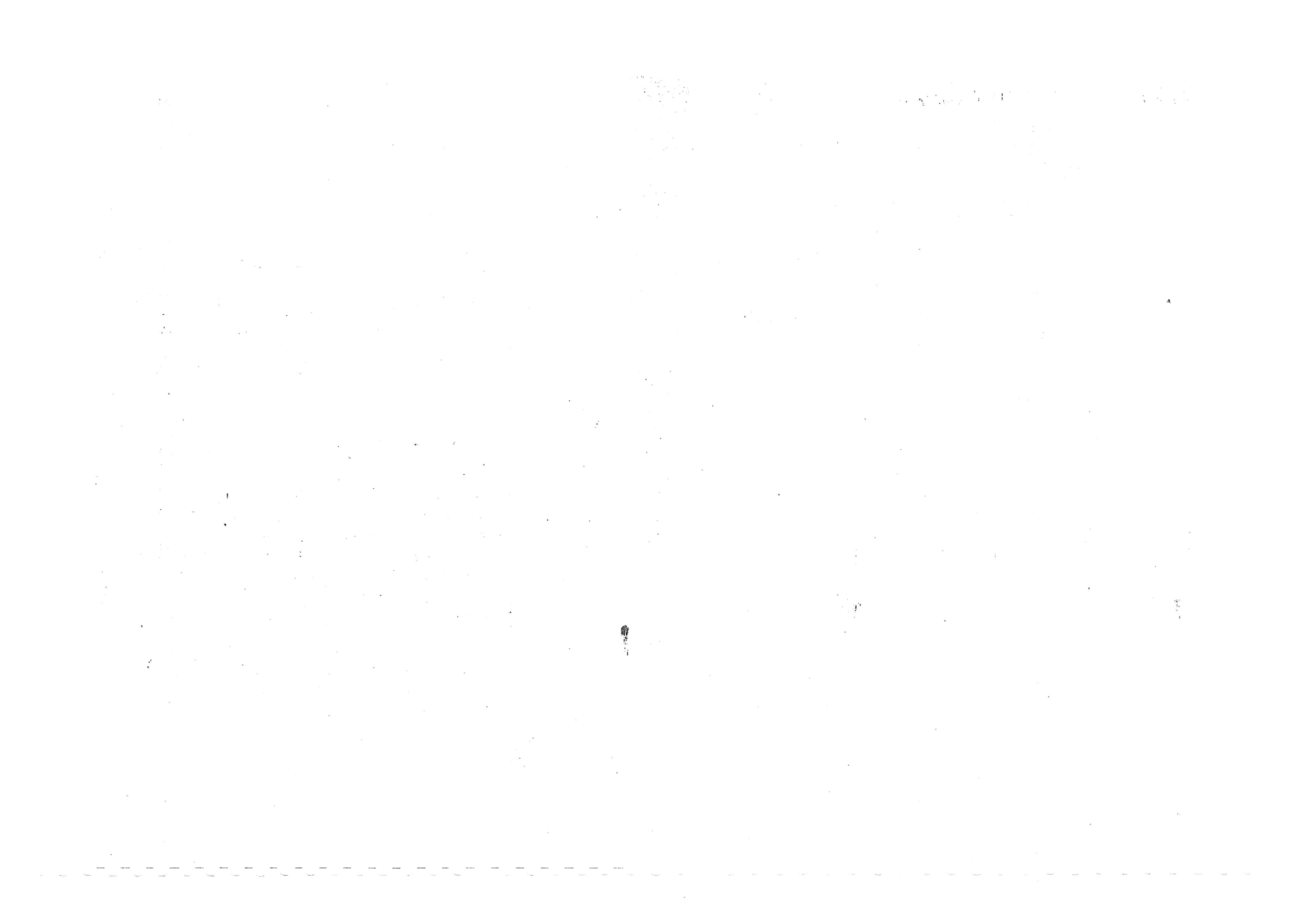
Como havia muito em jogo na controvérsia sobre a fusão fria, acontecimentos que normalmente não vêm à tona no processo de gerar ciência ficaram expostos. Esse episódio é, muitas vezes, usado como exemplo para mostrar que existe algo errado com a ciência moderna. Diz-se que os cientistas reivindicaram descobertas de peso baseados em muito pouco e diante de uma audiência numerosa. Diz-se que as coletivas de imprensa substituíram as revisões de colegas. Falsas esperanças de uma nova era de energia sem limites foram levantadas para desmoronarem logo a seguir.

Essa interpretação é infeliz. Pons e Fleischmann não parecem ter sido mais ávidos ou interessados em publicidade do que qualquer cientista mais prudente que acreditasse ter nas mãos uma descoberta importante, com enormes possibilidades comerciais. Assegurar patentes e envolver-se com coberturas da mídia são partes da ciência moderna de que não se pode escapar, uma ciência em que o reconhecimento institucional e o financiamento são cada vez mais importantes. Não há como voltarmos atrás no tempo até alguma era de ouro mítica em que os cientistas eram verdadeiros cavalheiros (eles nunca foram, de qualquer maneira, como a história nos tem ensinado nos últimos anos). Na fusão fria, encontramos uma ciência normal. É nossa imagem da ciência que precisa de mudança, não a maneira como ela é conduzida.

Os germes da discórdia: Louis Pasteur e as origens da vida

Geração espontânea é o nome dado à doutrina segundo a qual, nas condições corretas, é possível criar vida a partir de matéria inanimada. Em certo sentido, quase todos nós acreditamos na geração espontânea, porque aceitamos que a vida surgiu de um caldo químico primordial que cobria a Terra recém-formada. Isso, entretanto, é visto como algo que aconteceu lentamente, ao acaso, e apenas uma vez na história do planeta; seria muito improvável presenciar tal fenômeno durante nossa existência.

A questão da origem da vida é, claro, tão antiga como a capacidade de refletir, mas na segunda metade do século 19 o debate tornou-se intensamente acalorado na comunidade científica. Novas formas de vida podem ser geradas, repetidamente, a partir de material estéril, em minutos ou horas? Quando um frasco contendo nutrientes fica bolorento é porque foi contaminado com vida preexistente que se dissemi-



Para saber mais

HISTÓRIA DA QUÍMICA

G. S. Kirk, J. E. Raven & M. Schofield. *Os Filósofos Pré-Socráticos. História crítica com seleção de textos*. 4ª ed. Tradução portuguesa de C. A. L. Fonseca.

Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1990.

Capítulo XV — “Os Atomistas: Leucipo de Mileto e Demócrito de Abdera”,

pp. 425 — 458 (excertos).

545—Pois alguns dos antigos pensaram que o que é tem necessariamente de ser uno e imóvel, já que o vazio não existe e que o movimento não seria possível sem a existência separada de um vazio, e que, além disso, não poderia haver uma pluralidade sem algo a separá-la. E se alguém pensa que o universo não é contínuo, mas que consiste em pedaços divididos em contacto uns com os outros, uma tal opinião não difere, segundo eles, da afirmação de que ele é plural, e não uno, e que está vazio. É que, se ele é por toda a parte divisível, não existe unidade, e, por isso, não há pluralidade, e o todo é vazio. Se, por outro lado, ele é divisível num lugar e não noutra, tal facto afigura-se a uma ficção. Pois, até que ponto é ele divisível, e porque é que uma parte do todo se encontra assim — cheia — e uma outra, dividida? Uma vez mais, é igualmente necessário que não haja movimento ... Contudo, Leucipo pensou ter argumentos que defenderiam o que é compatível com a percepção sensorial e não aboliriam o nascimento ou a morte ou o movimento ou a pluralidade dos seres existentes. Concorda com as aparências até este ponto, mas aos que defendem o Uno, concede-lhes que não haveria movimento sem o vazio, e afirma que o vazio é não-ser e que nenhuma parte do que é não-ser — já que o que é no verdadeiro sentido, é um ser totalmente cheio. Mas um tal ser, diz ele, não é uno; há um número infinito, e são invisíveis devido à pequenez das partículas. Estas movem-se no vazio (pois o vazio existe), e quando se juntam, dão origem ao nascimento, e quando se separam, causam a destruição. São activas e passivas, onde quer que aconteça entrarem em contacto (o contacto não as converte em uma), mas quando se combinam umas com as outras e se emaranham, geram algo. Do que é verdadeiramente uno não podia originar-se uma pluralidade, nem uma unidade, do que é verdadeiramente uma pluralidade — isso é impossível. Mas, assim como Empédocles e alguns outros filósofos afirmam que as coisas são afectadas através dos respectivos poros, assim, na sua opinião, se verifica também toda a alteração e afecção; a dissolução e a destruição, e, semelhantemente, o crescimento, ocorrem, quando objectos sólidos se introduzem através do vazio.

546 Alguns transigiram com estes dois argumentos — o de que tudo é uno, se o que é significa uma coisa, ao declararem que o que não existe, e o argumento procedente da dicotomia, ao postularem gran-

Aristoteles apresenta, de forma plausível, a teoria de Leucipo acerca das partículas invisíveis infinitivamente numerosas, que se movem num vazio, como sendo destinada a reconciliar o testemunho fornecido pelos nossos sentidos com a metafísica dos Eleatas. Consoentemente, nem a fidedignidade do testemunho sensorial nem a validade do raciocínio eleático é aceite por Leucipo sem restrição. As principais discrepâncias entre os Atomistas e os Eleatas são sucintamente descritas em 546¹ (mas sem lhes atribuir uma autoria). (i) Leucipo postulou a existência do não-ser, que (na esteira de Melisso) identificou com o vazio. Assim, conforme sublinha o trecho 545, ele foi capaz de explicar a possibilidade do movimento e a pluralidade (os dois principais aspectos da experiência sensorial por ele considerados como verídicos), mediante a aceitação da tese eleática, de que eles só podem existir, se houver vazio². (ii) Os Atomistas rejeitaram a tentativa de Zenão para demonstrar que os membros de uma pluralidade são infinitamente divisíveis e que, por isso, estão sujeitos a absurdas consequências. O passo 545 não explicita com exactidão o modo como Leucipo expressou a sua resposta à versão do argumento de Zenão, que reproduz. A sua atitude respeitante a isso encontra-se, talvez, indicada na frase que começa por: «Do que é verdadeiramente uno ...» Sendo assim, parece ter ele aceite que a noção de divisibilidade — quer divisibilidade «em toda a parte» ou apenas «até

um certo ponto» — é, de facto, intolerável, e, conseqüentemente, declarou que nenhuma das suas infinitas pluralidades de partículas é divisível, mas que cada uma é uma verdadeira unidade³. Esta insistência na unidade das suas partículas sugere que, ao reagir assim contra Zenão, estava a explorar a conclusão de Melisso, contida em 537: «Assim, pois, se houvesse uma pluralidade, as coisas teriam de ser precisamente da mesma natureza do uno.» Leucipo, provavelmente, concordou tanto com a premissa de Melisso, de que os nossos sentidos são guias enganadores para o conhecimento da natureza das pluralidades, como com a sua conclusão, de que, se há de haver uma pluralidade, cada um dos seus membros deve ser tal como é o ser uno de Melisso. E, de facto, ele continua a dotar as suas próprias partículas com algumas das propriedades que Melisso, em 533 e 534, sustenta serem derivadas, em última instância, da unidade e do ser — em particular, a plenitude, a falta de mudança interna e a impassibilidade (cf. 555-7)⁴. (É curiosamente difícil encontrar um texto que denomine expressamente os átomos de não-criados e impercíveis, se bem que tais noções estejam implícitas na frequente descrição dos átomos e do vazio, como elementos e princípios: e.g. 555).

TESTEMUNHO DOS SENTIDOS

548 Além disso, também, as mesmas coisas se afiguram a muitos dos animais em boas condições de saúde completamente opostas ao que nos parecem a nós, nem o mesmo indivíduo emite sempre os mesmos juízos acerca de como as coisas lhe parecem no que diz respeito à percepção sensorial. Qual delas, pois, é verdadeira ou falsa, é o que não é claro, porquanto não são mais verdadeiras umas que outras, já que se encontram em pé de igualdade. Eis o motivo pelo qual Demócrito, em qualquer caso, afirma que nada é verdadeiro ou não nos é patente.

549 Por vezes, Demócrito nega aquilo que parece aos sentidos, e diz que nada disso parece concordar com a verdade, mas apenas concordar com a opinião: a verdade nas coisas reais é que há átomos e vazio. «Por convenção doce», diz ele, «por convenção amargo, por convenção quente, por convenção frio, por convenção cor: mas na realidade, átomos e vácuo.»

550 E afirma ele uma vez mais (fr. 10): «Ora ficou de muitas maneiras claro que, na realidade, não compreendemos o que é ou não é cada coisa». E, em *Sobre as Formas* (fr. 6): «Uma pessoa deve conhecer, segundo esta regra, que está afastada da realidade.» E uma vez mais (fr. 7): «Este argumento mostra, também, que, na realidade, nada sabemos acerca do que quer que seja; mas para cada um de nós há um rearranjo — uma opinião.» E ainda (fr. 8): «Contudo, evidente será que conhecer na verdade a natureza das coisas é tarefa desconcertante.»

Embora Leucipo defendesse que os sentidos nos dão notícia, por forma segura, de que há uma pluralidade de seres e de que existe movimento, contudo deve ter considerado falso muito do que eles nos transmitem, particularmente no que concerne à natureza de tais pluralidades. É que o seu comprometimento com os princípios eleáticos exigiam dele a defesa de que nada do que verdadeiramente existe pode mudar ou nascer ou perecer. Evidente é, contudo, que foi Demócrito quem desenvolveu uma crítica completa contra a credibilidade dos sentidos.

Em 548, Aristóteles explica que Demócrito foi levado a tomar a sua própria posição pela mesma espécie de considerações que conduziram Protágoras à ideia alternativa de que toda a aparência é verdadeira, mas apenas em relação à pessoa que a experimenta: assim, um só e mesmo vento é quente (para ti), se ele te parece quente, e é frio (para mim), se ele me parece frio. Enquanto Protágoras conclui que ambas as aparências são verdadeiras, Demócrito, não preparado para abandonar uma concepção objectiva da verdade, decide que nenhuma delas o pode ser. Deste modo, Aristóteles atribui-lhe uma razão para desconfiar dos sentidos, independente da crítica de Melisso exposta em 537. A atribuição é apoiada pelo testemunho independente de que Demócrito rejeitou a teoria de Protágoras respeitante à verdade, e de que dele discordou no emprego que este fez do princípio οὐ μᾶλλον (o princípio «não mais isto do que aquilo») ². E atractivo é interpretar a esta luz o tratamento dado por Demócrito às qualidades secundárias

dárias de 549: as contradições nas aparências exemplificadas no caso do vento mostram, não que as aparências sejam relativamente verdadeiras, mas antes que podia ser apenas uma decisão arbitrária da nossa parte chamar o vento quente ou frio. Em qualquer caso, 549-50 fornecem um amplo testemunho (cf. também fr. 117) de que, como sustentaram Aristóteles e Sexto, Demócrito se entregou, certamente, a um cepticismo de longo alcance acerca da fidedignidade dos sentidos — se não mesmo acerca da possibilidade de conhecimento de qualquer espécie.

OS ÁTOMOS E O VAZIO

555 Leucipo e seu companheiro Demócrito sustentam que os elementos são o cheio e o vazio, aos quais dão o nome de o que é e o que não é, respectivamente. O que é é cheio e sólido, o que não é é vazio e subtil. Visto o vazio existir em não menor grau que o corpo, segue-se que o que não é não existe menos do que o que é. Os dois juntos constituem as causas materiais das coisas existentes. E tal como aqueles que fazem uma só da substância fundamental, geram as outras coisas por intermédio das suas modificações e postulam a rarefacção e a condensação como origem dessas modificações, assim também estes homens dizem que as diferenças [sc. entre os seus elementos] são as causas das outras coisas. Segundo eles, estas diferenças são três — forma, ordem e posição; o ser, dizem eles, difere apenas no «ritmo, contacto e revolução»; o «ritmo» é a forma, o «contacto», a ordem, e a «revolução», a posição; é que A difere de N na forma, AN de NA na disposição, e Z de N na posição.

556 Demócrito ... designa o espaço pelos seguintes nomes: «o vazio», «o nada» e «o infinito», ao passo que a cada substância individual ele chama «coisa» [i.e. «nenhuma coisa» sem o adjectivo «nenhuma»]*, «compacto» e «ser». Pensa ele que as substâncias são tão pequenas, que escapam aos nossos sentidos, se bem que possuam toda a espécie de formas, de feitios e diferenças de tamanho. Deste modo, consegue ele, a partir delas, como a partir dos elementos, criar, por agregação, massas perceptíveis à vista e aos demais sentidos.

557 Diziam eles [sc. Leucipo, Demócrito, Epicuro] que os primeiros princípios eram infinitos em número e pensavam que tais princípios eram átomos indivisíveis e impassíveis devido à sua natureza compacta e sem qualquer vazio no seu interior; é que a divisibilidade, segundo eles, surge em virtude do vazio existente nos corpos compostos ...

A FORMAÇÃO DOS MUNDOS

Após termos considerado a atitude dos Atomistas à luz dos princípios eleáticos e dos sentidos, encontramos-nos agora em condições de explorar o sistema por eles erguido sobre as bases lançadas em 545-6, 548-50 e 554. Os trechos 555-7 (cf. também *Simpl. in Phys.* 28, 7-27, procedente de Teofrasto) dão-nos uma informação mais completa acerca dos átomos e do vazio. Ao que é corpóreo ou sólido, que é dado como sendo equivalente ao cheio (cf. *Melisso*, 534), é atribuída realidade, e, por consequência, exclui o vazio ou interstícios de qualquer espécie. Mas, segundo 557, o que está cheio e sólido, deve ser indivisível, ou, por outras palavras, deve ser um átomo (indivisível apenas fisicamente, não conceptualmente, como é de supor, já que, por exemplo, os átomos diferem de tamanho (556))¹. Os átomos são concebidos como sendo muito pequenos, tão pequenos, de facto, que são invisíveis (556), embora Demócrito possa ter sustentado «ser possível que haja um átomo do tamanho do universo» (*Écio* 1, 12, 6, DK 68 A 47). Tais átomos encontram-se dispersos pelo vazio infinito, e são infinitos em número e em formato². É sobretudo na forma e na disposição que eles diferem uns dos outros (555-6): todas as diferenças «qualitativas» dos objectos (que são conglomerados de átomos) dependem, por isso e apenas, de diferenças quantitativas e locais. Ao vazio, apesar de identificado com o que não é, é concedida existência. Difícil é compreender como é que os Atomistas justificaram este paradoxo. Talvez a sua ideia fosse a de que, quando um lugar não está ocupado por o que quer que seja, então, na medida em que o ocupante — «o vazio» — é nada, não existe, mas na medida em que ocupa um lugar, existe. De acordo com esta interpretação, o vazio não é (como supõe 556) «espaço» ou «lugar», mas uma entidade mais misteriosa, a negação da substância³.

563 Leucipo sustenta que o todo é infinito ... que parte dele está cheia e parte vazia ... Daqui surgem mundos inumeráveis, que se dissolvem de novo nestes elementos. Os mundos originam-se da seguinte maneira: muitos corpos de todas as espécies de formas movem-se «por abscisão a partir do infinito» para o interior de um grande vazio; aí se juntam e produzem um redemoinho único, no qual, colidindo uns com os outros e revolvendo-se de todas as maneiras, começam a separar-se, o semelhante para o semelhante. Mas quando o seu grande número os impede de continuar a rodar em equilíbrio, os que são leves dirigem-se para o vazio circundante como que joeirados, ao passo que os restantes «permanecem juntos» e, emaranhando-se uns nos outros, unem os seus movimentos e fazem uma primeira estrutura esférica. Esta estrutura mantém-se à parte como uma membrana que contém em si todas as espécies de corpos; e à medida que estes rodopiam, devido à resistência do centro, a membrana circundante torna-se fina, enquanto os átomos contíguos continuam a correr juntos, em virtude do seu contacto com o redemoinho. Assim, a terra se gerou, permanecendo juntos, no mesmo lugar, os átomos, que tinham sido levados para o centro. Uma vez mais, a membrana, que os contém, aumenta, devido à atracção dos corpos do exterior; à medida que redopia no remoinho recebe no seu interior tudo aquilo em que toca. Alguns destes corpos, que se emaranham, formam uma estrutura, que a princípio é húmida e lamacenta, mas à medida que revolvem com o redemoinho do todo, secam e, em seguida, incendiam-se para formar a substância dos corpos celestes.

564 Leucipo e Demócrito envolvem o mundo numa «capa» ou «membrana» circular, que se formou por intermédio dos átomos curvos, ao emaranharem-se uns nos outros.

565 Demócrito defende o mesmo ponto de vista, que Leucipo, acerca dos elementos, o cheio e o vazio ... ele falou como se as coisas, que existem, estivessem em constante movimento no vazio; e há mundos inumeráveis, que entre si diferem no tamanho. Nalguns mundos não há Sol nem Lua, noutros eles são maiores do que os do nosso mundo, e noutros, mais numerosos. Os intervalos entre os mundos são desiguais; nalgumas partes há mais mundos, noutras menos; alguns estão a aumentar, outros no seu auge, outros a diminuir; nalgumas partes estão a surgir, noutras a desaparecer. Destroem-se por mútua colisão. Há alguns mundos desprovidos de criaturas vivas ou plantas ou qualquer humidade.

A descrição, de 563, acerca da formação dos mundos (formalmente atribuída a Leucipo, mas sem dúvida representativa, também, das opiniões gerais de Demócrito) é bastante pormenorizada, mas recheada de dificuldades. A primeira fase ocorre, quando uma grande coleção de átomos se isola, por assim dizer, numa grande zona do vazio. A segunda fase dá-se, quando eles formam um redemoinho ou vórtice. Como é que isto se verifica, não sabemos dizer; deve acontecer «por necessidade»¹, como resultado de uma combinação particular dos seus movimentos atômicos separados, e é provável que um vórtice não surgisse necessariamente ou comumente apenas das circunstâncias da primeira fase. A acção do vórtice faz com que «os átomos semelhantes tendam para os semelhantes»². (Há, em tudo isto, um grande número de reminiscências de Anaxágoras: segundo este, o *Nous* iniciava um vórtice e as partículas semelhantes juntavam-se para formar os corpos, 476 e pp. 392 e s.)³. Os átomos maiores congregam-se no centro, os mais pequenos são expelidos para o exterior (575). Uma espécie de membrana ou revestimento (564) encerra o todo: se esta membrana é constituída pelos átomos mais pequenos expelidos (como Écio sugeriu, DK 67 A 24), ou se estes são arremessados para fora do *σύστημα*, para o vazio (como se sugere em 563), não sabemos ao certo. Outros átomos entram em contacto com a extremidade da massa em revolução e são arrastados para o interior da membrana. Alguns destes átomos incendiavam-se devido à velocidade da revolução (563 *ad fin.*) e formam, assim, os corpos celestes; os mais volumosos, que se encontram no centro, «permanecem juntos» (*συμμένειν*) para formar a terra.

Visto haver inúmeros átomos e um vazio infinito, não há razão para que se tivesse formado apenas um mundo; Leucipo e Demócrito, portanto, postularam, inúmeros mundos, que nasciam e pereciam através do vazio (563 *init.*, 565). São estes dois filósofos os primeiros a quem podemos atribuir, com absoluta certeza, a ideia dos mundos inumeráveis (em oposição aos estados sucessivos de um organismo contínuo), à qual se chega inteiramente pelos fundamentos *a priori* anteriormente descritos⁵. Os doxógrafos, contudo, atribuíram certamente a ideia de mundos plurais (quer coexistentes, quer sucessivos) a alguns Jónios, possivelmente devido a um erro iniciado com Teofrasto (vejam-se pp. 123 e ss., e também 399 e s.). Demócrito, segundo 565, parece ter embelezado a ideia, ao observar que não há necessidade de que cada mundo tenha um Sol e uma Lua, etc., ou tenha águas e dê origem à vida; a natureza ocasional do processo cosmológico, descrito em 563, não produziria sempre o mesmo resultado. Por exemplo, se não houvesse mais átomos para serem atraídos para junto da membrana exterior de um mundo, esse mundo não teria, provavelmente, corpos celestes⁶.

573 Contudo, Demócrito diz que cada um dos corpos indivisíveis é mais pesado em proporção ao seu excesso (*sc. de volume*)...

574 Demócrito distingue o pesado e o leve pelo tamanho ... Todavia, em corpos compostos, o mais leve é aquele que contém mais vazio, o mais pesado o que contém menos. Foi assim que, por vezes se exprimiu, mas noutros lugares diz simplesmente que o subtil é leve.

575 ... A escola de Demócrito pensa que tudo possui peso, mas que, por possuir menos peso, é que o fogo é expelido pelas coisas que possuem mais, se move para cima e, conseqüentemente, parece leve.

576 Demócrito referia duas (*sc. propriedades dos átomos*), tamanho e formato; mas Epicuro acrescentou a estas uma terceira, a saber, o peso ... — Demócrito diz que os corpos primários (*i.e.* os átomos sólidos) não possuem peso, mas que se movem no infinito como resultado de chocarem uns com os outros.

Os textos em que Aristóteles e Simplicio discutem as propriedades básicas dos átomos (e.g. 555-7) são reticentes no que toca à questão de saber se eles possuem peso; e a mesma ausência de informação sobre este assunto se encontra nas notícias a respeito das opiniões de Anaxágoras e Empédocles (o passo 493 é obviamente uma interpretação de 489, inspirada pelas observações gerais de Aristóteles em 117). 573-6 apresentam claramente opiniões contraditórias sobre a posição de Demócrito, o que, por consequência, têm sido assunto de discordância entre os estudiosos. (Nestes passos, não se faz referência a Leucipo, e é de supor que este filósofo não considerasse a questão como merecedora de um tratamento especial.)

Absolutamente claro é que Aristóteles crê, em 573, que para Demócrito os átomos *tinham* peso e que este dependia do seu tamanho; esta opinião tem o apoio de Teofrasto (574) e (sobre o primeiro ponto) de Simplicio (575). Difícil é, certamente, de compreender, como é que os Atomistas podiam ter evitado a defesa de alguma espécie de opinião neste sentido, já que, como fruto da experiência, os corpos do nosso mundo se nos afiguram, certamente, possuidores de peso e que a plenitude e a homogeneidade dos átomos dão a entender que a diferença de tamanho é a única determinante concebível da diferença de peso. Mas, segundo parece, o passo 576 contradiz 573-5. Como explicar esta contradição? (i) Uma solução generalizada, defendida e.g. por Barnet (*EGP*, 341-6) e adoptada em KR, sustenta que os testemunhos de 573-5 se referiam apenas aos corpos localizados num mundo, ou, mais genericamente, aos corpos sujeitos a um vórtice. Os objectos de maior tamanho têm tendência para se deslocar para o centro do redemoinho, e é, portanto, conveniente dar expressão ao facto de o seu movimento «para baixo» ser uma função das suas maiores dimensões por intermédio da afirmação de que eles são mais pesados do que objectos de

menor tamanho, que se encontram mais perto da circunferência. Contudo, em si mesmo, os corpos não têm peso, i.e. não têm tendência para se mover «para baixo»; num vazio sem vórtice os seus movimentos são unicamente determinados pelas colisões (e, evidentemente, pelo tamanho e forma) e não há razão para os descrever como pesados ou leves. É precisamente este o ponto a que alude Écio em 576. (ii) A explicação (i) concede uma grande atenção a 576 e precisa de admitir um considerável aparato teórico para manter uma tal confiança em Écio. Bem mais simples é interpretar os passos 573-5, que são, no fim de contas, as opiniões de autoridades mais fidedignas, tal como parecem, i.e. como verdadeiras descrições dos átomos de Demócrito sem quaisquer restrições. O peso, por conseguinte, é uma propriedade absoluta dos átomos, se bem que Demócrito não tivesse muito que dizer a tal respeito. É certo que ele não teria, provavelmente, uma resposta pronta para a questão de saber em que consiste o peso num vazio sem vórtice, onde não é expresso em termos de uma tendência para se mover para baixo. Mas esta mesma dificuldade sugere um motivo que teria levado Écio a deturpar as ideias de Demócrito, como de facto fez em 576. Ele tinha acabado de mencionar as opiniões de Epicuro (1, 12, 5), segundo as quais os átomos se moviam para baixo através do vazio em virtude do seu peso, mas em outras direcções como resultado de colisões (que, por sua vez, eram notoriamente explicadas como consequência de desvios ocasionais: cf. e.g. Dióg. L. x, 61, Lucrécio II, 216-242). Possível é que ele tivesse achado a posição de Epicuro tão óbvia, que dela inferiu que, visto os átomos de Demócrito se não moverem para baixo, não podem ter peso¹.

(c) *A formação dos corpos*

583 ... À medida que eles (sc. os átomos) se movem, colidem e emaranham-se de tal forma, que se unem uns aos outros num contacto íntimo, mas não tanto, de modo a, na realidade, formarem deles uma substância, seja de que espécie for; pois é uma atitude muito simplista supor-se que dois ou mais podiam alguma vez tornar-se um. A razão que ele apresenta para os átomos permanecerem juntos por algum tempo é o interlaçamento e adesão mútua dos corpos primários; é que alguns deles são angulares, outros recurvos, outros côncavos, outros convexos e, na verdade, com inúmeras outras diferenças; por isso, pensa ele que os átomos se unem uns aos outros e ficam juntos até ao momento em que alguma necessidade mais forte, proveniente do circundante, os agita e dispersa por completo.

584 ... estes átomos movem-se no vazio infinito, separados uns dos outros e diferentes no formato, tamanho, posição e disposição; ao ultrapassarem-se uns aos outros, colidem, e alguns são sacudidos ao acaso, em qualquer direcção, ao passo que outros, entrelaçando-se uns com os outros segundo a congruência das suas formas, tamanhos, posições e disposições, permanecem unidos e assim dão origem ao nascimento de corpos compostos.

Estes passos afirmam, com mais precisão, o que foi delineado em extractos anteriores, e.g. 545 e 563, nomeadamente, como é que os átomos constituem os corpos complexos e visíveis da nossa experiência. Como resultado da colisão entre os átomos, aqueles que são de forma congruente não fazem ricochete, mas permanecem temporariamente ligados uns aos outros: por exemplo, um átomo em forma de anzol pode prender-se a um átomo a cuja forma o formato do anzol se adapta. Outros átomos congruentes, ao colidirem com este complexo de dois átomos, ligam-se então, até que se forma um corpo visível de determinadas características. Em evidência é posto o facto de se encontrar em nenhuma verdadeira coalescência de átomos: estes entram simplesmente em contacto uns com os outros e retêm sempre a sua própria forma e individualidade. Quando um complexo de átomos colide com outro complexo, pode fragmentar-se em complexos mais pequenos ou nos seus átomos constituintes, os quais retomam, então, o seu movimento através do vazio até colidirem novamente com um átomo congruente, ou com um complexo de átomos.

Esta explicação comporta consideráveis dificuldades. Que papel desempenha o princípio do semelhante-para-o semelhante? Este princípio, ilustrado por Demócrito em 570, é usado na descrição da formação do mundo; pois em 563, átomos de todas as formas juntam-se num grande vazio, e o semelhante tende para o semelhante, quando os átomos mais pequenos vão para a periferia, e os mais volumosos para o centro. É a semelhança de tamanho, mais do que a de forma, que parece estar aqui principalmente em questão; e é somente num vórtice que se dá a separação de tamanhos. Nas colisões de átomos não primariamente sujeitos a um vórtice, i.e. ou fora das áreas dispersas da formação do mundo, ou no interior de um mundo já formado, onde a acção do vórtice pode ser modificada, a coalescência é devida à congruência (a qual implica diferença, no que respeita à *συμπελοσις*, é não semelhança), mais do que ao princípio do semelhante-para-o semelhante. O trecho 584 diz-nos que esta congruência deve actuar relativamente à forma, tamanho, posição e ordem. Mas este facto não é uma solução completa, uma vez que se nos fala de uma forma especial de átomo, que não pode ser sujeita a nenhum tipo óbvio de congruência com outros do mesmo formato, mas que, todavia, se combina para constituir um tipo único de complexo (ou antes, dois tipos diferentes, mas conexos). Trata-se, neste caso,

do átomo esférico, do qual evidentemente se afirmava que tanto a alma como o fogo se compunham¹. Poder-se-ia argumentar que a alma é considerada (como em outras obras do século quinto) como estando espalhada por todo o corpo; mas, mesmo assim, afigura-se-nos necessária uma determinada junção de átomos-alma. O fogo é um caso mais claro, por ser distintamente visível e ser necessariamente composto de átomos esféricos e nenhuns (ou muito poucos) átomos de outro formato. Como é que estes átomos se juntaram? Não podem ter-se misturado ou enganchado uns nos outros em resultado da colisão; devem, isso sim, ter-se juntado pela acção do princípio do semelhante-para o semelhante. Parece, portanto, que Aristóteles, em 583, lavra num erro, ao sugerir que todos os exemplos de *συμμίκνεν*, i.e. da formação de corpos complexos aparentemente estáveis, se devem à *implicação* de átomos: há ocasiões em que outros tipos de *συμμετρία* (ver 584), especialmente *semelhança* de forma e tamanho, são mais importantes.

A SENSACÃO E O PENSAMENTO

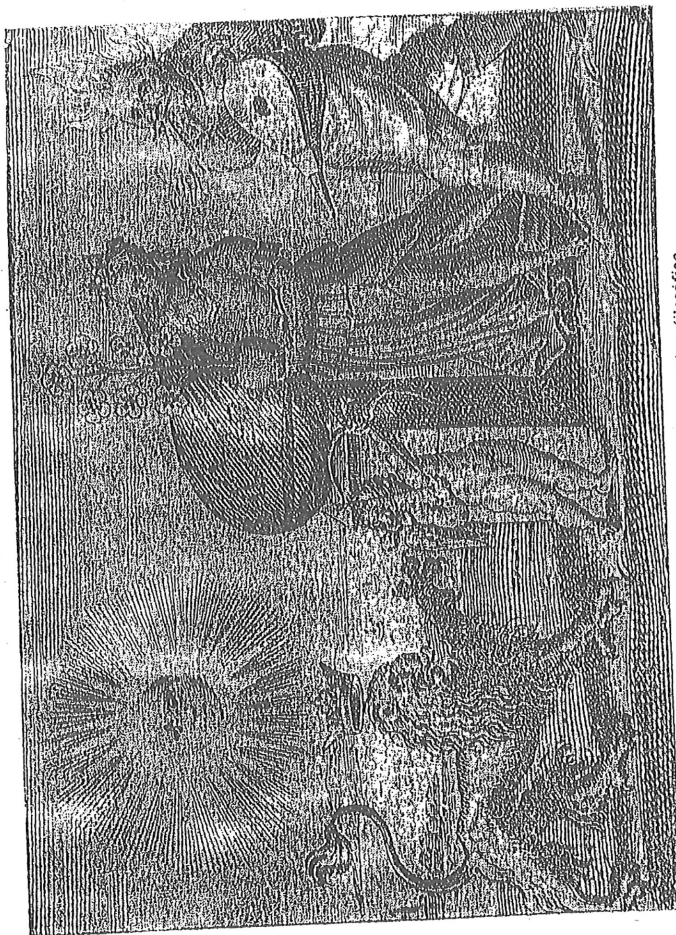
587 Demócrito e a maioria dos filósofos da natureza, que se ocupam da percepção, são culpados de um grande absurdo; pois reduzem ao tacto toda a percepção.

588 Leucipo, Demócrito e Epicuro dizem que a percepção e o pensamento surgem quando entram imagens do exterior; pois nenhum deles ocorre a quem quer que seja sem a colisão de uma imagem.

589 Demócrito explica a vista pela imagem visual, que ele descreve de uma maneira particular; a imagem visual não surge directamente na pupila, mas é o ar existente entre o olho e o objecto da visão que, ao ser contraído, é marcado pelo objecto visto e pelo observador; pois todas as coisas estão sempre a emitir uma espécie de eflúvios. Por isso, este ar, que é sólido e de cores variegadas, aparece nos olhos que são húmidos (?); os olhos não admitem a parte densa, mas a húmida passa através deles ..

590 Eles atribuíram vista a certas imagens do mesmo formato que o objecto, que estavam continuamente a fluir dos objectos da visão e a colidir com os olhos. Esta era a opinião da escola de Leucipo e Demócrito ..

Da doutrina atomista, de que tudo consiste em átomos e vazio, advém a necessária consequência, a saber, que todas as sensações devem ser explicadas como uma forma de contacto ou tacto (587). A alma consiste em átomos esféricos (585) espalhados pelo corpo, e, muito provavelmente, o espírito era considerado como uma concentração de átomos-alma. Assim, o pensamento é um processo análogo à sensação, e ocorre, quando os átomos-alma ou os átomos-espírito são postos em movimento pela colisão com átomos congruentes vindos do exterior (588). Uma descrição completa da explicação pormenorizada de Demócrito acerca dos diferentes sentidos é dada por Teofrasto no *de sensu*, §§ 49-83 (DK 68 A 135); é possível que esta explicação contenha algumas distorções e elaborações peripatéticas, mas mostra que Demócrito, neste e noutros assuntos, se deu a grandes esforços para elaborar o mecanismo pormenorizado da teoria atómica. A descrição mais completa, e a menos satisfatória, é a da visão. Leucipo tinha evidentemente adoptado (590) a teoria de Empédocles (pp. 324 e s.), segundo a qual os eflúvios, agora descritos como imagens, *εἰδωλα*, são emitidos pelos objectos e afectam os órgãos dos sentidos. Demócrito sustentava, portanto (589), que a imagem visual (*εἰμαρσις*), na pupila é o resultado de eflúvios (*ἀπορροή*) provenientes tanto do objecto visto como do observador; estes, ao encontrarem-se, formam uma impressão sólida (*ἐντύπωσις*) no ar, que então penetra na pupila. Os outros sentidos são explicados de uma forma mais simples, e com ênfase no tocante aos diferentes efeitos dos diversos tamanhos e formas do átomo¹; nenhuma das explicações resiste a um exame minucioso, e Aristóteles e Teofrasto puderam, assim, fazer algumas críticas de grande pertinência. Desconhecemos, por exemplo, o modo como Demócrito explicava o sentido do tacto: como todos os sentidos dependem, em última análise, deste sentido, é um problema óbvio saber como é que a vista ou o gosto, por exemplo, diferem dele.



CHAVE V — Desenvolvimento do embrião ou enzofre filosófico.

BASÍLIO VALENTIM,
AS DOZE CHAVES DO FILOSOFIA
SÃO PAULO, L. OMEGA, 1976

AULA

QUINTA CHAVE

A força vivificante da terra produz todas as coisas, que dela nascem; e quem dissesse que a terra é privada de vida, contraria decididamente a verdade. Realmente, um corpo morto não pode dar nada a outro que está vivo, pois ele carece do crescimento, porque o espírito de vida evoluiu-se. Por esta razão, o espírito é a vida e a alma da terra, que nela habita e age, no terrestre por força do celeste e do astral. Pois, todas as árvores, ervas e raízes, assim como todos os metais e minerais, recebem suas forças, sua nutrição e crescimento do espírito da terra, porque o espírito, que é a vida, é alimentado pelos astros e em seguida provê seu alimento a tudo o que vegeta. Como a mãe abriga a criança em seu ventre e o nutre de si mesma, assim a terra, por seu espírito recebido do alto, guarda vivos os minerais enterrados em seu seio.

Não é a terra que dá tais forças por si mesma, mas o espírito vivificante que existe nela; e, se a terra fosse abandonada por seu espírito, ela seria morta e não ofereceria alimento, bem como faltaria o seu espírito que, pelo

enxofre ou pelo adubo, conserva a força vivificante e garante todo crescimento pela nutrição.

Dois espíritos opostos podem permanecer reunidos, mas não se harmonizam facilmente. Efetivamente, quando a pólvora é inflâmada, esses dois espíritos, de que a pólvora se compõe, separam-se com grande fragor e violência e voam pelos ares de tal forma que ninguém pode distinguir ou dizer para onde foram ou em que se transformam, exceto se se sabe pela experiência que espíritos eram e em que matéria se encontravam.

De tais coisas sabes, meu amigo apaixonado pela arte, que a vida é unicamente verdadeiro espírito e que, por consequência, tudo o que o vulgar ignorante estima estar morto, em contrapartida deve ser levado a uma vida incompreensível, visível e espiritual e nesta ser conservado. Destarte, caso a vida deva trabalhar, esses espíritos se nutrem e desenvolvem pelo céu e são oriundos de substância celeste, elementar e terrestre, a qual é chamada matéria informe.

Como o ferro tem seu ímã, que o atrai por um amor invisível e maravilhoso, nosso ouro possui também um ímã que é a matéria prima de nossa grande Pedra; se me compreendes estas palavras, és rico e feliz em comparação a todos.

Apresentar-te-ei, além disso, um exemplo, neste capítulo, com um homem que observa, num espelho, a reflexão de sua imagem. Se a ele aproximar as mãos, nada tocará, senão o

espelho no qual se mira. Assim também, desta matéria deve ser tirado o espírito visível que, no entanto, é inatingível. Este mesmo espírito digo eu, é a raiz da vida de nossos corpos, e o Mercúrio dos Filósofos, de onde, em nossa arte, se prepara a água licorosa que de novo debes tornar material em sua composição e, por certos meios, elevar do mais baixo grau ao mais alto, no estado de perfeitíssima Medicina. Nosso início é um corpo tangível e estável; o meio, um espírito fugitivo e uma água de ouro isenta de toda transformação, da qual nossos Mestres recebem sua vida; o fim é a mui fixa Medicina dos corpos humanos e metálicos, que foi dado conhecer antes aos anjos que aos homens. Pode acontecer que certos homens adquiram a Medicina desta maneira; obtêm-no certamente de Deus por eficazes preces do coração e mostram-se reconhecidos a Ele mesmo e aos pobres.

Como conclusão destas coisas, digo-te, com absoluta certeza, que um trabalho nasce de um outro. Na verdade, no começo de nossa obra, nossa matéria deve ser perfeitamente e extremamente purificada, em seguida dissolvida e destruída, intimamente decomposta e reduzida a poeira e cinzas. Quando tudo isso tiver sido feito, prepara um espírito volátil, branco como a neve, e um outro espírito volátil, vermelho como o sangue, que tenham ambos, em si, um terceiro, formando contudo um só espírito. Estes três espíritos que conservam e incrementam a vida; une-os, dá-lhes toda alimentação e bebida que lhes sejam naturalmente necessá-

rios e mantêm-nos num leito nupcial de calor até o termo do nascimento. Então verás e porás à prova o que o Criador e a Natureza te outorgaram. E saibas que, até agora, eu não havia feito, pela palavra, nenhuma divulgação deste gênero e que Deus colocou mais eficácia e exotividade na natureza do que milhares de homens poderiam crer. Ora, quanto a mim, o sinal foi estabelecido, para que outros depois de mim tenham a força de escrever os milagres naturais suscitados pelo Criador e que os insensatos julgam antinaturais. O natural toma sua origem no sobrenatural e, no entanto, todo o conjunto é julgado natural.

Folio 23 r.

A parte inferior da ilustração mostra-nos o Mercúrio filosófico, branco rodeado por todos os metais:

O chumbo: Saturno, negro;
O estanho: Júpiter, cinzento;
O ferro: Marte, vermelho;
A prata: Lua, azul;
O ouro: Sol, amarelo;
O cobre: Vénus, verde;

Os animais designam as diferentes operações da Obra: o dragão sem asas é a matéria bruta e impura. O pássaro que voa, os elementos voláteis, e o pavão representa o jogo das cores que surgem no decorrer das diferentes operações.

A imagem da parte superior mostra-nos dois fornos. O da esquerda está em comunicação com dois vasos de destilação e um alambique.

a) Um vaso com gargalo direito no qual se podia apoiar um «capacete», que por sua vez tinha um «nariz», tubo de evacuação daquilo que for destilado. Simbolicamente o vaso era designado pelas expressões: casa de vidro, casa de galinha, prisão do rei, quarto nupcial.

b) O recipiente destilador constituía o alambique. Era formado por uma cabeça com o seu «nariz» de evacuação. O alambique deveria ser de vidro, tal como demonstram as gravuras alquímicas.

Em baixo, um recipiente (a) contém o líquido para destilar e será submetido à acção do calor. Por cima, o alambique (b) permite recolher os vapores condensados que chegarão a um matrás.

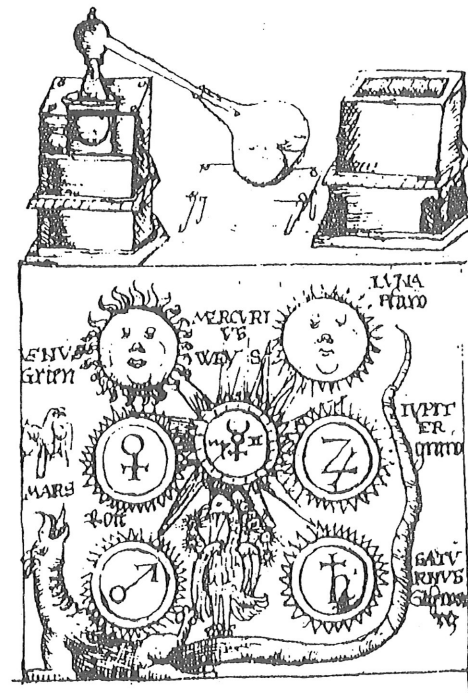
c) O matrás (balão) assemelha-se a um ovo prolongado por um gargalo.

CASPAR NANTUNG VOM HOFF,

O PEQUENO LIVRO SOBRE A ARTE.

LISBOA, EDIÇÕES 70, 1990.

AULA



(SOMENTE A ILUSTRAÇÃO)

TÁBUA DE ESMERALDA

(atribuído a Hermes Trismegisto)

1. É verdade, sem mentira, certo e muito verdadeiro.
2. O que está em baixo é como o que está em cima, e o que está em cima é como o que está em baixo, para realizar os milagres de uma só coisa.
3. E assim como todas as coisas foram e procedem do um, pela mediação do um, assim todas as coisas nasceram desta coisa única, por adaptação.
4. O Sol é seu pai, a Lua é sua mãe; o vento o trouxe em seu ventre; sua nutriz é a terra.
5. O pai de todas as coisas, o *thelesma* do mundo inteiro, está aqui.
6. A sua força permanece inteira quando se converte em terra.
7. Separarás a terra do fogo, o subtil do espesso, suavemente, com grande engenho.
8. Sobes da terra ao céu, e desce novamente à terra, e recebe a força das coisas superiores e inferiores. Assim obterás a glória do mundo inteiro. E toda obscuridade se afastará de ti.
9. Esta é a força forte de toda força: pois vencerá toda coisa sutil e penetrará toda coisa sólida.
10. Assim o mundo foi criado.
11. Daqui serão feitas adaptações admiráveis, cujo meio está aqui.
12. Por isso sou chamado Hermes Trismegisto, porque possuo as três partes da Filosofia do mundo inteiro;
13. O que eu disse sobre a operação do Sol está completo.

Alquímia uma ciência hermética

*Na tentativa de alcançar suas "obras" inacessíveis,
os alquimistas ocidentais criaram inúmeras
técnicas novas. Sua visão global do mundo
misturou muitas crenças esotéricas*

Por Claus Priesner

Em 1980, na época dos trabalhos de restauração do castelo de Oberstockall, na Áustria, os operários trouxeram à luz os restos de um laboratório alquímico, metalúrgico e farmacêutico do século XVI. Ainda que a maioria dos recipientes e aparelhos de laboratório estivesse quebrada, os químicos reconstituíram uma parte deles; os resíduos das substâncias encontradas revelaram quais experiências químicas haviam sido efetuadas ali.

Essa descoberta representou o testemunho material mais importante da era alquímica européia. O laboratório foi, sem dúvida, construído antes de 1550 e abandonado por volta de 1620, no início da Guerra dos Trinta Anos. A presença de inúmeros objetos sugere que ele foi abandonado precipitadamente. Embora seja posterior ao período medieval, deu uma boa idéia do que foram os laboratórios dos séculos XIV e XV, dos quais não sobraram vestígios.

Ainda hoje, a alquímia é envolta numa aura de mistério. Pela sua natureza, parece se encaixar perfeitamente na idéia que se faz dos períodos sombrios da Idade Média. No entanto, as fontes dessa teoria metafísica da Natureza e do autoconhecimento remontam ao fim da Antiguidade egípcia.

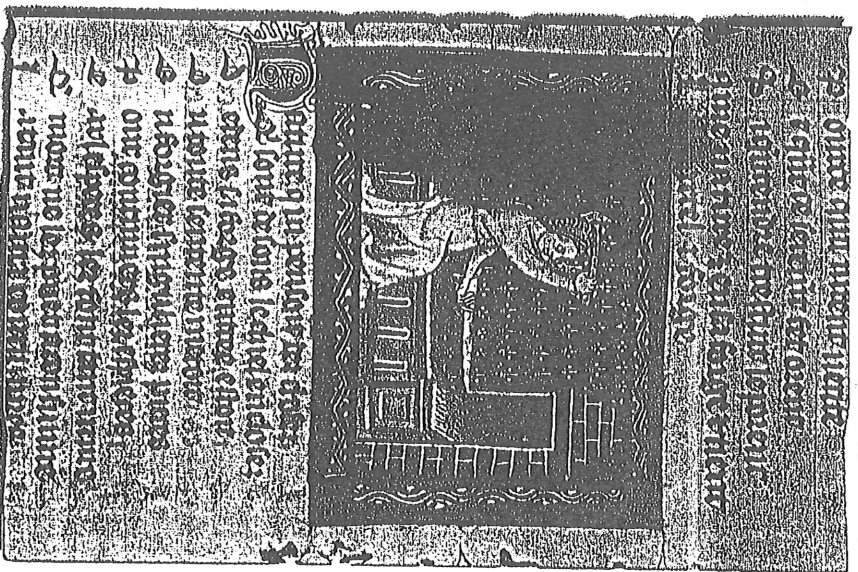
Com a invasão de Alexandre, o Grande, no Egito, no século IV a.C., o pensamento helenístico penetrou no império faraônico. A influência da religião egípcia e de seus sacerdotes, até então poderosa, diminuiu. Os sacerdotes dos templos possuíam um conhecimento técnico impressionante, particularmente em metalurgia e na produção de pigmentos e esmaltes coloridos. Secretamente, esses "técnicos do templo" procuravam fabricar substitutos de ouro, prata, pedras preciosas e de pigmentos coloridos como a púrpura.

A alquímia nasceu do encontro dos conhecimentos práticos desses sacerdotes com a filosofia natural dos gregos. Segundo a concepção desta última, todas as substâncias são compostas de uma matéria genérica não estruturada (*hylé*) e da forma que lhe é impressa (*pneuma*). Essa forma, espírito ou sopro vital anima a substância de origem. A matéria, que procria de maneira passiva, é considerada feminina, enquanto o pneuma, que fecunda de maneira ativa, é masculina. Ambas são consideradas como polos opostos do ser.

ILUMINAÇÃO da mais antiga versão do *Splendor solis* (1532-35), de Salomão Trismosin. O manuscrito integra uma série de 22 imagens que representam o caminho para a obtenção da pedra filosofal. No interior, o pavão anuncia a transição do úmido para o seco, porque suas cores são associadas às do arco-íris. Vênus, no alto, simboliza os prazeres dos sentidos, aos quais se entregam as pessoas ambíguas

WWW.SCIAM.COM.BR

SCIENTIFIC.AMERICAN.BRASIL 67



A NATUREZA EM SUA FORMA, Iluminação do poema *Le roman de la rose*. [O romance da rosa], escrito entre 1350-1375 por Guillaume de Lorris e Jean de Meun

Acreditava-se que os quatro elementos aristotélicos – fogo, água, ar e terra – estavam em posição intermediária entre a matéria-prima amorfa e os corpos reais. Pela crença, cada um desses elementos possui duas “qualidades” fundamentais: o fogo é quente e seco; a água, fria e úmida; a terra, fria e seca; e o ar, quente e úmido. Por uma simples alteração dessas qualidades, um elemento poderia se transformar em outro. Pela teoria, os metais, assim como qualquer outra substância, eram compostos pelos quatro elementos em diferentes proporções. A idéia de que a natureza poderia revelar a combinação da concepção da substância amorfa e da força viva com a teoria dos elementos: toda substância poderia se transformar em outra. Daí resultava a convicção de que se podia não apenas imitar o ouro e a prata, como tentavam os sacerdotes egípcios, mas tam-

bém fabricá-los a partir de outras substâncias.

Entre os séculos I e III, surgiu uma teoria da gênese dos metais, e os alquimistas pensaram deduzir daí um método prático de transmutação. Num primeiro momento, era preciso levar o metal que se desejava transmutar a seu estado primeiro: um substrato amorfo. Depois, devolvia-se ao substrato seu pneuma com a ajuda de várias etapas caracterizadas por cores: putrefação ou obra no negro; albrificação ou obra no branco e depois ruborização ou obra no vermelho, conhecida também como a Grande Obra (*opus magnum*). Acreditava-se que nesta última etapa era possível obter a pedra filosofal (*lapis philosophorum*), o agente principal do enobrecimento dos metais.

A idéia era que, para realizar essa grande obra, o alquimista tinha apenas de repetir o processo natural de gênese dos metais preciosos acelerado artificialmente: era a imitação da Natureza da qual ele havia descoberto sua estrutura íntima.

Hermes Trismegisto é considerado o fundador mítico da alquimia. Seus ensinamentos, que se estenderam do período helenístico à Idade Média, eram equivalentes ao do deus egípcio das artes e das ciências, Thot, que os gregos identificaram naturalmente a Hermes, o mensageiro dos deuses. É dele que provem a idéia de alquimia como “arte hermética”. O ensinamento que Hermes teria revelado aos elios está na *Tabula smaragdina* (Tábua de esmeralda), que traz os princípios da alquimia.

A queda do Império Romano do Ocidente, no final do século V, marcou o fim da

Antiguidade. No decorrer do florescimento intelectual do mundo árabe os eruditos se interessaram pela *alchimia*. Este termo daria origem à palavra alquimia; mas sua etimologia é controversa. É possível que remeta ao egípcio *kam-it* ou *kem-it*, que significa “negro”, e vocaça a terra negra (em referência ao solo do Egito) ou à negritude característica de alguns metais. Uma das hipóteses prováveis aproxima *khimya* do grego *cheo*, que significa “fundir”, lembrando o caráter metalúrgico dessas técnicas.

O primeiro *corpus* árabe sobre hermetismo compreende aproximadamente 3 mil tratados, atribuídos a Jabir Ibn Hayyan, erudito do século VIII. Essa compilação introduziu a teoria da formação dos metais a partir do enxofre e do mercúrio, segundo a qual os elementos aristotélicos não se uniam imediatamente em substâncias concretas, mas se colocavam primeiro num estado intermediário: o enxofre, união do fogo e do ar, e o mercúrio, união da terra e da água. As substâncias, especialmente os metais, se formariam a partir desses estados. Assim, o enxofre e o mercúrio não eram considerados corpos concretos, mas, a exemplo dos quatro elementos, condutores de qualidades ou de “princípios”.

Nos escritos jabirianos nota-se a crença na transmutação, mas não em uma pedra filosofal universal. A toda substância corresponderia um elixir específico (do árabe *al-ikhr*, “a pedra”) que servia a seu enobrecimento. Poder-se-ia, assim, transformar, não apenas os metais, mas outras substâncias e até organismos.

O persa Rhazes (865-925 ou 935) completou a teoria do enxofre e do mercúrio acrescentando nela o sal, um terceiro princípio às vezes presente. Tercera grande figura das ciências da Natureza, Avicena (980-1037) retomou a teoria do enxofre e do mercúrio, mas contestou que fosse possível deduzir disso uma transmutabilidade dos corpos. Segundo ele, o homem é incapaz de ultrapassar a Natureza ou mesmo se igualar a ela. Os alquimistas podiam, portanto, fabricar imitações excelentes, mas não alterar a essência dos metais.

Renascimento Prévio

No início do século XII, uma nova visão da Natureza acompanhou o racionalismo dos eruditos ocidentais. A Natureza tornou-se autônoma, fora do alcance do divino arbitrário. O homem podia descobrir as leis que a regiam. Essa revolução intelectual, um Renascimento em plena Idade Média, englobou também a alquimia.

Na efervescência intelectual da cidade de Toledo (Espanha), nasceu um círculo de tradição que teve um importante papel na transmissão dos conhecimentos dos eruditos árabes. Três traduções tratavam

de alquimia: o *Livro dos 70*, de Jabir Ibn Hayyan, o *Liber luminis luminum* (Livro da luz das luzes) e o *De aluminibus et salibus* (Sobre o alumínio e os sais), ambos atribuídos a Rhazes.

Esta última obra, com várias informações químicas práticas e especulações de filosofia natural, foi bem acolhida. Um trecho do capítulo dedicado ao mercúrio ilustra a linguagem poética e alegórica desses primeiros testemunhos da alquimia ocidental:

Nós ouvimos falar do mercúrio. Saiba que o mercúrio é frio e úmido e que Deus tirou dele todos os metais. Portanto, ele está na origem de todos. E ele é líquido, não pega fogo, mas se fazer um tempo em contato com o fogo, realizará obras miraculosas e grandes. E apenas ele é um espírito puro e não há nada no mundo que lhe seja comparável na existência e que possa realizar o que ele pode realizar (...). Portanto, no momento em que se une a um outro metal, ele lhe dá vida, deixa-o belo e o transforma de um estado a outro, de uma cor a outra (...) e ele será o fermento desse outro metal, depois será inteiramente elixir do branco e do vermelho.

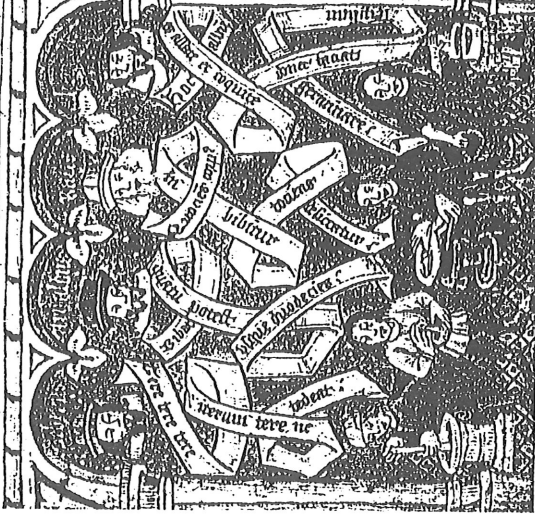
Hoje parece surpreendente que uma filosofia com tantas figuras de retórica tenha penetrado no Ocidente em pleno renascimento do pensamento racional. Mas na Idade Média, a racionalidade li-

gava-se a um método e não a conceitos.

O destaque estava colocado sobre a passagem da fé cega a uma compreensão fundada na lógica e não mais na intuição mística. Mesmo os conteúdos do pensamento não permaneciam mais fortemente metafísicos. Nesse sentido, a alquimia era bem racional: ela se baseava em posições fundamentais provenientes do pensamento aristotélico e não contradizia nem a experiência prática, nem o dogma da Igreja. Se a existência da pedra filosofal não era indubitavelmente demonstrada,

recia ceticismo: ele não podia acreditar que uma "arte" humana pudesse igualar ou superar a Natureza criada por Deus: *Ele pode trabalhar todo o tempo que ele viver, jamais igualará à Natureza. E se ele quisesse fazer esforços e conseguisse trazer os metais à sua matéria-prima, saltar-lhe-ia, talvez, quando fizesse seu elixir, essa ciência da proporção conveniente da mistura, da qual deveria sair a forma que distingue entre elas as substâncias por suas diferenças específicas, como aparece segundo a definição, para quem sabe bem chegar ao fim.*

Sunt omnia magisteria et liturgia huiusmodi



OS QUATRO MAIORES alquimistas (Gerber, Arnaldo de Villanova, Rhazes e Hermes Trismegisto) regem um laboratório de alquimia em Iluminura de manuscrito inglês, século XV

Apesar das críticas, ele faz a seguir um julgamento mais positivo: *Aquele que se tornar, por fim, bastante hábil para preparar os espíritos voláteis de tal maneira que eles tenham força para penetrar nos corpos, e uma vez dentro, não escapar mais dali, contanto que eles os encontrem bem purificados e que o enxofre não queime, ele fará o que quiser dos metais, empregando a tintura branca ou vermelha, se ele souber proceder assim. Pois da prata pura eles fazem nascer o ouro puro, os mestres da alquimia, e eles lhe acrescentam o peso e a cor por ingredientes que não lhes custa nada. E com o ouro puro, eles fabricam pedras preciosas, brilhantes. (...) Mas esse resultado, eles não o obtieram, aqueles que se ocupam de falsa ciência: eles que penem durante toda a vida, jamais se igualarão a Natureza.*

no quadro do pensamento utilizado ela permanecia concebível sem paradoxo, portanto possível.

Pedra da Discórdia

Numerosas menções à pedra filosofal na literatura poética revelam o sucesso popular do qual se beneficiava a alquimia. No *Romance da Rosa* (entre 1230 e 1280), obra-prima em versos da literatura medieval, o clérigo parisiense Jean de Meun consagrou 84 versos à alquimia. Mas de seus escritos transpa-

re igualarão a Natureza.

Nota-se aqui um motivo que caracteriza a alquimia desde o começo: o segredo da Natureza e de sua estrutura íntima. Quaisquer que fossem os esforços, o símbolo "sofista" não alcançaria o objetivo: este último só poderia ser atingido pelo iniciado sincero, pelo adepto.

Desde seus primórdios, a alquimia tinha algo do culto dos mistérios e, sem dúvida, foi uma das razões pelas quais ela não foi jamais ensinada na universidade. O conhecimento alquímico não se limitava a

informações concretas: ele englobava igualmente um conhecimento da Natureza que ultrapassava a razão e que só poderia ser adquirido por intuição, pela iniciação com um mestre ou pela graça divina. Os detentores do conhecimento eram mantidos em segredo: a transmissão era seletiva. Além da elaboração de uma língua particular, alegórica, a obrigação do segredo favorecia também a utilização de números e de códigos a fim de representar as substâncias químicas. Esses códigos foram os embriões de muitos símbolos químicos atuais.

Se o ceticismo de Jean de Meun era mesclado com esperança, o poeta Petrarca rejeitou toda a alquimia. Seu tratado, concebido como uma lição de moral, *De remediis utriusque fortunae* (por volta de 1354), continha um diálogo em que a razão alertava contra o estudo da alquimia:

E si un que te promette oro e un dia vai embora com o teu! Tua casa se enche das hopeças mais bizarras e das aparelhas mais estranhas – corniças, bebetores, arranjadores de dentes, saos de vento, gozadores e transmutadores para cinzas, crisóis, frascos cheios de água feida, plantas estranhas, sais de pedras longinquas, pedras de enxofre, alambiques e fornos; de tudo isso apenas jora uma preciosa poção estéril e o arilamento da alma, o rosto desfigurado e olhos perdidos. Foi um dos primeiros julgamentos literários do caráter falacioso da alquimia.

A maioria dos grandes alquimistas da Idade Média era pouco conhecida. O mais influente deles, Geber (século XIV), foi um exemplo. Provavelmente espanhol, o autor de *Summa perfectionis magisterii* adotou a versão latina do nome do árabe Jabir ibn Hayyan para dar mais credibilidade a seus trabalhos.

Geber argumentava que os alquimistas deveriam observar a Natureza e trabalhar de maneira experimental em vez de se contentar com ideias dedutivas ou interpretações dos textos antigos. Sua abordagem racional deu à alquimia uma posição mais respeitável na Europa. Suas orientações práticas para os procedimentos de laboratório foram as mais significativas até o século XVI.

Outras duas autoridades da alquimia

medieval, Alberto, o Grande (1200-1280), e Roger Bacon (1220-1292), tiveram um papel importante na redescoberta da pedra filosofal. O primeiro foi um ardente promotor da introdução da literatura grega e da árabe na educação universitária medieval (*ver quadro em A origem das universidades, pág. 34*). Para ele, de todas as “artes”, a alquimia era a mais próxima da Natureza e por isso merecia o mais alto nível na filosofia natural. Entretanto, ele não acreditava que ela pudesse mudar a natureza de um metal.

O filósofo e teólogo franciscano inglês Roger Bacon consagrou duas de suas três obras, *Opus minus* e o *Opus tertium*, (o magnetismo e a óptica) à alquimia. Ele distingue a teoria (*alchimia speculative*) da operatória (*alchimia operativa seu practica*). A

primeira visava a geração dos corpos a partir dos elementos. Ela tratava igualmente das pedras preciosas, dos pigmentos, dos ácidos e benumes, e também de tudo que dizia respeito aos humores: vegetais, animais e homens, enunciando as bases da medicina. A operatória tratava essencialmente da produção de cores e de metais preciosos.

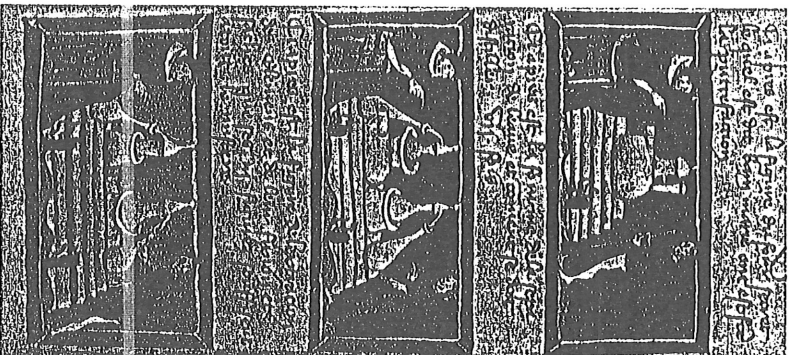
Bacon se interessou pelo prolongamento da vida humana através da alquimia. Ele acreditava na possibilidade de fabricar uma substância com as qualidades elementares perfeitamente equilibradas, idêntica à pedra filosofal. Essa perfeição poderia ser transmitida tanto ao corpo humano doente quanto a um vil metal: no primeiro caso, essa substância levaria à cura, no outro, ao enobrecimento.

A ciência experimental estava no centro da filosofia natural de Bacon: seria somente através da experimentação que se adquiririam novos conhecimentos ou novas descobertas. Apesar dessa concepção, a definição de termo “experimental” permanecia vaga. O pensamento de Bacon estava impregnado da ideia de uma magia natural que ajudaria a utilizar forças naturais ocultas.

Prática no laboratório

Os alquimistas medievais dispunham de alguns utensílios para realizar seu trabalho. Eles usavam fornos, estufas e vários recipientes de vidro ou de cerâmica. Os fornos, às vezes equipados com foles, serviam para esquentar ou fundir as substâncias. Os materiais de difícil fundição iam diretamente para as fornalhas. Também eram usados diferentes banhos, como o famoso banho-maria (o nome se deve à legendária alquimista judia Maria, que teria vivido no século I, em Alexandria). Os recipientes utilizados eram crisóis, tracas e garrafões, entre eles a *retorta* que se tornaria o símbolo da química.

No final da Idade Média, a destilação ganhou uma importância considerável. Conhecida sob uma forma rudimentar pelos alquimistas da Antiguidade, ela renasceu no século XIII, quando Taddeo Alderotti inventou um sistema de escoamento numa



ALQUIMISTAS e seus utensílios de laboratório, em manuscrito da escola francesa, século XV

serpentina resfriada em tina d'água com o qual era possível destilar líquidos que evaporavam a baixa temperatura, como o álcool.

Esse combustível fascinava os alquimistas. Sob forma líquida, ele representava o elemento água, porém, sua inflamabilidade aproximava-o também do fogo. Assim, essa mistura de tendências opostas interessava aos alquimistas, que tinham, como um dos objetivos teóricos, conciliar os contrários. Eles acreditavam que o estudo dessa *aqua ardens* era um passo para a descoberta da pedra filosofal. Além disso, atribuiu-se ao espírito do vinho (*spiritus vini*) virtudes medicais, o que era expresso pelo termo água da vida (*aqua vitae*).

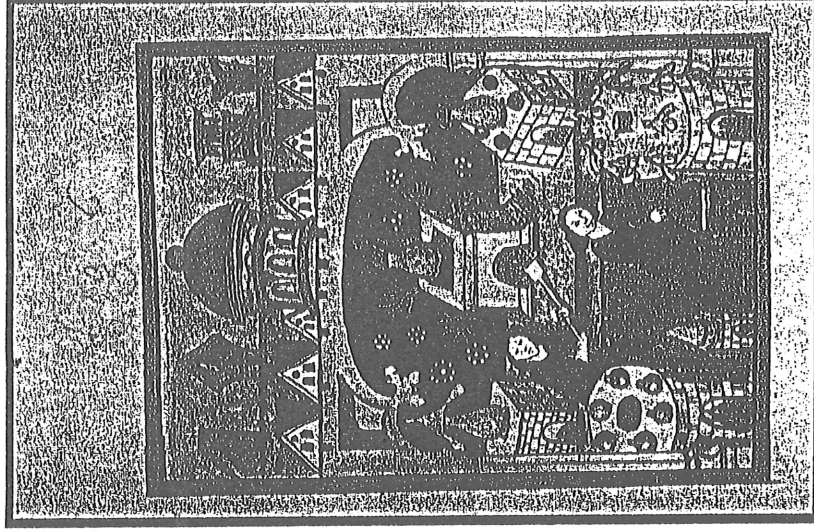
Arte da Tintura

A alquimia aparece claramente como "arte da tintura".

Um dos nomes dados à pedra filosofal é, aliás, "tintura", e os alquimistas falavam da ação de "tingir" para designar a aplicação da pedra a um metal não precioso. O monge Theophilus, o Presbítero, que escreveu o livro *Schedula diversarum artium* (Tabela das diferentes artes), acrescentou que a fusão do cobre com a calamina (óxido ou carbonato de zinco) e o carvão de madeira poderia levar à obtenção de auricalcita, um "minério de ouro". Sua produção foi descrita com muitos detalhes, mas não passava de latão.

O texto cita também diferentes tipos de ouro: recensearam o ouro árabe, espanhol e o ouro arenoso. Esses dois últimos merecem ser analisados com mais detalhes, pois eles levavam ao terreno da alquimia.

Theophilus escreveu: *Existe também o que chamamos de ouro espanhol, que se obtém a partir do cobre vermelho, a pólvora de basilisco, sangue humano e vinagre.*



COZINHA DO ALQUIMISTA, iluminura do *Ordinal of Alchemy* (Livro de alquimia), obra de Thomas Norton de Bristol, manuscrito do século XVI

de cobre vermelho, espalha-se o preparado precedente, levando, em seguida, ao fogo. Quando fcarem vermelhas, retira-se do fogo, mergulhando-os no preparo para resfriá-los e depois lavá-los. Repete-se a operação até que o preparo tenha invadido o cobre e ele tenha atingido peso e cor do ouro.

Se supusermos que essa descrição não é fábula, reconheceremos um texto alquímico codificado. A cinza do basilisco seria o óxido de zinco. Misturada ao carvão de madeira e aquecida, libera vapores de zinco que se unem ao cobre formando o latão. Em compensação, a fabricação de ouro arenoso foi descrita de modo concreto: ela consistia em misturar mercúrio com sedimentos dos rios que continham ouro.

O ouro e o mercúrio se ligavam, e o aquecimento do amálgama eliminava o mercúrio, resultando no ouro purificado, procedimento usado até hoje. Theophilus colocou, em um mesmo plano, textos herméticos e de metalurgia prática.

Os historiadores têm ainda uma visão vaga das atividades e dos pensamentos dos primeiros alquimistas ocidentais. Em inúmeros textos, ou seus autores são desconhecidos ou deixaram nomes simples nos manuscritos. A identidade química de algumas substâncias nem sempre foi esclarecida, e temos poucas certezas sobre as concepções metafísicas dos pesquisadores da pedra filosofal. No entanto, ao estudar esses textos antigos, percebe-se esse espírito particular, tão diferente daquele que move nossa química moderna, e que faz a própria essência da alquimia: a crença numa relação mística entre o homem e todas as outras coisas da Natureza em uma criação divina dotada de sentido e objetivo.

Claus Priester
é professor-assistente de história das ciências naturais na Universidade de Marburg

