

# XVII

## ALGUNS ASPECTOS DA TEORIA DA MATÉRIA: ATOMISMO, CORPUSCULARISMO E FILOSOFIA MECÂNICA

*Luciana Zaterka*

### **Introdução**

O objetivo deste texto é explicitar alguns aspectos relativos à teoria da matéria por meio de uma breve exposição do desenvolvimento histórico-conceitual da teoria do atomismo antigo e de sua recepção e transformação na modernidade, especialmente na obra de Robert Boyle. Num primeiro momento, é necessário que situemos o atomismo antigo em face dos problemas que motivaram a filosofia pré-socrática. Em seguida, explicitamos a doutrina atomista antiga. Por fim, veremos em linhas gerais como Robert Boyle concebeu, na época da chamada “revolução científica”, uma hipótese mecânico-corpuscular da matéria, transformando essa antiga tradição. Pretendemos assim oferecer subsídios para uma reflexão mais aprofundada acerca do desenvolvimento histórico-conceitual de uma temática importante que diz respeito ao ensino de física, química, filosofia e história da ciência.

### **Pré-socráticos e a questão do princípio**

Lembremos que é uma tarefa muito difícil e complexa reconstituir o pensamento dos filósofos pré-socráticos, pois deles nada nos chegou diretamente<sup>1</sup>. Tudo o que

---

<sup>1</sup> No presente trabalho não temos como objetivo discutir todos os autores pré-socráticos; nos limitaremos a expor a tese de alguns deles que de uma maneira ou de outra nos auxiliarão a compreender o surgimento da doutrina atomista. Para aqueles que se interessarem por um estudo mais aprofundado sobre o tema, cf. *Os Pré-socráticos* 1978; Kirk, Raven, Schofield 1994.

temos são alguns fragmentos ou citações de suas doutrinas, na maior parte das vezes citados por filósofos posteriores, como Platão, Aristóteles, Teofraсто e Simplicio.

Os filósofos e historiadores da ciência afirmam que, de maneira geral, as primeiras idéias acerca dos átomos surgiram de uma maneira sistemática por volta do século V antes de Cristo, com os filósofos gregos Demócrito e Leucipo<sup>2</sup>. Para tentarmos compreender como e por que Demócrito e Leucipo propuseram um “modelo atômico” para a matéria, devemos compreender um dos principais problemas que permeavam a mente dos filósofos antigos: podemos considerar a Natureza inteira um único ser, uma unidade sempre idêntica a si mesma? Como então explicar que nela as coisas são múltiplas, estão em movimento, nascem e morrem, enfim, se transformam? Em outras palavras, como podemos acreditar que a Natureza, para além de sua complexidade, multiplicidade e diferença, possui uma ordem que pode ser conhecida por meio de elementos simples que sejam imutáveis? Ora, o que os chamados filósofos pré-socráticos tentavam buscar era um *princípio* que pudesse fornecer uma origem e uma ordem para a natureza.

*Grosso modo*, podemos afirmar que os filósofos pré-socráticos construíram uma cosmologia<sup>3</sup>, ou seja, uma explicação racional sobre a ordem, origem e transformação do mundo. Isso significa que todos eles possuíam uma questão em comum. Por um lado, compreender o movimento e a mudança, enfim, as alterações que observamos na natureza; e, por outro, entender o repouso, a identidade, enfim a estabilidade dos seres. Como o uno e idêntico a si mesmo (*phýsis*) se torna múltiplo e diferente de si mesmo (*kósmos*)?; ou ainda, como o múltiplo e diferente (os seres do mundo) pode provir do uno e idêntico e a ele retornar? (Chauí 2002, p. 48). Assim, tais pensadores estavam preocupados com a *phýsis*, ou seja, a realidade última, o princípio fundamental e permanente, o princípio de movimento dos seres; no limite,

---

<sup>2</sup> É sabido que doutrinas atomísticas também foram desenvolvidas na Índia, especialmente o atomismo de Kanada e do jainismo. Infelizmente, o estudo de tais filosofias atomísticas foge do âmbito do presente trabalho. Para aqueles que se interessarem, cf. Pullman 1998, cap. 7: “Hindu atomism”; Von Glasenapp 1977; Gangopadhyaya 1981.

<sup>3</sup> “Assim, num primeiro momento, a totalidade do real, a *phýsis*, foi vista como cosmo e, portanto, o problema filosófico por excelência foi o problema cosmológico: como surge o cosmo, qual o seu princípio? Quais as fases e os momentos da sua geração? etc. É esta a problemática que, essencial, ou pelo menos, prioritariamente, absorve toda a primeira fase da filosofia grega.”

(cf. Reale 1993, vol. I, p. 32.)

Lembremos que na época antiga, de fato até início do século XIX, a filosofia não se diferenciava da ciência; assim, no limite, muitos dos problemas filosóficos eram também relativos a questões científicas.

a realidade primeira e última de todas as coisas. Além disso, se preocupavam com o *kósmos*, a ordem, a disposição e organização da natureza. Na Antigüidade, vários filósofos responderam diferentemente à questão dos princípios.

Segundo o importante filósofo Aristóteles (384 – 321 a.C.), de Estagira, Tales de Mileto (séc. VII a.C.) acreditava que a substância primordial, o “princípio material das coisas” era a água:

*“A maior parte dos primeiros filósofos considerava como os únicos princípios de todas as coisas os que são da natureza da matéria. Aquilo de que todos os seres são constituídos e de que primeiro são gerados e em que por fim se dissolvem, tal é para eles o elemento, o princípio dos seres; e por isso julgam que nada se cria nem se destrói, como se a natureza subsistisse para sempre (...). Tales, o fundador de tal filosofia, diz ser a água o princípio e por isso também declarou que a terra está sobre a água.”*

(*Metafísica*, A 3, 983b6; in ARISTÓTELES 1984; grifo nosso)

Assim, segundo Aristóteles, para Tales a água é o ser fundamental, o princípio de toda a natureza, aquilo de que o mundo é feito; em outras palavras, podemos afirmar que todas as mudanças que observamos na natureza são em última instância transformações deste princípio originário. No entanto, devemos lembrar que:

*“Tal princípio foi denominado com propriedade por esses primeiros filósofos (senão pelo próprio Tales) de *phýsis*, palavra que não significa ‘natureza’ no sentido moderno do termo, mas realidade primeira, originária e fundamental; significa, como foi bem assinalado, ‘o que é primário, fundamental e persistente, em oposição ao que é secundário, derivado e transitório’.”*

(Reale 1993, vol. I, p. 48.)

Neste sentido, tal princípio é uma realidade que permanece idêntica apesar da transformação e modificação das coisas, vale dizer, uma realidade que continua a existir intransformada, mesmo através do processo gerador de tudo. Em suma, o princípio é aquilo do qual as coisas vêm, aquilo pelo que são, aquilo no qual terminam.

O interessante é perguntarmos por que Tales elegeu a água como elemento fundamental. Simplicio (séc. VI), na sua *Física*, esclarece que ele teria observado a natureza à sua volta e, assim, teria utilizado a observação e as sensações para elaborar sua física e sua cosmologia. Neste sentido, teria percebido que o quente vive sempre com o úmido “as sementes de todas as coisas são úmidas e todo

alimento é suculento”, e, ainda, “as coisas mortas ressecam-se”. Ora, se assim fosse, poderíamos concluir que tudo o que é vivo precisa de água ou pelo menos da sua respectiva qualidade, o úmido, como princípio formador e transformador das coisas. Além disso, como “engenheiro” parece que o pensador de Mileto se interessou pelas causas da inundação do Nilo e também teria elaborado mecanismos para desviar o curso de rios para favorecer a irrigação e a navegação. Por fim, lembremos que a mitologia grega falava no rio Oceano como aquele que teria formado nosso mundo. Encontramos aqui, no limite, uma formulação “racional” para a narrativa mítica da época. Entretanto, para além das possíveis causas que fizeram Tales escolher a água como princípio, o que mais nos interessa neste momento é que ele foi um dos primeiros pensadores gregos a propor uma explicação racional para a origem e transformação dos fenômenos da natureza de uma maneira sistemática, e para tanto elegeu a água como elemento essencial<sup>4</sup>. Isso será importante quando compararmos seu *modelo* de explicação – um esquema construído com o objetivo de representar os fenômenos físicos da natureza – com os de Demócrito e Leucipo que, como veremos, propõem uma explicação diferente para o problema da permanência e da mudança.

Antes, porém, de entrarmos na doutrina atomista, observemos a cosmologia de Anaximandro de Mileto (séc. VI a.C.), discípulo e sucessor de Tales. Este geógrafo e matemático nega que a água seja o princípio de todas as coisas. Segundo Simplício:

*“(...) Anaximandro de Mileto (...) afirmava que princípio e elemento das coisas é o ápeiron ... e dizia que este não era nem água nem outro daqueles que se chamam elementos, mas outra natureza infinita da qual provêm todos os céus e os universos neles contidos.”*

(Simplício. *In Arist. Phys.*, 24, 13.)

O *ápeiron* pode ser entendido como “sem fim”, aquilo que não possui limite, o ilimitado. Como entender o indeterminado como princípio de todas as coisas? Ora, num primeiro momento, podemos notar uma grande diferença com relação à filosofia de Tales. Para este pensador, como vimos, o princípio era a água, ou seja, um dos quatro elementos materiais percebidos na natureza (água, fogo, terra e ar).

---

<sup>4</sup> É interessante para um estudante de química ou física olhar para a História da Ciência e observar que, de fato, a água deixará de ser um elemento, ou seja, um princípio simples, no século XVIII, principalmente com os estudos de Priestley (1733–1804), Lavoisier (1743–1794) e Cavendish (1731–1810). Neste sentido, os homens de ciência acreditaram durante aproximadamente vinte e três séculos que a água era um elemento simples e não um composto (de oxigênio e hidrogênio) como sabemos hoje em dia.

Para Anaximandro, nem os quatro elementos materiais, nem as quatro qualidades decorrentes deles (úmido, quente, frio e seco) seriam considerados como princípio. Nada que for determinado ou definido pode ser o princípio de todas as coisas. É exatamente por ser o indeterminado e o indefinido que tal princípio primordial pode dar origem a tudo aquilo que é visível ou material.

Anaxímenes de Mileto (585–529 a.C.), discípulo de Anaximandro, critica a filosofia de seu mestre. Para ele, o princípio das coisas não pode ser o *ápeiron*, pois os homens só podem conhecer aquilo que possui alguma determinação. Neste sentido, segundo Simplício:

*“Anaxímenes de Mileto, filho de Euristrato, companheiro de Anaximandro, afirma também que uma só é a natureza subjacente e diz, como Anaximandro, que é ilimitada, mas não como Anaximandro, que é indefinida, e sim definida, dizendo que ela é ar. Diferencia-se nas substâncias por rarefação e condensação. Por rarefação, torna-se fogo; por condensação, vento, depois nuvem, e ainda mais, água, depois terra, depois pedras e as demais coisas provêm destas. Também ele faz eterno o movimento pelo qual se dá a transformação.”*

(Simplício. *Comentário da Física de Aristóteles*, apud Chaui 2002, p. 62.)

Assim, o princípio é o ar que “manifesta sua existência por meio do frio e do calor, da umidade e do movimento” (Hipólito. *Refutação das Heresias*, I, 7, 2). Em outras palavras, percebemos o ar por meio de suas qualidades – frio, quente, seco ou úmido – contudo, enquanto princípio primeiro, não se confunde com nenhuma destas qualidades, ou seja, como princípio é sempre idêntico a si mesmo e, portanto, não pode ser conhecido por meio das sensações, mas somente por meio do pensamento. Foi provavelmente por ter observado os fenômenos da natureza que Anaxímenes teria chegado à conclusão que o ar era o princípio de todas as coisas. Por quê? Em primeiro lugar, ele teria notado que todos os seres vivos necessitam dele para a sua sobrevivência:

*“Assim como nossa alma, que é ar, nos sustenta e nos governa, assim o sopro e o ar abraçam todo o cosmo.”*

Em segundo lugar, diferentemente da água, o ar não precisa de um suporte, mas sustenta-se a si mesmo. E, por fim, possui a capacidade de penetrar em tudo, podendo assim compor todos os corpos:

*“O ar – alma nossa e do mundo – é o que mantém unidas as partes de um todo – nosso corpo e o cosmos. O mundo é um ser vivo que respira e que recebe do sopro originário a unidade que o mantém.”*

(Aécio. I, 3, 4; para ambas as citações)

O interessante é que Anaxímenes explica as transformações que ocorrem na natureza por meio da rarefação e condensação da substância primordial. Segundo Marilena Chaui,

*“A grande originalidade de Anaxímenes, perante Tales e Anaximandro, consiste no fato de que a multiplicidade, transformação e ordenação do mundo se fazem por alterações quantitativas em um único princípio: menos ar (rarefação) e mais ar (condensação) determinam toda a variação e organização do real. O ar, elemento universal, invisível e indeterminado, por sua força interna própria, movimenta-se: contraindo-se ou dilatando-se, vai engendrando todos os seres determinados como manifestações visíveis de uma vida perene. O kósmos vive no ritmo de uma respiração gigantesca que o anima e mantém coesas suas partes.”*

(Chaui 2002, p. 64.)

Vimos até agora como alguns pensadores antigos tentaram solucionar o problema da origem e da transformação das coisas e, ao mesmo tempo, postular a idéia de uma ordem para a natureza, afirmando a existência de princípios ou substâncias originais. Pitágoras (séc. VI a.C.) e os pitagóricos<sup>5</sup> também buscaram o princípio e o encontraram no número (*arithmós*). Neste sentido, observamos uma mudança de perspectiva com relação aos filósofos anteriores que, como vimos, estabeleceram como substância original ou um dos quatro elementos materiais (terra, água, fogo e ar) ou o *apeíron*. Segundo Aristóteles,

*“os pitagóricos por primeiro aplicaram-se às matemáticas e fizeram-nas progredir, e, nutridos por elas, acreditaram que os princípios delas fossem os princípios de todos os seres. E, posto que nas matemáticas os números são, por sua natureza, os primeiros princípios e justamente nos números eles afirmavam ver, mais que no fogo, na terra e na água, muitas semelhanças com as coisas que são e se geram (...);*

<sup>5</sup> Com os pitagóricos, passamos da Jônia à Magna Grécia (Itália meridional). Lembremos ainda que é muito difícil distinguirmos o que foi ensinado por Pitágoras e o que foi ensinado pela corrente de seus discípulos conhecida como Escola Pitagórica.

*e ademais, posto que viam que as notas e os acordes musicais consistiam em números, e, enfim, porque todas as outras coisas, em toda a realidade, pareciam-lhes ter sido feitas à imagem dos números e que os números fossem o que é primeiro em toda a realidade, pensaram que os elementos do número fossem elementos de todas as coisas, e que todo universo fosse harmonia e número.”*

(*Metafísica*, A 5, 985b23–986a3.)

Nesta passagem, Aristóteles resume de maneira precisa o pensamento dos pitagóricos: o número é entendido como o Ser e, portanto, possui uma existência real; é neste sentido que deve ser compreendido como princípio constitutivo dos seres<sup>6</sup>. Ora, não estamos no domínio do pensamento contemporâneo em que o número é concebido como instrumento para efetuarmos operações com a mente, no limite, simplesmente fruto de abstração da mente humana; não, para os antigos pitagóricos o número existe realmente na natureza e é por isso que pode ser princípio constitutivo de todas as coisas. Como eles chegaram a tal conclusão? Podemos inferir da citação acima que a música foi muito importante neste processo, pois afinal, eles perceberam que a música poderia ser traduzida pelos números. Sabemos que os membros da Escola Pitagórica participavam frequentemente de exercícios espirituais (para purificar a alma); estes eram feitos ao som da lira órfica ou da lira de quatro cordas. Aqui teriam percebido que tais sons produzidos pela lira obedeciam a regras numéricas para formar os acordes. Lembremos ainda que a diversidade de sons de um determinado instrumento de cordas depende da diferença de comprimento das cordas; e, assim, podem ter descoberto as relações harmônicas de oitava, de quinta e de quarta. Ora, se o som é, na verdade, número, por que toda a realidade não poderia ser um sistema ordenado de proporções e, portanto, de números? Afinal, não somente o som parece ser constituído de números, o ano, as estações, o tempo de gestação, etc. todos os fenômenos parecem ser de alguma maneira regulados pelos números.

Distanciando-se dos pitagóricos, Heráclito (nascido em Éfeso na Jônia, entre os sécs. VI e V a.C.), talvez um dos mais importantes filósofos da Antiguidade, afirma em um célebre e importante fragmento: “Nos mesmos rios entramos e não entramos, somos e não somos”. Por que não podemos entrar duas vezes no mesmo rio? Porque suas águas não são nunca as mesmas e nós não somos nunca os mesmos. Em outras palavras, o mundo é entendido como um fluxo eterno, nada é

<sup>6</sup> Diríamos hoje que o número para Pitágoras e para os pitagóricos possui um caráter ontológico (real) e não é simplesmente um ente de razão ou uma abstração (ideal).

estático, idêntico a si mesmo e imutável; pelo contrário só existe o fluxo, o devir, a mutabilidade e as transformações. No limite, afirmar a identidade, a estabilidade e a permanência das coisas é estar no domínio da ilusão e da ficção. Afinal, percebemos que as coisas nascem, crescem, envelhecem e morrem; o dia se torna noite, a noite se torna dia, o úmido seca e o seco umedece. A mudança é a única realidade. Contudo, tal mudança possui uma ordem, qual seja, “a guerra é o pai e o rei de todas as coisas”. Neste sentido, é a guerra, a luta e a discórdia entre contrários o que possibilita a harmonia e, portanto, o cosmos<sup>7</sup>. Este mundo: “(...) é e será um fogo sempre vivo”. Aqui já podemos perceber que Heráclito identifica o princípio com o fogo, ou seja, para ele existe um fogo primordial (que não deve ser confundido com o fogo ou o quente que sentimos por meio de nossas sensações) que produz todas as coisas e as coloca em movimento eterno. Todo o múltiplo que observamos na natureza provém desta unidade original que é o fogo que, por sua vez, também é múltiplo.

Heráclito será duramente criticado pelo filósofo Parmênides de Eléia (sécs. VI e V a.C.). Para o pensador eleata, Heráclito postulou sua filosofia com base nos sentidos e nas sensações. E essa via é errada. Ora, são os nossos sentidos (tato, visão, olfato, audição, etc.) que nos apresentam as coisas no fluxo constante, em pleno devir; contudo, esta via é simplesmente a via da opinião e da ficção, pois aqui o que rege é a aparência e a ilusão. A verdadeira filosofia não pode se basear na experiência do mundo sensível, ela só pode ser atingida pelo pensamento. E o intelecto puro só pode pensar aquilo que permanece idêntico a si mesmo. Assim, a mudança e as transformações, enfim, o mundo do vir-a-ser são impensáveis e, portanto, irrealis. Neste sentido, Parmênides fará, no seu importante poema *Sobre a natureza*<sup>8</sup>, uma distinção entre a via da opinião e a via da verdade. Esta segunda via

---

<sup>7</sup> “Como as cordas da lira, tendidas ao máximo pelo arco, produzem os mais perfeitos acordes e as mais perfeitas melodias, assim também a harmonia do mundo nasce da tensão entre os opostos. Lemos num fragmento: ‘O que se opõem a si mesmo está em acordo consigo mesmo; harmonia e tensões contrárias como as do arco e da lira’. Enganam-se, pois, os que supõem que a realidade é tranqüila e inerte. Ela é inquieta e imóvel, tensão, concordante porque discordante, e da guerra nasce a ordem ou o cosmo, equilíbrio dinâmico de forças contrárias que coexistem e se sucedem sem cessar. A unidade do mundo é sua multiplicidade. Tudo é um porque o um é tudo ou todas as coisas.”

(cf. Chaui 2002, p. 82.)

<sup>8</sup> “(...) É preciso que de tudo te instruas, do âmago inabalável da verdade bem redonda, e das opiniões dos mortais, em que não há fé verdadeira (...). Eu te direi, e tu, recebe a palavra que ouviste, os únicos caminhos de inquérito que são a pensar: o primeiro, que é, e, portanto, que não é não ser, de Persuasão, é caminho, pois à verdade acompanha. O outro, que não é; e, portanto, que é preciso não ser. Eu te digo que este último é atalho de todo não crível, pois nem conhecerias o que não é, nem o dirias (...). Pois o mesmo é

só pode ser atingida pelo pensamento que, como vimos, só pensa o que é estável, uno, permanente e idêntico a si mesmo. Estes são os atributos que Parmênides fornece ao Ser<sup>9</sup>. Ao contrário de Heráclito, que afirmava que o real é sinônimo de mudança, para Parmênides o Ser exige estabilidade, permanência, identidade: “É necessário pensar e dizer isto: que o ente é, pois é ser; e que o nada não é, pois é não ser”; ou seja, para o pensamento e, portanto, para a via da verdade, o movimento, as mudanças e suas transformações não são, pois não podem ser pensados, falados e nem conhecidos.

### Atomismo antigo

É exatamente para tentar resolver o problema tão debatido pelos filósofos pré-socráticos, ou seja, como afirmar que a Natureza, para além de sua multiplicidade, possui uma ordem (um Ser) que pode ser conhecida por meio de um princípio, que Leucipo de Mileto e Demócrito de Abdera, ambos do século V a.C., propõem sua cosmologia<sup>10</sup>, que depois será seguida em linhas gerais por Epicuro (séc. IV a.C.) e Lucrecio (séc. I a.C.). Neste sentido, o projeto atomista antigo deve ser compreendido dentro da seguinte problemática: para Parmênides, como vimos, existe uma única realidade, um único Ser que pode ser conhecido e pensado; para Heráclito,

---

*a pensar e portanto ser (...). Necessário é o dizer e pensar que o ente é; pois é ser. E nada não é. Isso eu te mando considerar.”*

(Parmênides, *Sobre a natureza*, apud Chaui 2002, p. 89.)

<sup>9</sup> O filósofo eleata identificará o ser à esfera: possui a forma circular perfeita, sem começo e sem fim, contínua e indivisível. Um outro importante filósofo da chamada Escola da Pluralidade foi Empédocles (séc. V a.C.), nascido em Agrigento, na Sicília. Para ele, Parmênides tem razão ao afirmar que o ser é como uma esfera, ou seja, sem princípio nem fim. Contudo, Parmênides se equivocou ao afirmar que o ser é uno, imóvel e homogêneo. Ao contrário, o ser (*a phýsis*) é constituído por quatro raízes: fogo, terra, água e éter (ou ar).

<sup>10</sup> *“Do ponto de vista cronológico, não poderíamos colocar Leucipo e Demócrito juntos, pois o primeiro teria tido sua akmé por volta de 450 a.C. (conforme Apolodoro), enquanto o segundo nasceu em 460–459 a.C. O primeiro é de Mileto, e suas preocupações são fundamentalmente cosmológicas, enquanto o segundo, de Abdera, contemporâneo e conterrâneo do sofista Protágoras, tem preocupações éticas e com as técnicas, num tipo de pensamento que já faz parte da era ou do período socrático. O motivo pela qual são colocados juntos (e Demócrito é colocado entre os pré-socráticos) é a existência de um único corpo de doutrina reunido num conjunto de obras, conhecidas como da Escola de Abdera, no qual é difícil saber o que foi escrito por Leucipo e o que foi escrito por Demócrito, e o que é da autoria de outros membros da escola.”*

(cf. Chaui 2002, p. 119.)

ao contrário, a realidade é sinônima de movimento. Como é possível a conciliação entre doutrinas tão antagônicas? Por meio dos átomos. Para Leucipo e Demócrito a natureza é constituída basicamente por átomos e vazio:

*“Leucipo e seu companheiro Demócrito sustentam que os elementos são o cheio e o vazio, aos quais são 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 sutil. 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 rarefação e a condensação como origem dessas modificações, assim também estes homens dizem que as diferenças entre os seus elementos são as causas das outras coisas.”*

(*Metafísica*, A 4, 985b4.)

Em outras palavras, tanto o átomo como o vazio existem. Assim, todas as mudanças que observamos nos fenômenos naturais são, como veremos a seguir, modificações destes princípios originários.

Lembremos que o vocábulo grego “átomos” significa “não cortado”, “não divisível”; logo, um átomo não pode decompor-se, pois, por definição, é algo indivisível. Neste sentido, os átomos são concebidos como partículas diminutas indecomponíveis, eternos, contínuos, imutáveis e infinitos em número. Entre eles existe o vazio, ou seja, nele os átomos se movem. Além disso, não possuem diferenças qualitativas, mas somente diferenças quantitativas, isto é, se diferenciam por sua forma, tamanho e disposição. Isto significa que não encontramos na natureza átomos azuis, vermelhos, quentes, frios, pesados ou leves:

*“Por convenção existe o quente, por convenção existe o frio, por convenção existe a cor, o doce e o amargo; segundo a verdade, existe apenas o que é indivisível e o vazio.”*

(Sexto Empírico. *Contra os Matemáticos*, VII, 135, in Demócrito de Abdera 1978, p. 316; grifo nosso.)

Aqui o atomista afirma que as qualidades são estabelecidas por uma convenção entre os homens, simplesmente um acordo prévio entre eles. É assim, porque assim o decidimos; contudo, poderíamos ter decidido de outra maneira. Em outras

palavras, as qualidades sensíveis ou secundárias da matéria<sup>11</sup> não estão nas próprias coisas, mas dependem das percepções dos homens – são modos subjetivos de percebermos as coisas. E a causa destas percepções, como aponta o pensador de Abdera, está na diferença entre as formas dos átomos. São estas formas que provocam o efeito subjetivo que chamamos de qualidades: o azedo decorre da forma angulosa de certos átomos; o doce, de átomos cujas formas são arredondadas e pequenas; o amargo, de átomos cujas formas são pequenas, lisas e redondas, e assim por diante (Chauí 2002, p. 124). É neste sentido que podemos afirmar que as pequenas e indivisíveis partículas são qualitativamente indiferenciadas, mas são diferentes geometricamente. Além disso, os átomos se combinam por meio de movimentos que lhes são intrínsecos e, desta maneira, não há lugar para a interferência de forças externas.

Assim como os átomos, seus movimentos também são eternos e incorruptíveis. Todas as coisas que observamos na natureza, todas as mudanças e todos os estados provêm, no limite, destes átomos originais qualitativamente iguais, mas quantitativa e geometricamente diferentes. Para o atomismo antigo, de acordo com Aristóteles, todos os fenômenos derivam simplesmente das alterações quantitativas geométricas dos átomos: o nascimento e a morte, por exemplo, são explicados como um agregar-se e um desagregar-se de átomos respectivamente:

*“Estas [as partículas] movem-se no vazio (pois o vazio existe), e quando se juntam, dão origem ao nascimento, e quando se separam, causam a destruição.”*

*(Física, A 3, 187a1.<sup>12</sup>)*

<sup>11</sup> Podemos afirmar *grosso modo* que as chamadas qualidades primárias da matéria são aquelas que a matéria possui por ser matéria (tamanho, forma) e as chamadas qualidades secundárias (ou sensíveis) são aquelas que os homens percebem (cor, sabor, cheiro, tato, etc.) nas coisas, portanto são modos subjetivos de perceber as coisas.

<sup>12</sup> E ainda no *De caelo* (242, 21), Simplício afirma:

*“(...) 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 direção, 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.”*

Alguns especialistas chamam a atenção para o problema da junção dos diferentes átomos, e aqui entraria o ‘princípio do semelhante para o semelhante’, ou seja, nem todas as coligações de átomos se dariam exclusivamente pela forma, e sim pela semelhança de forma e tamanho; cf. Kirk, Raven, Schofield 1994, p. 451.

É importante enfatizarmos que tal movimento dos átomos é absolutamente necessário, pois para Leucipo e Demócrito nada do que existe na natureza é contingente, mas ao contrário tudo é necessário:

*“Nenhuma coisa se engendra ao acaso, mas todas (a partir) de razão (lógos) e por necessidade.”*

(Aécio. I, 24, 4, in Leucipo de Mileto 1978, p. 297.)

Portanto, por meio desta doutrina, os antigos atomistas conseguiram dar uma nova solução ao problema colocado pelos pré-socráticos, afirmando a existência de átomos – eternos e incorruptíveis – movendo-se no vazio, o que explicaria as transformações que observamos na natureza.

Epicuro (341–270 a.C), cerca de 150 anos depois, seguindo a orientação “materialista”<sup>13</sup> de Demócrito, assume em linhas gerais, pelo menos no âmbito físico, o atomismo de seu mestre<sup>14</sup>:

*“Alguns corpos são compostos e outros elementos dos compostos; e estes últimos são indivisíveis e imutáveis, visto que é forçoso que alguma coisa subsista na dissolução dos compostos; se assim não fosse, tudo deveria dissolver-se em nada. São sólidos por natureza, porque não têm nem onde nem como dissolver-se. De maneira que é preciso que os princípios sejam substâncias corpóreas e indivisíveis.”<sup>15</sup>*

Neste sentido, na *Carta a Heródoto*, o filósofo do Jardim<sup>16</sup> formula os seguintes doze princípios: 1) a matéria é incriável; 2) a matéria é indestrutível; 3) o universo

<sup>13</sup> De fato, cairíamos num anacronismo se chamarmos estes atomistas de materialistas. Tal designação ocorreu posteriormente quando pensadores como Platão começaram a criticar esta filosofia ao valorizar mais o âmbito do espiritual frente ao âmbito do corporal.

<sup>14</sup> Os comentadores nos alertam, entretanto, que no domínio ético Epicuro não aceita o determinismo e defende a liberdade humana. Exatamente por isso fará algumas modificações no atomismo democritiano, cf. Lorca 1988, p. 153.

<sup>15</sup> É interessante observarmos que, nesta passagem (*Carta a Heródoto*, 40 s., in Epicuro 1994, p. 10 e segs.), Epicuro explica o porquê dos átomos serem indivisíveis: “pois o todo não pode dissolver-se no nada”, ou seja, não poderíamos dividir um corpo infinitamente, pois num dado momento este corpo se dissolveria no nada; o ser, no limite, viraria não-ser, o que segundo Parmênides, como vimos, é impossível (pois só podemos pensar, falar e conhecer o ser).

<sup>16</sup> Epicuro foi um crítico da cultura tradicional, assim:

*“Até a escolha do lugar onde surgiu a escola é expressão dessa revolucionária novidade. Sócrates ensinou nas praças e nos ginásios, onde os homens livres se encontravam; em ginásios Platão e Aristóteles*

consta de corpos sólidos e vazio; 4) os corpos sólidos são compostos ou simples; 5) o número de átomos é infinito; 6) o vazio é infinito em extensão; 7) os átomos estão sempre em movimento; 8) a velocidade do movimento atômico é uniforme; 9) o movimento é linear no espaço, vibratório nos compostos; 10) os átomos são capazes de desviar-se ligeiramente em qualquer ponto do espaço ou do tempo; 11) os átomos são caracterizados por três aspectos: peso, forma e tamanho; e, 12) o número das diferentes formas não é infinito, apenas inumerável<sup>17</sup>.

Como herdeiro do atomismo antigo, Epicuro acredita que as diferentes qualidades que observamos nas coisas (odor, sabor, cor, etc.) decorrem sempre da diferença entre as formas dos átomos. Portanto, estamos novamente no domínio da diferença quantitativa e geométrica e nunca no da qualitativa:

*“E deve supor-se que os átomos não possuem nenhuma das qualidades dos fenômenos, exceto forma, peso, grandeza e todas as outras que são necessariamente intrínsecas à forma. Porque toda a qualidade muda, mas os átomos não mudam, visto que é necessário que na dissolução dos compostos permaneça alguma coisa de sólido e de indissolúvel que faça realizar as mudanças, não no nada ou do nada, mas sim por transposição.”*

(*Carta a Heródoto*, 54 s., in Epicuro 1994, p. 18 e segs.)

Contudo, embora o pensamento de Epicuro seja, sem sombra de dúvida, herdeiro da tradição atomista antiga, encontramos alguns aspectos divergentes, especialmente no domínio ético. Uma das diferenças mais marcantes entre o sistema de Demócrito e o de Epicuro diz respeito à gênese do cosmos. Segundo Demócrito,

---

*fundaram as suas escolas. Epicuro escolhe um lugar totalmente inusual: um edifício com um jardim, melhor dizendo, com um horto, nos subúrbios de Atenas. O Jardim estava longe do tumulto da vida ‘política’ e próximo ao silêncio do campo. No Jardim gozava-se da paz da natureza, admirava-se a paisagem dos campos e das árvores, que a Sócrates e a Platão não dizia nada, mas que para a nova sensibilidade helenística era de grande importância. Daí o nome de ‘Jardim’ passou a indicar a escola e a expressão ‘os do Jardim’ foi usada para designar os epicuristas.”*

(cf. Reale 1993, vol. III, p. 152.)

<sup>17</sup> Como B. Farrington mostra, os oito primeiros princípios são idênticos em Demócrito e Epicuro; no último há uma pequena modificação: Demócrito afirma que a variedade de formas é infinita; Epicuro acredita que isto implicaria a existência de um átomo muito grande, o que é contestado pela experiência. Finalmente, no nono, décimo e décimo primeiro princípios, os desvios de Epicuro se referem a uma mudança radical no domínio ético (Farrington 1968, p. 118). Sobre os doze princípios de Epicuro, cf. ainda García Gual 1981, pp. 90-109.

o cosmos se forma por meio de um turbilhão, ou seja, antes de se unirem para formar um mundo, os átomos não caem em linha reta pelo espaço, mas participam de uma colisão violenta. Neste momento, os átomos, ao contrário do que afirma Epicuro, não têm peso. Somente quando vários átomos se prendem a um espaço livre e começam o movimento de vórtice, do qual nasce o cosmos, é que adquirem peso. Para Epicuro, o que ocorre é totalmente diferente. Os átomos, pela sua própria natureza, são dotados de peso. O efeito deste peso é fazê-los cair por meio do espaço infinito em linhas retas. Essa queda continuaria eternamente se não fosse o fato de serem dotados do poder de desviarem-se ligeiramente em qualquer ponto do espaço ou do tempo. Quando este desvio ocorre, os átomos podem encontrar-se e assim se chocam, dando origem a um vórtice do qual, com o tempo, nasce um mundo (ZATERKA 2004, pp. 68–9). Fornecendo peso aos átomos, dotando-os com a capacidade de movimento, Epicuro pretendia distanciar-se do determinismo democritiano. Por um lado, no domínio físico, queria fornecer uma explicação para a origem do mundo<sup>18</sup> e, por outro, no domínio ético, pretendia afirmar a liberdade humana:

*“Epicuro introduziu essa teoria porque temia que, admitindo que o átomo se mova sempre pela causa natural e necessária do seu peso, não nos restaria nenhuma liberdade, já que a nossa alma mover-se-ia do modo como o movimento dos átomos a coagiria a mover-se. Demócrito, o primeiro introdutor da noção de átomo, preferiu aceitar que tudo acontece por necessidade, em vez de tirar dos corpos indivisíveis o seu movimento natural.”*

(Cícero. *De fato*, 10, 22 s., apud Reale 1993, vol. III, p. 182.)

<sup>18</sup> Epicuro desenvolveu uma teoria para explicar a origem do mundo conhecida como ‘clínamen’ ou ‘declinação’. *Grosso modo*, a teoria da declinação dos átomos afirma que tais partículas indivisíveis podem desviar-se a qualquer momento do tempo, em qualquer ponto do espaço, uma distância mínima da linha reta e, assim, podem encontrar-se com outros átomos:

*“(...) a primeira razão da introdução do conceito de ‘declinação’ é de caráter puramente físico (só o movimento de queda não permitiria o encontro dos átomos e a formação das coisas)... Terá sido decisiva, ao contrário, uma ulterior razão de caráter moral. No sistema do antigo atomismo, tudo acontece **por necessidade**: a sorte e o destino são soberanos absolutos; mas num mundo onde predomina o destino, não há lugar para a liberdade humana e, portanto, não há lugar para uma vida moral tal como Epicuro a concebe, e, assim, não há lugar para a vida do sábio.”*

(cf. Reale 1993, vol. III, p. 181.)

Essa filosofia foi sintetizada dois séculos após a morte de Epicuro por Lucrecio, no *De rerum natura*, obra que mais tarde auxiliará o ressurgimento do atomismo na Renascença. Baseando-se na filosofia de Epicuro, Lucrecio afirma que tudo o que existe na natureza são átomos e espaço vazio. Para ele, o espaço vazio é o local dos movimentos dos átomos: ora, se o espaço estivesse pleno de matéria, ele questiona, o movimento contínuo, cuja existência sempre podemos comprovar, seria impossível. Qual a natureza destes átomos? No Livro II do *De rerum natura*<sup>19</sup> encontramos a resposta:

*“[...] são duríssimos, de maciço peso [...] Efetivamente, são os próprios elementos os primeiros a se moverem por si mesmos; vêm depois os corpos cuja composição é reduzida e que estão, assim, mais perto de forças elementares: movem-se impelidos pelos choques invisíveis destas últimas e, por seu turno, põem em movimento os que são um pouco maiores.”*

(*Da natureza*, Livro II, vv. 85 e 135 e segs., in Lucrecio 1973.)

Desta maneira, o poeta explica o mecanismo da natureza por meio de uma teoria do choque. Átomos, espaço vazio e movimento constituem a base de tal teoria. E de onde provém a diferença?

*“É, portanto, necessário que as formas dos elementos difiram muito entre si para que possam produzir assim as várias sensações.”*

(*Ibidem*, vv. 441 e segs.)

Neste sentido, Lucrecio acredita que os átomos possuem as mais diversas formas: lisos e redondos, ásperos e pontiagudos, ramificados ou curvos. O número das formas é limitado, contudo a quantidade dos átomos que possuem a mesma forma é incalculável; em cada corpo os átomos mais diversos se unem em proporções particulares e estas combinações formam uma grande diversidade de corpos. E Lucrecio continua afirmando com relação à cor:

*“Agora, ouve o que tenho para dizer-te, o que adquiri a preço de um agradável trabalho, para que não creias que os corpos brancos, de que os olhos contemplam o esplendor, se compõem de elementos brancos, e que os negros nasceram a partir de*

<sup>19</sup> O *De rerum natura* (*Da natureza das coisas*) é um poema em seis cantos no qual Lucrecio expõe a doutrina epicurista, pois a dureza de tal doutrina tinha que ser suavizada “pelo mel das musas”.

*elementos negros: qualquer que seja a cor de que estejam impregnados os corpos, não creias nunca que vem tal fato de serem os elementos de matéria tintos de semelhante cor. Os elementos não têm cor nenhuma, nem semelhante à dos objetos, nem desigual.*”

(*Ibidem*, vv. 730–739; grifo nosso.)

E o poeta prossegue mostrando que os outros fenômenos desta natureza também não pertencem de fato aos átomos:

*“Mas não debes julgar que os elementos só estão despojados de cor: também não possuem temperatura alguma, nem o tépido, nem o frio e nem o calor, e são estéreis de som e privados de sabor, e não lançam do corpo nenhum cheiro próprio.”*

(*Ibidem*, vv. 843 e segs.)

Tanto é assim que, em seguida, Lucrécio afirma que o sensível ‘nasce’ do insensível:

*“E agora, quanto aos corpos que vemos terem sensibilidade, é necessário confessar que, no entanto, são compostos de princípios insensíveis [...] podem seres vivos nascer de corpos insensíveis.”*

(*Ibidem*, vv. 865 e seg.)

Neste sentido, a sensibilidade e a sensação nada mais são do que um arranjo, uma configuração de determinados átomos que irão entrar em contato com outros átomos que compõem os nossos órgãos dos sentidos.

É interessante lembrarmos também que Epicuro e Lucrécio construíram seus empreendimentos filosóficos tendo dois objetivos em mente: livrar-se do temor em relação aos Deuses e livrar-se do medo da morte. Segundo esses autores, sem conhecermos os mecanismos da natureza, continuaremos atormentados pelo medo da morte, pelo medo dos deuses e assim nunca atingiremos a paz. No limite, sabendo que o mundo nada mais é que simples efeito mecânico dos átomos, libertamo-nos da superstição e do temor da morte:

*“A morte não é nada para nós, pois o que se dissolve está privado de sensibilidade e o que está privado de sensibilidade não é nada para nós.”*

(Lucrécio. *Máximas fundamentais*, 2, apud MORAES 1998, p. 93.)

ou ainda de forma mais poética:

“*Exatamente como trêmulos meninos que tudo receiam nas obscuras trevas, assim nós tememos à luz do dia o que em nada é mais de recear do que as fantasias que atemorizam os meninos no escuro. E a este terror do espírito e a estas trevas não afastam nem os raios do sol, nem os luminosos dardos do dia: só o fazem o estudo da natureza e suas leis.*”

(*Da natureza*, Livro II, vv. 55 e segs.)

Em linhas gerais, este é o pano de fundo do atomismo *stricto sensu*, ou seja, que afirma que *tudo* o que ocorre na natureza, a variedade das coisas observáveis, pode ser explicada pelos diferentes tamanhos e formas dos átomos e pelos diferentes arranjos nos quais os átomos podem se combinar.

### Corpuscularismo e filosofia mecânica

Durante a Idade Média e o Renascimento a doutrina atomista propriamente dita não foi discutida de maneira sistemática. Na verdade percebemos o desenvolvimento de uma outra teoria chamada de *minima naturalia*. Esta foi examinada principalmente pelos comentadores de Aristóteles. Diferentemente do atomismo antigo que, como vimos, acreditava que os fenômenos da natureza poderiam ser explicados pela forma, tamanho e movimento dos diferentes átomos, para os adeptos da teoria do *minima naturalia* as mudanças eram intrínsecas aos próprios constituintes dos corpos (Zaterka 2004, capítulo 2: “Átomos x Minima naturalia”). Assim, as partículas mínimas, teriam, no limite, as propriedades *qualitativas* que observamos nos corpos. Ao contrário do atomismo antigo, que operava somente com as propriedades quantitativas e geométricas dos átomos.

A doutrina atomista foi recuperada (e refutada) por vários pensadores – dentre eles, Gassendi, Sennert, Newton, Boyle – no período conhecido como “revolução científica”<sup>20</sup>. Pierre Gassendi (1592–1655) ficou conhecido como um dos filósofos que recuperou o atomismo na modernidade. Semelhantemente a Boyle, como veremos a seguir, Gassendi critica o epicurismo tradicional afirmando que a ordem do universo não poderia ser explicada por meras combinações fortuitas de átomos, mas ao contrário deve-se admitir a existência de Deus. Daniel Sennert (1572–1637) também foi herdeiro da tradição atomista e da tradição dos *minima naturalia*. No

<sup>20</sup> De fato, o período conhecido como Revolução Científica se inicia já no final do século XV e vai até o início do século XVIII. Os comentadores, de maneira geral, simplificam tal período enclausurando-o entre os séculos XVI e XVII. Para uma maior compreensão sobre as origens da ciência moderna, cf. Debus 1978.

terceiro capítulo do seu *Hypomnemata physica* (1636), Sennert desenvolve uma teoria na qual hierarquiza os constituintes da matéria. Boyle talvez tivesse conhecimento de sua obra ao elaborar sua teoria na *Origem das formas e qualidades*. Sir Isaac Newton (1642–1727) famoso pelos seus *Principia* (1687) em que desenvolve sua mecânica, hoje conhecida como “mecânica clássica”, também foi um defensor da hipótese corpuscular da matéria.

Robert Boyle (1627–1691)<sup>21</sup>, na obra intitulada *Origem das formas e qualidades* (1666), apresenta de maneira precisa seu “atomismo”, ou melhor, seu corpuscularismo. O termo corpuscularismo, formulado pela primeira vez pelo próprio Boyle, é empregado em sua teoria da matéria para evitar as insinuações anti-religiosas que o atomismo herdou da Antiguidade clássica<sup>22</sup>. Neste sentido, sua teoria da matéria, se quisermos, sua hipótese corpuscular poderá nos auxiliar na compreensão de alguns aspectos do atomismo moderno. Já no início desta obra ele define as partículas mínimas que encontramos na natureza. Estas foram criadas por Deus e

*“embora sejam mentalmente e por onipotência divina divisíveis, no entanto em razão de sua pequenez e de sua natureza sólida é de fato quase impossível dividi-las; e elas podem, neste sentido, ser chamadas minima ou prima naturalia.”*

*(Forms and Qualities, in BOYLE 1772, vol. III, p. 30; e in BOYLE 1999, vol. 5, p. 326.)*

Nesta perspectiva, tais pequenas partículas são equivalentes aos átomos dos antigos, no sentido que são os menores blocos de construção de toda matéria. Contudo,

---

<sup>21</sup> Robert Boyle nasceu na Irlanda, no castelo de Lismore, em 25 de janeiro de 1627. Era o filho mais novo de Richard Boyle, primeiro Duque de Cork, homem rico e muito influente na corte. Com oito anos de idade foi estudar na escola tradicional em Eton, permanecendo até 1638. Completou sua educação numa viagem para a França, Suíça e Itália com seu irmão e o tutor Isaac Marcombes. Boyle retornou à Inglaterra em 1644 e residiu em Stalbridge (Dorset) durante os dez anos seguintes. Por volta de 1644, aparece pela primeira vez na sua *Correspondência* sua filiação ao *Colégio Invisível* ou *Filosófico*, inspirado por Samuel Hartlib, reformador radical com quem havia entrado em contato por meio de sua querida irmã Lady Ranelagh. No ano de 1654, Boyle irá morar em Oxford, onde fica até 1668. Neste ano, finalmente, resolve ir morar com sua irmã em Londres, em Pall Mall, até o final da vida – 1691. Sobre a vida e obra de Boyle, ver Maddison 1969, e Hunter 1994. Boyle é conhecido pelos experimentos que o levaram a determinar a elasticidade e o peso do ar, bem como pela formulação da depois chamada “lei de Boyle” ou “lei de Boyle-Mariotte”. Como herdeiro da filosofia de Francis Bacon (1561–1626) e membro da *Royal Society of London* defendeu a chamada filosofia experimental.

<sup>22</sup> Estudos recentes mostram que talvez o corpuscularismo de Boyle seja uma junção de aspectos do atomismo antigo e da teoria do *minima naturalia*, cf. Zaterka 2004, capítulo 2, e Emerton 1984, pp. 110–1.

tais partículas embora divisíveis em princípio, na prática – entenda-se por reações físicas e químicas – não o são.

Em seguida, Boyle “hierarquiza” os próximos constituintes da matéria, os aglomerados de segunda ordem que são formados pela adesão das primeiras partículas:

*“Que existem multidões de corpúsculos que são feitos da união de alguns minima naturalia, e dos quais o tamanho é tão pequeno e sua adesão tão próxima e completa, que cada uma destas pequenas concreções primitivas ou agrupamentos (clusters) de partículas está isoladamente abaixo do discernimento dos sentidos e, entretanto, não é absolutamente indivisível pela natureza que o compôs em prima naturalia, ou talvez, em outros pequenos fragmentos; no entanto, pelas razões que acabo de sugerir, eles muito raramente acontecem de serem realmente dissolvidos ou quebrados, permanecendo inteiros numa grande variedade de corpos sensíveis e sob várias formas ou disfarces.”*

*(Forms and Qualities, in Boyle 1772, vol. III, p. 30; e in Boyle 1999, vol. 5, p. 326.)*

Neste sentido, parece que o químico inglês pensa a matéria em três níveis distintos: o das partículas mais simples; o dos agregados ou corpúsculos; e, enfim, o dos corpos do mundo manifesto. Quais as principais divergências entre o corpuscularismo de Boyle e o atomismo antigo?

Em primeiro lugar, como adepto da nova filosofia experimental, ele estava preocupado em explicar os vários fenômenos que observava em seu laboratório, tais como: a resistência do ar, produção de calor e frio, análises de diversas substâncias químicas, respiração de animais e experimentos alquímicos. Para tanto, utilizava a experiência e a observação, pois só assim poderia aprender sobre os vários ingredientes materiais dos corpos. É por isso que destila, aquece, purifica, dissolve as mais diversas substâncias. Em outras palavras, por meio dos diferentes experimentos, acredita poder alterar o curso da natureza e, assim, observar os seus mais variados efeitos. É neste sentido, por exemplo, que Boyle faz importantes experimentos com a sua bomba a vácuo, descritos em *Novos experimentos a respeito da elasticidade do ar* (1660). Aqui fica claro que os experimentos, auxiliados com equipamentos especialmente projetados, ajudam a natureza a manifestar-se. Nesta obra, nosso químico mostra que, diferentemente da noção aristotélica e escolástica que acreditava que a Natureza tinha “horror ao vazio”, é perfeitamente possível produzir vácuo usando uma bomba a vácuo. Lembremos que o vazio juntamente com o átomo são os “princípios” do atomismo antigo.

Já numa obra intitulada *A origem mecânica do calor e do frio* (1675), Boyle pretende mostrar, por meio de experimentos químicos, que o calor e o frio são produções mecânicas da matéria, ou seja, como adepto da nova “filosofia mecânica”, acreditava poder explicar alguns fenômenos da natureza utilizando como modelo as máquinas:

*“Para nós [o mundo] é como um raro relógio, como o de Strashbourg.”*

(Boyle 1999, vol. 10, p. 448.)

pois este objeto é perfeito, seus movimentos são precisos e cada engrenagem cumpre exatamente sua função<sup>23</sup>. Assim, como filósofo mecânico, ele tinha como objetivo conhecer os fenômenos da natureza por meio de corpos e movimento; tais corpos, como vimos, seriam constituídos por partículas indivisíveis que por sua vez formariam os corpúsculos. Daí utilizar muitas vezes o termo filosofia corpuscular como equivalente à filosofia mecânica. Neste ponto, a teoria do choque é importante, pois é por meio deste, pelo contato entre os corpos, que podemos explicar os vários fenômenos que observamos na natureza. Assim, por exemplo:

*“(...) o salitre misturado à água comum produz um frio sensível nela, como ocorre com vários outros licores. Mas que o mesmo sal colocado num licor de uma outra constituição pode adquirir um efeito um pouco diferente, eu convenci algumas pessoas curiosas misturando oito onças de pó de salitre puro com seis onças de óleo de vitriolo. Pois, por esta mistura com um sal que não era apenas realmente, mas, como em muitos outros corpos, potencialmente frio, o óleo de vitriolo que estava sensivelmente frio antes, rapidamente concebeu um grau considerável de calor, cujos efeitos também se tornaram visíveis nas fumaças copiosas que foram emitidas pela mistura que se aquece.”<sup>24</sup>*

(*The Mechanical Origin of Heat and Cold*, in Boyle 1772, vol. IV, p. 239; e in Boyle 1999, vol. 8, pp. 334–5.)

<sup>23</sup> Entre 1571 e 1574, o matemático suíço Cunradus Dasypodius construiu um enorme relógio mecânico na catedral de Strashbourg, que serviu para muitos autores da época como modelo de perfeição mecânica.

<sup>24</sup> O salitre é a substância química conhecida como nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>), já o óleo de vitriolo é o ácido sulfúrico concentrado (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). A medida citada por Boyle, a onça, podia variar entre 24g e 33g dependendo do país que a utilizava; na Inglaterra, equivalia a 28,349g. Portanto, Boyle usou aproximadamente 227g de salitre em pó e 170g de óleo de vitriolo.

Aqui Boyle mostra que, em primeiro lugar, o salitre na presença de água produz uma mistura fria; contudo, na presença de outros licores, pode apresentar outras propriedades, como a que ocorre quando adicionamos salitre, água e óleo de vitríolo, pois aqui a solução esquenta. Desta maneira, nosso químico conclui que o frio (e também o calor) é produzido pela interação das diferentes substâncias, ou seja, é pela reunião entre os diferentes corpúsculos que surgem determinadas propriedades. Assim, diferentemente do atomismo antigo, parece que Boyle pretende focar sua atenção nas propriedades e qualidades dos diferentes corpúsculos existentes na natureza, e não nas partículas mínimas constituintes destes corpúsculos. Tanto é assim que quando descreve as propriedades mecânicas da matéria, além da forma, figura e movimento (presentes também, como vimos, no atomismo antigo), acrescenta a textura:

*“Quando muitos corpúsculos se reúnem como para constituir qualquer corpo distinto [...] então, a partir dos seus outros acidentes (ou modos) [...], lá emerge uma certa disposição ou arranjo das partes no todo, que podemos chamar a sua **textura**.”*

*(Forms and Qualities, in Boyle 1772, vol. III, p. 22; e in Boyle 1999, vol. 5, p. 316; grifo nosso.)*

Ora, a textura é uma das propriedades dos agregados das partículas. E, para Boyle, são estes agregados corpusculares os responsáveis pela estimulação dos nossos sentidos. Portanto, mais do que focar sua atenção somente nas partículas mínimas encontradas na natureza, parece que Boyle está preocupado em “hierarquizar” os diferentes níveis que compõem a matéria. E aqui os corpúsculos ganham um lugar de destaque. Este fator é importante porque mostra que Boyle estava preocupado – diferentemente de outros pensadores seiscentistas – com a química e não somente com a física. Pois, como sabemos, é muito importante para a ciência química nascente – como ciência experimental – operar com os efeitos manifestos dos corpos. Ora, um átomo ou uma partícula isolada não afetaria nossos sentidos, pois não tem nenhum cheiro, cor ou sabor, afinal, são as texturas dos corpúsculos as responsáveis pelas diferentes naturezas ou propriedades da matéria. Portanto, da nossa perspectiva, há uma diferença de ênfase em face do atomismo antigo: para estes, as propriedades primárias da matéria davam conta da explicação dos fenômenos da natureza; Boyle, ao contrário, preocupado com os agregados corpusculares, acrescenta a textura como propriedade fundamental. Mas as divergências não param por aqui.

Em segundo lugar, além da matéria ter sido criada por Deus, Boyle acredita que o movimento presente na matéria não é caótico, mas foi introduzido pela providência

divina e, portanto, foi concebido tendo por finalidade a criação do universo. Isso significa que, ao contrário do atomismo de Demócrito, que afirmava o determinismo na ordem da natureza, e do atomismo epicurista, que pretendia livrar os homens do temor aos deuses – ora, se é possível explicar os fenômenos da natureza e a própria origem do mundo por meio de átomos e de vazio, não há a necessidade de um agente externo e todo poderoso –, a doutrina corpuscular boyleana nasce diretamente ligada a pressupostos teológicos. Tanto é assim que Boyle acredita que por meio da filosofia natural podemos evidenciar a existência de Deus. Ora, a variedade e perfeição dos seres que encontramos no mundo só poderiam ter sido criadas por um Autor perfeito e, portanto, benevolente. Novamente utilizando o relógio da catedral de Strasbourg, Boyle mostra que sua perfeição não poderia ser obra do acaso. Esta analogia esclarece o que de fato está subjacente à concepção mecânica de Boyle: a perfeição do seu Criador. De fato, a crítica ao epicurismo perpassa várias obras de Boyle. Em 1668, por exemplo, escreve uma obra intitulada *Causas finais das coisas naturais* na qual trata especificamente do assunto:

*“[...] os epicuristas expulsam a consideração da finalidade das coisas: porque a existência do mundo, de acordo com eles, feita pelo acaso, nenhum fim para qualquer coisa se pode supor ter sido planejado. Tais filósofos pensam que o mundo foi a produção de átomos e acaso, sem nenhuma intervenção de uma Divindade e que, por conseguinte, é impróprio e vão procurar pelas causas finais nos efeitos do acaso.”*

(Prefácio de *Final Causes of Natural Things*, in Boyle 1772, vol. V, p. 395; grifo nosso.)

Como um cristão virtuoso, ele pretendia, acima de tudo, unir no seu empreendimento filosófico de uma só vez a filosofia experimental, a hipótese corpuscular da matéria e a existência de Deus, afastando, portanto, o “ateísmo” epicurista.

Esta exposição de alguns aspectos presentes na teoria da matéria boyleana nos fornece em linhas gerais os elementos principais da filosofia mecânica inglesa de meados do século XVII. Contudo, nessa mesma época encontramos diversas outras correntes que também são conhecidas como “mecanicistas”, tais como as de Galileu e de Descartes. É preciso, todavia, prestar atenção nas diferenças específicas de cada uma delas. Por exemplo, no caso da chamada filosofia mecânica de Descartes não encontramos a admissão de que o vazio é possível, afinal matéria e extensão são o mesmo. Além disso, embora a concepção de mundo cartesiana seja estruturada em termos de leis mecânicas e todos os corpos sejam redutíveis aos elementos constituintes mínimos, concebidos geometricamente, ela não contempla as propriedades e qualidades dos corpúsculos tal como em Boyle. Em outras palavras, embora

ambos estejam preocupados em explicar os fenômenos da natureza em termos de matéria e movimento, Descartes trata mais especificamente de questões ligadas à física e à matemática e Boyle, como vimos, de questões predominantemente ligadas à química. Esta distinção não foi devidamente observada pela ciência e filosofia posteriores reunindo-as sob a designação comum e demasiadamente genérica de mecanicismos. Com efeito, Boyle e Descartes são, sem dúvida, corpuscularistas, porém Descartes refuta a noção de vazio e não recorre aos átomos para explicar sua teoria da matéria. Boyle, por sua vez, constrói uma hipótese que une elementos do atomismo antigo, em especial as propriedades primárias da matéria, e elementos da tradição dos *minima naturalia*, em particular a ênfase nos aspectos qualitativos dos corpúsculos.

Por fim, é interessante pensarmos que embora os termos “átomo” e “atomismo” tenham sido preservados ao longo da história, por mais de 25 séculos, eles possuem acepções e conotações completamente distintas. E não poderia ser diferente! Afinal, a visão de natureza e a perspectiva de ciência dos atomistas antigos é completamente diferente da dos modernos. E mesmo entre esses notamos diferenças significativas. E isso para não falarmos das novidades científicas que ocorreram nos séculos XIX e XX. Quando os átomos finalmente “ganham” um *status* científico, eles perderão sua propriedade essencial que lhe deu o próprio nome, qual seja, a indivisibilidade. Experimentos, como os de J. J. Thomson (1856–1940) e E. Rutherford (1871–1937), revelaram que tais partículas são constituídas, na verdade, de uma estrutura complexa. Além disso, com a teoria quântica, os cientistas mostraram que os átomos possuem uma natureza dual: agem ora como matéria, ora como onda<sup>25</sup>. Enfim, percebemos que uma mesma palavra, um mesmo vocábulo ganha, ao longo da história, significados completamente distintos. Este é o caso do que ocorreu com o termo atomismo.

### Referências bibliográficas

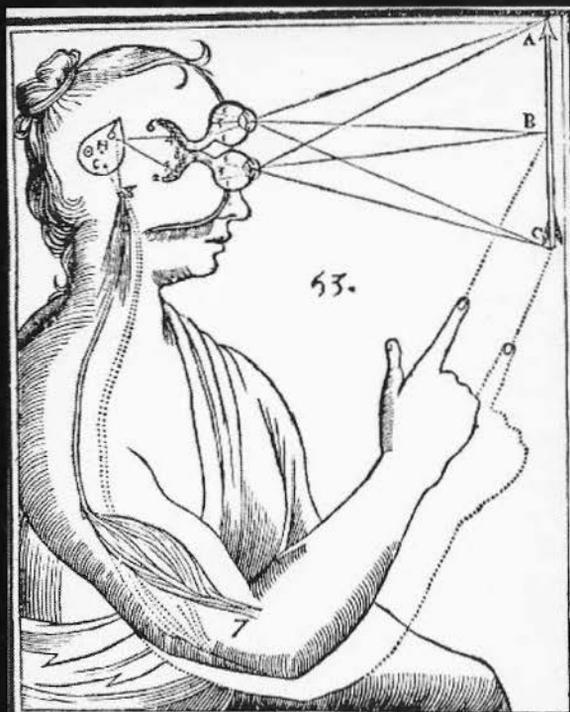
ARISTÓTELES. *The Complete Works of Aristotle*. Ed. Jonathan Barnes. Princeton: Princeton University Press, 1984. 2 vols.

BOYLE, R. *The Works of the Honourable Robert Boyle*. Ed. Thomas Birch. London, 1772, 6 vols.; reimpressão Hildesheim: G. Olms, 1966.

<sup>25</sup> Sobre o atomismo na contemporaneidade, cf. Pullman 1998, capítulo 20: “The twentieth century – from an invisible and indivisible atom to one that is divisible and visible”, e Leicester 1956, capítulo 23: “Radioactivity and atomic structure”.

- BOYLE, R. *The Works of Robert Boyle*. Ed. Michael Hunter e Edward Davis. London: Pickering & Chatto, 1999, 14 vols.
- CHAUÍ, Marilena. *Introdução à história da filosofia. Vol. I: Dos pré-socráticos a Aristóteles*. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.
- DEBUS, A. *Man and Nature in the Renaissance*. Cambridge: Cambridge University Press, 1978.
- DEMÓCRITO DE ABDERA. *In Os pré-socráticos*. São Paulo: Abril Cultural, 1978 (col. Os Pensadores).
- EMERTON, N. *The Scientific Reinterpretation of Form*. Ithaca/London: Cornell University Press, 1984.
- EPICURO. *Carta a Heródoto*. *In Obras*. Madrid: Tecnos, 1994.
- FARRINGTON, B. *A doutrina de Epicuro*. Rio de Janeiro: Zahar, 1968.
- GANGOPADHYAYA, M. *Indian Atomism: History and Sources*. Atlantic Highlands, NJ: Humanities Press, 1981.
- GARCÍA GUAL, C. *Epicuro*. Madrid: Alianza, 1996.
- HUNTER, Michael. *Boyle by Himself and His Friends*. London: Pickering, 1994.
- KIRK, G. S. – RAVEN, J. E. – SCHOFIELD, M. *Os filósofos pré-socráticos*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1994.
- LEICESTER, H. M. *The Historical Background of Chemistry*. New York: Dover, 1956.
- LEUCIPO DE MILETO. *In Os pré-socráticos*. São Paulo: Abril Cultural, 1978 (col. Os Pensadores).
- LORCA, M. A. *Átomos, hombres y dioses. Estudios de filosofía griega*. Madrid: Tecnos, 1988.
- LUCRÉCIO. *Da natureza*. Trad. Agostinho da Silva. *In Epicuro-Lucrécio-Cícero-Sêneca-Marco Aurélio*. São Paulo: Abril Cultural, 1973 (col. Os Pensadores).
- MADDISON, R. E. W. *The Life of the Honourable Robert Boyle F.R.S*. London: Taylor & Francis, 1969.
- MORAES, J. Q. de. *Epicuro, as luzes da ética*. São Paulo: Moderna, 1998.
- Os pré-socráticos: fragmentos, doxografia e comentários*. São Paulo: Abril Cultural, 1978 (col. Os Pensadores).
- PULLMAN, B. *The Atom in the History of Human Thought*. New York/Oxford: Oxford University Press, 1998.
- REALE, G. *História da filosofia antiga*. São Paulo: Loyola, 1993, vols. I e III.
- VON GLASENAPP, H. *La filosofía de los hindúes*. Barcelona: Barral, 1977.
- ZATERKA, L. *A filosofia experimental na Inglaterra do século XVII: Francis Bacon e Robert Boyle*. São Paulo: Humanitas/Fapesp, 2004.

ESTUDOS  
DE  
HISTÓRIA  
E  
FILOSOFIA  
DAS  
CIÊNCIAS



*Subsídios para  
aplicação no  
Ensino*

*Organização*

Cibelle Celestino Silva

Livraria  
**ca**  
Física  
Editora