

## WERNER HEISENBERG<sup>1</sup> E A PLATONIZAÇÃO DA CIÊNCIA<sup>2</sup>

por *Rodolfo Petrônio* – Instituto *Aquinate* e Unirio.



A física moderna, e em especial a teoria quântica descoberta por Planck, levantou uma série de questões muito gerais, concernentes não só a problemas estritamente físicos, como também relacionados ao método das ciências naturais exatas e à natureza da matéria. Tais questões levaram o físico a reconsiderar os problemas filosóficos que pareciam estar definitivamente resolvidos no estreito quadro da física clássica.

Dois grupos de problemas, em particular, foram novamente colocados em pauta pela descoberta de Planck, e eles constituirão o nosso tema. Um deles se refere à essência da matéria ou, mais exatamente, à velha questão dos filósofos gregos de como é possível reduzir a princípios simples a variedade e a multiplicidade dos fenômenos que envolvem a matéria e assim torná-los inteligíveis.

A teoria atômica fundada por Leucipo e Demócrito considerava as menores partículas de matéria como “aquilo que existe” no sentido mais estrito. Tais partículas foram consideradas indivisíveis e imutáveis. Eram eternas e unidades últimas; por isso eram chamadas átomos e não necessitavam nem tinham qualquer explicação ulterior. Não possuíam outras propriedades que não as geométricas. Segundo os filósofos, os átomos eram dotados de uma forma definitiva. Estavam separados entre si pelo espaço vazio e, graças às diferentes posições e movimentos neste espaço vazio, podiam produzir uma ampla variedade de fenômenos, mas não tinham cor nem cheiro ou sabor, e muito menos temperatura ou outras propriedades físicas, que nos são familiares. As propriedades das coisas por nós percebidas eram provocadas indiretamente pelos arranjos e movimentos diversos dos átomos. Exatamente como a tragédia e a comédia podem ser escritas com as

---

<sup>1</sup> Werner Heisenberg (1901-1976) recebeu o prêmio Nobel de física em 1932 por sua contribuição fundamental à formulação e desenvolvimento da mecânica quântica. Ficou particularmente conhecido pela formulação do *Princípio de Incerteza*, segundo o qual é impossível determinar simultaneamente e exatamente a posição e a velocidade de uma partícula.

<sup>2</sup> Este texto é uma seleção de trechos da conferência proferida por Heisenberg em 1958, quando do centenário de nascimento de Max Planck (o fundador da mecânica quântica), em Genebra, Suíça, durante um encontro mundial de cientistas na área de energia atômica. O texto integral da conferência encontra-se em “A Descoberta de Planck e os Problemas Filosóficos da Física Atômica”, In: *Problemas da Física Moderna*, São Paulo: Perspectiva, 2000, Coleção “Debates: Física”, n. 9, pp. 9-27.

mesmas letras, também os mais variados acontecimentos no universo podem, segundo a doutrina de Demócrito, ser realizados pelos mesmos átomos. Esses átomos constituíam, portanto, o verdadeiro núcleo objetivamente real da matéria e assim de todos os fenômenos. Eram, como já firmei antes, “aquilo que existe” no sentido mais estrito, enquanto a grande variedade de fenômenos só indiretamente decorria dos átomos. Por essa razão tal conceito era chamado materialismo.

Para Platão, de outro lado, as menores partículas de matéria são, por assim dizer, apenas formas geométricas. Considera as menores partículas dos elementos idênticas aos corpos regulares da geometria. Como Empédocles, admite que os quatro elementos são terra, água, ar e fogo. Concebe as menores partículas do elemento terra como cubos [ou hexaedros], e as menores partículas do elemento água como icosaedros; identicamente, imagina como tetraedros as partículas elementares do fogo e, como octaedros, as do ar. A forma é característica para as propriedades do elemento. Em contraste com Demócrito, em Platão as partículas menores não são inalteráveis ou indestrutíveis; ao contrário, podem ser resolvidas em triângulos ou serem reconstruídas a partir de triângulos. Nessa teoria, portanto, elas já não são denominadas átomos. Os próprios triângulos deixam de ser matéria, pois não possuem dimensões espaciais. Assim, em Platão, no limite mais baixo das séries das estruturas materiais, não mais existe efetivamente algo material, mas uma forma matemática, se preferirdes, uma construção intelectual. A raiz última a partir da qual o mundo pode ser uniformemente inteligível é, segundo Platão, a simetria matemática, a imagem, a idéia; esse conceito é, portanto, denominado idealismo.

Trabalhos conduzidos por outros cientistas, mas especialmente Born, Kramers e Slater continuam o conceito decisivo de que as leis da natureza determinam não a ocorrência de um evento, mas a probabilidade de um evento verificar-se, e que a probabilidade deve estar ligada a um campo de onda que obedeça a uma equação de onda formulável matematicamente. Tratava-se de um passo decisivo para além da física clássica; basicamente usou-se um conceito que desempenhou um papel importante na filosofia de Aristóteles. As ondas probabilísticas de Born, Kramers e Slater podem ser interpretadas como uma formulação quantitativa do conceito de *dynamis*, possibilidade, ou na versão latina posterior, *potentia*, na filosofia de Aristóteles. A concepção de que os eventos não estão determinados de modo peremptório, mas que a possibilidade ou a “tendência” para que um evento ocorra apresenta uma espécie de realidade -- uma certa camada intermediária de realidade, meio caminho entre a realidade maciça da matéria e a realidade intelectual da ideia ou a imagem -- este conceito desempenha um papel decisivo na filosofia aristotélica. Na teoria quântica moderna, tal conceito assume nova forma; é formulado quantitativamente como probabilidade e sujeito a leis da natureza que são expressas matematicamente. As leis da natureza formuladas em termos matemáticos não mais determinam os

próprios fenômenos, mas a possibilidade de ocorrência, a probabilidade de que algo ocorrerá.

Isto não introduz um elemento de subjetividade na ciência natural. Não pretendemos de forma alguma que as ocorrências no universo dependam de nossas observações, mas assinalamos que a ciência natural se encontra entre a natureza e o homem e que não podemos renunciar ao uso da intuição humana ou das concepções inatas. Semelhante caráter da teoria quântica já torna difícil seguir inteiramente o programa da filosofia materialista de descrever as menores partículas de matéria, as partículas elementares, como a realidade verdadeira. À luz da teoria quântica, tais partículas elementares não são mais reais no mesmo sentido que os objetos da vida quotidiana, árvores ou pedras, mas se apresentam como abstrações derivadas da matéria real da observação, no verdadeiro sentido. Mas, se se faz impossível atribuir às partículas elementares tal existência no sentido mais genuíno, mais difícil ainda se torna considerar a matéria como “verdadeiramente real”.

Descrever como um fato empírico a pertença a um todo coletivo apenas imaginário se nos afigura dificilmente possível. Não podemos portanto evitar a conclusão de que a nossa velha representação da realidade já não é aplicável ao campo do átomo e que nos enredaremos em abstrações bastante intrincadas se tentarmos descrever os átomos como aquilo que é verdadeiramente real. Basicamente falando, podemos dizer que o próprio conceito de “verdadeiramente real” já foi desacreditado pela física moderna, e o ponto de partida da filosofia materialista precisa ser modificado neste particular.

Todas as partículas elementares são compostas da mesma substância, isto é, energia. Constituem as várias formas que a energia deve assumir a fim de tornar-se matéria. No caso reaparece o par de conceitos, “conteúdo e forma” ou “substância e forma”, da filosofia aristotélica. Energia não é apenas a força que mantém o “todo” em movimento contínuo; é também -- como o fogo na filosofia de Heráclito -- a substância fundamental de que é feito o mundo. A matéria origina-se quando a substância energia é convertida na forma de uma partícula elementar. Segundo os nossos conhecimentos atuais, há muitas formas desse tipo. Conhecemos cerca de 25 tipos de partículas elementares [na verdade, há mais de 150 tipos presentemente], e temos boas razões para crer que todas essas formas são manifestações de certas estruturas fundamentais, isto é, conseqüências de uma de uma lei fundamental matematicamente exprimível da qual as partículas elementares são a solução, assim como os vários estados de energia do átomo de hidrogênio representam a solução da equação diferencial de Schrödinger. As partículas elementares são, pois, as formas fundamentais que a substância energia deve assumir a fim de converter-se em matéria, e tais formas básicas precisam de algum modo ser determinadas por uma lei fundamental exprimível em termos matemáticos.

Podemos mesmo afirmar agora que a resposta final estará mais próxima dos conceitos filosóficos expressos, por exemplo, no *Timeu* de Platão do que dos antigos materialistas. É inegável que as partículas elementares da física de hoje se ligam mais intimamente aos corpos platônicos do que aos átomos de Demócrito. Tal como os corpos elementares regulares de Platão, as partículas elementares da física moderna são definidas por condições matemáticas de simetria; não são eternas nem invariáveis e portanto dificilmente podem ser chamadas “reais” na verdadeira acepção da palavra. São antes representações daquelas estruturas matemáticas fundamentais a que se chega nas tentativas de continuar subdividindo a matéria; representam o conteúdo das leis fundamentais da natureza. Para a ciência natural moderna não há mais, em princípio, o objeto material, porém forma, simetria matemática. E, desde que a estrutura matemática é, em última análise, um conteúdo intelectual, poderemos afirmar, usando as palavras de Goethe no *Fausto*, “No princípio era a palavra” -- o *logos*. Conhecer este *logos* em todas as particularidades, e com total clareza em relação à estrutura fundamental da matéria, constitui a tarefa da física atômica de hoje e de seu aparelhamento infelizmente muitas vezes complicado. Parece-me fascinante pensar que hoje, nos mais diversos países do mundo e com os meios mais poderosos de que dispõe a moderna tecnologia, se desenvolve uma luta para resolver em conjunto problemas colocados há dois milênios e meio pelos filósofos gregos e cuja resposta talvez venhamos a conhecer dentro de poucos anos ou, quando muito, em uma década ou duas.