

A FÍSICA ATÓMICA E OS GREGOS

Tem-se verificado nos últimos tempos um revivido interesse pelas ideias científicas estabelecidas na Antiguidade Clássica. Esse interesse levou Schrödinger a proferir uma série de lições na Universidade de Dublin (University College) sobre os conceitos fundamentais em que os pensadores gregos estruturaram o seu conhecimento das Ciências da Natureza.

Alguns cientistas afirmam que, tendo a cultura do mundo actual adquirido completa independência, a sua linha de progresso é totalmente nova: centra-se em torno do esclarecimento científico e matemático. Como consequência, os vestígios das velhas ideias constituem obstáculos indesejáveis mais do que raízes úteis. E isto não é assim só na Ciência—diz Ernst Mach—é válido também para a jurisprudência, arte...

Por outro lado, eminentes escolares clássicos, tais como Teodor Gomprez, John Burnet, Cynl Burley e Benjamin Farrington defendem a tese de que é sempre possível aprender novos conhecimentos por um estudo consciencioso das ideias dos filósofos gregos. E pensadores notáveis, como Sir James Jeans, Bertrand Russel e Anton von Morn, respectivamente nos seus livros famosos *Growth of Physical Science*, *History of Western Philosophy* e *The Birth of Science*, não deixam de atribuir papel de extraordinário relevo à influência clássica no pensamento científico actual.

Não repugna aceitar, pois, a ideia hoje corrente de que devemos estudar e tentar compreender melhor as concepções clássicas. Surge, porém, imediatamente, a questão seguinte: quais os motivos deste renascimento e o que significa?

É difícil responder a uma questão tão complexa como esta, diz Schrödinger, mas talvez uma explicação parcial, uma parte da verdade, esteja relacionada quer com a delicada fase intelectual e emocional dos nossos dias, quer com a desordenada situação crítica em que se encontram as ciências fundamentais. Para esta situação tem contri-

buído, sem dúvida, a fecundidade das inúmeras descobertas do nosso século.

Pelo menos assim acontece na Física. As suas bases têm ruído sucessivamente. A teoria da Relatividade e a Mecânica Quântica fizeram tremer os alicerces mais sólidos sobre os quais estava edificada até o século actual. É lógico examinar aqueles em tempos remotos, pois — facto curioso — já então se tentava explicar todos os fenómenos a partir de últimos constituintes da matéria que, movendo-se debaixo da sua interacção, a transmitiam através de um certo meio. Dois fenómenos fundamentais estão em jogo: o movimento e a transmissão. O cenário em que se desenvolvem e a sua medida implicam os conceitos de espaço e tempo.

Segundo a Física clássica, o homem pode observar a evolução do fenómeno sem a perturbar; mas, segundo a Física moderna e, em particular, a teoria relativística da gravitação, vai-se tão longe que se entende ser de grande inconveniência a distinção entre o palco onde se desenrolam os acontecimentos e o espectador que os intercepta, entre o observado e o observador. Se os fenómenos atómicos não podem ser descritos por forma completa, tal como o exige a Mecânica clássica, é que alguns dos elementos necessários para essa descrição total se excluem mutuamente. Por outras palavras, não é possível realizar medidas com mais precisão que as indicadas pelo princípio de incerteza de Heisenberg.

A Mecânica Quântica mostra-nos ainda que só se pode atribuir um significado restrito à identificação individual de um corpúsculo. Enfim, abandonou-se a causalidade clássica, segundo a qual o movimento de uma partícula em qualquer instante pode ser determinado unívocamente a partir de condições anteriores.

Não há dúvida, pois, os fundamentos da Física foram abalados profundamente, e ao esquema estável, harmonioso, que se podia estabelecer nos fins do século XIX, sucede-se o panorama actual, resplandecente em novas descobertas, grandioso em realizações técnicas sensacionais, florescente no desenvolvimento da investigação e na acumulação infinda de dados experimentais, mas muito mais confuso.

Neste emaranhado de conquistas, o homem despende uma actividade espantosa para, até hoje, concluir com desespero que há alguma coisa de básico que se desconhece. Tal situação não é de admirar, nem constitui um paradoxo dizer que a rejeição de conceitos fundamentais na estruturação da Física, como o espaço e tempo absolutos, e a consequência da extensão sem limites do atomismo colocou a Física

moderna em esplendor e em crise. Uma crise saudável, é certo, mas uma crise.

Por isso parece interessante rever os fundamentos da Física até à mais remota origem. Ignorar na Ciência o passado é indesejável e impossível. As doutrinas de Platão e Aristóteles, mesmo quando as desconhecamos, fazem sentir a sua autoridade sobre nós. Eis um incentivo para estudar o pensamento grego e o seu altamente avançado e articulado sistema de conhecimento e especulação. Esse estudo deve ser estimulado mais pelo interesse de procurar fontes de erro, onde talvez seja mais fácil descobri-las, na origem, do que pelo desejo de procurar fontes de uma nova sabedoria. Por outras palavras: colocando-nos no lugar dos velhos pensadores e filósofos de menor experiência em relação ao comportamento da natureza, talvez seja possível corrigir enganos que hoje ainda nos confundem.

Pode talvez afirmar-se que a Ciência nasceu na Grécia. São os Iónios e os atomistas gregos quem pela primeira vez formula a tese de que o mundo que nos rodeia pode ser compreendido em bases científicas. Pela primeira vez o homem deixou de ver a Natureza como um campo onde deuses e espíritos actuam por forma mais ou menos arbitrária, movidos por paixões ou ódios, amores ou desejos de vingança. Não: os fenómenos naturais são regidos por leis eternas que é preciso encontrar.

Esta é uma atitude fundamental que se mantém na Ciência até os dias de hoje. Implica uma das primeiras qualidades requeridas a um cientista: a curiosidade, a iniciativa.

Outro aspecto importantíssimo é a admissão de que a matéria, apesar de toda a sua infinita variedade, é basicamente a mesma. Tales pensou que a água era essa matéria básica. Nós sabemos que este conceito é erróneo, mas é já notável o facto de implicitamente estabelecer que o estado físico de agregação — sólido, líquido ou gasoso — não tem importância de maior.

Outra ideia de grande valor é a de que as mais vulgares transformações da matéria são devidas a rarefacções e condensações, o que quer dizer que esses diferentes estados podiam ser transformados uns nos outros nas circunstâncias desejadas.

Somos assim chegados à seguinte questão: poder-se-á considerar a velha teoria atómica de Demócrito como a verdadeira precursora da teoria actual?

As opiniões divergem; Gompertz, Cournot, Russel e Burnet afirmam que sim, Farrington, sem se comprometer, considera que, de certo

modo, assim é, enquanto Sherrington vai decididamente pela negativa. Einstein, em 1948, num discurso em memória de Max Planck, disse que foram os Gregos que conceberam a natureza atomística da matéria, embora seja só na lei da radiação de Planck que reside a primeira exacta determinação da grandeza dos átomos. Fez, porém, notar que Planck, em adição à estrutura atómica da matéria, estabeleceu uma espécie de estrutura atómica para a energia, os quanta.

Schrödinger comenta com certa graça (com a qual, segundo espero, os químicos não se ofenderão) que, quando o problema surge, o veredicto *não* ou é de um químico ou de um cientista que considera átomos e moléculas noções dos químicos. Mencionarão com certeza Dalton (1766) e omitirão Gassendi (1592) quando nomearem os cientistas que estabeleceram em bases mais sólidas a teoria atómica.

Vejamos, entretanto, o que Demócrito dizia no seu tempo. A matéria é constituída por átomos, que são muito pequenos: são mesmo invisíveis. Todos os átomos têm uma constituição da mesma natureza, embora haja uma enorme variedade de formas e tamanhos que os diferenciam. Os átomos actuam uns sobre os outros por contacto directo e dão origem a uma infinita diversidade de corpos, os quais resultam de ligações entre os mesmos ou átomos diferentes. De acordo com a natureza dessa, há variadas formas de agregação. O espaço fora dos átomos é vazio. Esta última ideia, que nos parece natural, originou imensa confusão entre os Gregos, porque, para eles, «a coisa que não é, não pode possivelmente ser».

A criação da matéria é impossível, porque o nada pode vir do nada, mas nada do que existe pode cessar de existir.

Os átomos estão, além disso, em movimento perpétuo, desordenado, sem direcções preferidas, mesmo em corpos em repouso. Demócrito dizia que no espaço livre não existe frente nem atrás, nem abaixo nem acima: o espaço é livre e isotrópico.

O corpo formado por átomos nestas condições pode estar em repouso ou movimento. Iniciado o movimento, este persiste por si próprio, quer dizer, o corpo não vem a ficar parado sem interferências estranhas. Esta descoberta, por intuição, da lei da inércia só dois mil anos depois foi estabelecida em bases mais sólidas por Galileu. Aristóteles pensava que o único movimento que podia persistir indefinidamente era o movimento circular dos corpos celestes.

Demócrito não considerava o peso, a acção de gravitação, uma propriedade dos átomos. Era explicado engenhosamente tomando

em consideração um peculiar movimento de rotação muito rápido que fazia com que os átomos de maior massa viessem para o centro, onde a velocidade de rotação é menor, e os mais leves fossem afastados. Os Ingleses não deixam de comentar que foi pena que Demócrito nunca tivesse metido chá numa chávena para ver que sucede precisamente o contrário (as folhas de chá é que ficam no centro).

Estas são as linhas fundamentais do atomismo grego.

Na Física moderna chegou-se a conclusões semelhantes, por demonstração experimental. Assim, todos os elementos constituintes da matéria são formados pelas mesmas partículas, os protões e os neutrões (os nucleões), que formam o núcleo, e os electrões orbitais, que gravitam em torno daquele.

Os elementos diferenciam-se pelo número de nucleões e pelo modo como estes estão organizados no núcleo. Transformar os elementos uns nos outros não é mais do que juntar, extrair ou substituir nucleões, ou ainda modificar o tipo de organização nuclear.

Sem querermos entrar em pormenores, devemos confessar que existem paralelismos fundamentais entre o velho atomismo grego e a teoria atómica actual.

Surgem porém duas perguntas: Porque razão foi abandonado o atomismo grego durante séculos? Como foi possível, sem bases experimentais, estabelecer princípios hoje universalmente aceites?

A rejeição do atomismo grego durante tão longo espaço de tempo resultou de os pensadores atomistas gregos cometerem o erro tremendo de pretenderem estender a sua teoria a um domínio extracientífico: a alma. Para eles, a alma era constituída por átomos, os mais finos de todos, os de maior mobilidade, que se estendiam por todo o corpo por forma a atenderem as respectivas funções. É uma passagem condenável a problemas metafísicos que resultou deste ilógico raciocínio: a alma é sopro, o sopro é ar, o ar é composto de átomos, logo a alma é constituída por átomos.

Raciocínios deste jaez conduzem-nos a absurdos tremendos. Assim, por exemplo: o universo é constituído por átomos e espaço livre. Se, num dado instante, tem uma certa configuração e estado de movimento, é possível estabelecer as leis de evolução do universo a partir dessa configuração. Anàlogamente, seria possível determinar o comportamento da alma, se fosse assim constituída. Desapareceria a ética e a moral. Os homens seriam impelidos pelas leis da Física a realizar em cada instante os seus actos, não havendo lugar para errado ou certo.

Infelizmente os sucessores de Demócrito, como Epicuro e os seus discípulos, abandonaram os conceitos propriamente científicos e desenvolveram o atomismo metafísico, o que teve como consequência a natural repugnância dos cientistas a se quererem ligar por qualquer forma a semelhantes teorias.

Não deixa de nos causar estranheza, porém, que tivesse sido possível chegar à conclusão relativa à existência de átomos e ao conceito de vácuo.

Terá sido de pura sorte a coincidência entre certos conceitos formulados pelos Gregos e os da Física moderna?

Schrödinger admite outra hipótese, explicando aqueles factos como resultado de puro raciocínio, embora reconheça a impossibilidade de demonstrar tal asserção.

Eis o que diz: Demócrito era um geómetra (não nos esqueçamos de que descobriu ser o volume de uma pirâmide igual a um terço da área da base multiplicada pela altura).

É admissível, pois, que a sua mente tivesse formulado com nitidez o conceito geométrico de um corpo. E o geómetra Demócrito pensava naturalmente em corpos constituídos por pequeníssimos elementos, os átomos. As rarefacções não os alteravam, separavam apenas os átomos uns dos outros, e, pelo contrário, as condensações juntavam-nos mais uns aos outros num volume menor.

Todos os corpos correspondiam, pois, a uma certa organização de átomos e a pureza dos conceitos geométricos era salva pelas realizações físicas imperfeitas.

Talvez esteja aqui a explicação da seguinte observação de Simplicius: «os átomos de Demócrito, fisicamente indivisíveis, seriam, no sentido matemático, divisíveis *ad infinitum*.»

Hoje não temos dúvidas acerca da existência dos átomos e dos seus constituintes. Utilizando algumas das suas propriedades, podemos ver com os nossos olhos o registo dos caminhos percorridos por partículas elementares em câmaras de Wilson e em emulsões nucleares, cintilações luminosas produzidas no quartzo, e ouvir essas partículas ao chegarem a contadores de Geiger. É um Mundo Novo onde o homem já conseguiu penetrar.

Mas resta-nos ainda saber muito. Desconhecemos as leis que regem a união dessas partículas elementares, a natureza exacta das forças que originam essa união e o mundo cósmico é ainda um misterioso trilho de investigação.

Em laboratórios de todo o mundo, os físicos tentam penetrar cada vez mais profundamente no segredo misterioso da organização da matéria.

Perante este Mundo Novo da Ciência, a atitude do cientista é a aconselhada por Max Born: «Todos os que desejarem aprender a arte da profecia científica não devem confiar na razão abstracta, mas decifrar a linguagem da Natureza através de documentos da natureza: os factos da experiência.»

Felizes, pois, os cientistas de hoje que têm possibilidades de contribuir para a solução dos problemas actuais da Física.

J. VEIGA SIMÃO