# SOBRE ÁTOMOS E VAZIO: BREVE INTRODUÇÃO À ORIGEM DO ATOMISMO E SUA CONTRIBUIÇÃO FILOSÓFICA PARA A HISTÓRIA DA TEORIA ATÔMICA

Fernanda Santos da Cruz[89]
Emerson da Silva Santos[90]

**Resumo**: Os atomistas, tendo em vista o tipo de filosofia que desenvolveram, foram deixados de lado por um certo período da história da filosofia. Leucipo de Mileto e Demócrito de Abdera, não foram tão reconhecidos por suas contribuições para as investigações da natureza justamente por romperem com a concepção eleata de natureza imutável e descartar em sua filosofia a possibilidade de haver algo anterior ao átomo e, consequentemente, retirar a necessidade de uma inteligência capaz de projetar e provocar o impulso mecânico necessário para formar e dar origem ao Cosmo. Tais pensadores desenvolveram uma filosofia inovadora e original para o período ao postular uma realidade mecanicista constituída de átomos e vazio. Seguindo a teoria de Demócrito, Epicuro, que parece utilizar, não apenas o pensamento de seu predecessor, mas também o de outros *physikós* como base para desenvolver suas concepções físicas, faz uso da ideia de uma realidade constituída por corpúsculos indivisíveis que se movem no vazio, introduzindo, diferentemente de Demócrito, a noção de *movimento em declínio* para explicar como se dá a locomoção de tais corpos. Se por um lado Leucipo e Demócrito assumem que os átomos se diferenciam entre si quanto à figura, a ordem e a posição, Epicuro atribui figura, tamanho e peso como qualidades dos átomos. Diante disso, tendo em vista que o desenvolvimento da física e de outras ciências modernas é inerente ao desenvolvimento da própria filosofia, de modo que para compreender conceitos centrais da primeira se faz necessário buscar seus fundamentos ontológicos na segunda, o presente trabalho busca suscitar o debate acerca das contribuições e da importância da filosofia atomista de Demócrito e Epicuro para o desenvolvimento da ciência na modernidade, bem como introduzir alguns pontos de cisão entre o atomismo antigo e a física moderna.

[89] Graduanda em Filosofia pela Universidade Federal de Sergipe. Atualmente participa do Programa de Iniciação Científica desenvolvendo pesquisa na área de Filosofia Política e Psicologia Social, sob orientação do professor Dr. Antônio José Pereira Filho. E-mail para contato: fernandacruz.sdc210@gmail.com.
[90] Licenciado, Mestre e Doutorando em Filosofia pela Universidade Federal de Sergipe (UFS). Pesquisa no Programa de Pós-Graduação em Filosofia (PPGF-UFS), na área de Conhecimento e Linguagem, a pesquisa intitulada "Realismo e instrumentalismo na história e filosofia das ciências físicas em Karl Popper", sob a orientação do professor Dr. Sergio Hugo Menna. E-mail para contato: emerson0910silva@gmail.com.

**Palavras-chave**: Atomismo Antigo; Demócrito; Epicuro; História da Teoria Atômica.

**Abstract**: The atomists, given the type of philosophy they developed, were sidelined for a certain period in the history of philosophy. Leucippus of Miletus and Democritus of Abdera were not as recognized for their contributions to the investigation of nature precisely because they broke with the Eleatic conception of immutable nature and discarded in their philosophy the possibility of something existing prior to the atom, consequently removing the need for an intelligence capable of projecting and provoking the mechanical impulse necessary to form and give rise to the Cosmos. These thinkers developed an innovative and original philosophy for the period by postulating a mechanistic reality constituted of atoms and void. Following Democritus' theory, Epicurus, who seems to use not only the thought of his predecessor but also that of other physikós as a basis for developing his physical conceptions, makes use of the idea of a reality constituted by indivisible corpuscles that move in the void, introducing, unlike Democritus, the notion of decaying motion to explain how the locomotion of such bodies occurs. While Leucippus and Democritus assumed that atoms differed from one another in terms of shape, order, and position, Epicurus attributed shape, size, and weight as qualities of atoms. Given this, and considering that the development of physics and other modern sciences is inherent to the development of philosophy itself, such that understanding central concepts of the former requires seeking its ontological foundations in the latter, this work aims to stimulate debate about the contributions and importance of the atomistic philosophy of Democritus and Epicurus to the development of science in modernity, as well as to introduce some points of divergence between ancient atomism and modern physics.
**Keywords**: Ancient Atomism; Democritus; Epicurus; History of Atomic Theory.

## Introdução

O grande iniciador da escola atomista foi Leucipo, do qual temos pouquíssimas informações doxográficas e que é até mesmo difícil precisar se ele realmente existiu. O próprio Epicuro nega tal fato, enquanto Aristóteles e Teofrasto, através de seus textos, testemunham a sua existência. Acerca da vida de Leucipo, as informações são, em sua maioria discordantes; segundo afirmam alguns, ele nasceu em Abdera, enquanto outros chegam a afirmar que tenha nascido em Eleia, ou ainda, em Mileto. A Leucipo são atribuídas duas obras: *A Grande Ordem*

*do Mundo* e *Sobre o Espírito*, a última talvez seja apenas uma parte da primeira. Há afirmações de que ele tenha sido discípulo de Zenão ou de Melisso, de onde provavelmente extraiu algumas das ideias presentes em seu atomismo. Certamente, Leucipo foi mestre de Demócrito, o qual ficou conhecido por sistematizar o atomismo. Segundo Diôgenes Laêrtios, Leucipo "foi o primeiro a afirmar que os átomos são os primeiros princípios de todas as coisas" (Laêrtios, 1988, p. 259). Quanto a isso, é geralmente aceito que seu atomismo foi desenvolvido buscando responder ao problema do Ser levantado pelos eleatas.

No que diz respeito à Demócrito, cuja vida é tão obscura quanto a do seu mestre, sabe-se que ele tenha vivido no século V a.C e que era quarenta anos mais jovem que Anaxágoras, como ele próprio afirma, de acordo com Diôgenes Laêrtios, na *Pequena Ordem do Mundo*. Há, ainda, relatos das viagens que realizou, muitas delas dedicadas ao trabalho intelectual, e que rendeu uma grande quantidade de anedotas aos escritores antigos. Além disso, Diógenes Laêrtios enumera uma grande quantidade de obras sobre ética, física, matemática, literatura e música que são atribuídas a Demócrito, que infelizmente não chegaram até nós. Mas, o que podemos afirmar com certeza quanto a vida de Demócrito é que ele tenha nascido em Abdera e que de fato foi discípulo de Leucipo, daí a grande dificuldade de distinguir o que foi desenvolvido por cada um deles. Mas é certo que há diferenças, já que Teofrasto parece apontá-las sem dificuldade, todavia, não consiste nisso os objetivos do texto. Desse modo, diante da dificuldade de distinguir as doutrinas de Demócrito e de Leucipo, falaremos de ambas como se fossem um só projeto filosófico desenvolvido por mestre e discípulo[91].

Numa interpretação aristotélica, o atomismo de Leucipo e Demócrito é tido como uma forma de conciliação entre o *devir* que a experiência nos apresenta e a metafísica da imutabilidade eleata, sendo Melisso de Samos a principal fonte de inspiração para Leucipo. As principais diferenças entre os atomistas e os eleatas podem ser identificadas na resposta de Leucipo, i) ao postular o *não-ser*, identificando-o como o *vazio* (*kenon*), o que possibilitou uma explicação para o *movimento* e a *pluralidade* e ii) ao negar que os constituintes últimos de uma pluralidade sejam infinitamente divisíveis. De acordo com Leucipo, nenhum dos constituintes últimos da realidade, isto é, átomos – do grego Á-tomos, que significa o "não-divisível", uma realidade naturalmente incriada, indestrutível e imutável –, apesar de infinitamente plurais, são divisíveis; ao contrário, cada um deles é verdadeiramente uno. Tal ideia também foi atribuída

[91] Temos consciência das diferenças conceituais e da distância histórico-geográfica de Leucipo e Demócrito. Entretanto, para as finalidades desse artigo, estamos assumindo um certo continuísmo conceitual entre ambos os filósofos, como se estes tivessem desenvolvido um projeto filosófico em continuum.

a Demócrito, mas, provavelmente, seu mestre a extraiu das conclusões de Melisso, o qual expressa que "se houvesse uma pluralidade, as coisas teriam de ser da mesma espécie da que eu afirmo ser a do uno" (Melisso, Fr. 8 *apud* Kirk; Raven; Schofield, 2010, p. 421).

Demócrito, tido como o sistematizador do atomismo, segue Parmênides no que diz respeito à constituição do mundo, fato que se evidencia quando este afirma que o mundo se constitui de um ser uno, *imutável* e *indivisível*, mas diverge do eleata ao postular o não-ser do vazio, introduzindo a noção de devir ao apresentar a crença absoluta no movimento. Ao falar sobre os sentidos, Demócrito criticou amplamente a veracidade daquilo que nos é apresentado pela experiência sensível. No que se refere ao que se apresenta à percepção sensorial, Demócrito afirmou que umas não são mais verdadeiras que as outras, visto que tais coisas podem se apresentar de diferentes modos para um mesmo indivíduo. Daí afirmar que aquilo que aparece aos sentidos não estabelece concordância com a verdade, mas sim com a opinião. Por isso ele diz, segundo Sexto Empírico: "*Por convenção existe o doce e por convenção o amargo, por convenção o quente, por convenção o frio,* por convenção a cor; na realidade, porém, os átomos e o vazio" (Demócrito, Fr. 9 *apud* Souza, 1973, p. 322). Para ele, a totalidade da realidade é formada por átomos e vazio, o que há além disso é estabelecido pela opinião ou, em suas palavras, por convenção. Os fenômenos visíveis são, portanto, ilusão dos nossos sentidos e são admitidos, por Demócrito, como um tipo de conhecimento obscuro.

Um outro defensor da doutrina atomista surge no período helenístico: Epicuro, pensador cujas ideias permaneceram adormecidas, assim como as dos antigos atomistas, e retornaram a serem discutidas através de um sobrevivente poema de Tito Lucrécio (*De rerum natura*). Dos escritos que sobraram de Epicuro tudo que temos acesso chega até nós através de cartas inéditas escritas a seus discípulos e críticos (em especial, suas três famosas cartas). Epicuro foi um pensador grego que viveu entre 342 e 270 a.C. e ficou conhecido por formar uma escola filosófica chamada de *Jardim*, cujos objetivos eram a vida em comunidade e o cultivo da ética e do pensamento filosófico. Contudo, o texto a seguir não pretende dar ênfase ao epicurismo enquanto um sistema ético que busca o bem viver, embora a física e a ética, para ele, caminhem juntas, de modo que a física só é útil para Epicuro à medida que estabelece os fundamentos para a sua teoria moral. O objetivo central da presente análise, gira em torno da física desenvolvida por esse pensador, cujo as ideias se devem às bases pré-socráticas.

Epicuro, que parece utilizar, não apenas o pensamento de Demócrito, mas também o de outros pré-socráticos como base para desenvolver suas concepções físicas, utiliza da ideia de uma realidade constituída por corpúsculos indivisíveis que se movem no vazio, introduzindo,

diferentemente de Demócrito, a noção de movimento em declínio para explicar como se dá a locomoção de tais corpos. Se por um lado Leucipo e Demócrito assumem que os átomos se diferenciam entre si quanto à figura, a ordem e a posição, Epicuro atribui figura, tamanho e peso como qualidades do átomo. É difícil afirmar que Epicuro tenha desenvolvido ideias totalmente originais, já que se apropria de concepções anteriormente apresentadas pelos filósofos antigos, mas é certo que ele foi um dos mais influentes na modernidade no que diz respeito às suas ideias sobre a física e sobre o átomo. Nesse sentido, num primeiro momento apresentaremos as noções de átomo e vazio enquanto constituintes da realidade na perspectiva dos pais do atomismo antigo, ao passo que explanaremos brevemente as principais diferenças entre essas duas doutrinas. Por último, levantaremos as contribuições do atomismo grego para as investigações do surgimento da física na modernidade, a fim de identificar as mudanças entre as antigas noções gregas de átomo e seus pontos de cisão com as teorias atômicas modernas.

## Átomos e vazio como os fundamentos ontológicos da realidade

> *"Deveríamos a Demócrito muitos sacrifícios fúnebres, simplesmente para reparar os erros do passado para com ele."*
>
> *(Friedrich Nietzsche)*

> *"Exatamente como a tragédia e a comédia podem ser escritas com as mesmas letras, também os mais variados acontecimentos no universo podem, segundo a doutrina de Demócrito, ser realizados pelos mesmos átomos. Esses átomos constituem, portanto, o verdadeiro núcleo objetivamente real da matéria."*
>
> *(Werner Heisenberg)*

### Leucipo e Demócrito

Leucipo e Demócrito são a última tentativa de resolução da aporia eleática, a qual nega o não-ser e pressupõe um ser uno, imutável, imóvel e indestrutível. Esses pensadores da *physis* buscaram conciliar a ideia de devir, de que a mudança é o princípio fundamental, postulada por Heráclito, com a concepção eleata de que a mudança não passa de ilusão sensorial. A ruptura entre o pensamento dos eleatas com as noções dos primeiros atomistas se dá pela introdução da ideia de que a mudança pode ser conciliada com a concepção de que a essência última da

Natureza é imutável. Ao contrário dos eleatas que insistiam em afirmar a impossibilidade do não-ser, postulando que nascimento e morte são, respectivamente, a união e a separação das coisas existentes, e não a passagem do não-ser ao ser ou do ser ao não-ser, Demócrito e Leucipo defenderam uma noção de realidade mecanicista explicada a partir do movimento de corpos indivisíveis no vazio, ou não-ser. Apesar de romper com a concepção da escola de Eléia, de que a realidade não é constituída por ser e não-ser, mas pelo Ser Uno e Imutável, os atomistas conservaram, ainda assim, a ideia de que nascer e perecer não existem; o que há é a *agregação* e *desagregação das realidades originária*s, de modo que as coisas separam-se e unem-se novamente para formar outras. Assim, a concepção democritiana de realidades indivisíveis estabelece uma relação fundamental com o ser parmenídeo, sobretudo por reproduzir a ideia de que o ser é essencialmente imutável, indestrutível e uno.

Demócrito parece proceder com a argumentação de que, dado que os corpos dos quais temos experiência são suscetíveis à divisão, deve-se considerar que são formados por elementos primeiros indivisíveis, pois, se assim não fosse, ao serem divididos se desintegrariam no nada, o que seria logicamente absurdo para os gregos. A esses elementos indivisíveis Demócrito e Leucipo chamam de átomo, isto é, o não-divisível. O átomo, tal como descrito por Demócrito, trata-se de uma realidade última e infinita, a qual se estabelece como constituinte fundamental da natureza. Esses corpúsculos elementares, ao mesmo tempo que variam ao infinito – de maneira tal que não podem se adaptar à nossa realidade sensível, podendo somente serem inteligidos, dada a sutileza física –, são, ainda, infinitos em número e invisíveis em virtude da pequenez e do volume. Como é possível observar, essa noção de átomo posta pelos atomistas está em profunda conexão com o "Ser" de Parmênides, sobretudo por caracterizarem-no como imutável, indestrutível e essencialmente uno. No entanto, ainda que cada átomo preserve tais qualidades, eles não são numericamente um, ao contrário, são uma infinidade de unidades plenas, que ao unirem-se originam os fenômenos visíveis.

Quanto à imutabilidade, à indestrutibilidade e à unidade, segundo as descrições de Leucipo e Demócrito, o átomo não é suscetível à mudança, de modo que não há diferença substancial entre um átomo e outro, pois são feitos da mesma matéria. Além disso, o átomo corresponde a um tipo de ser que não nasce e não perece, portanto, é eterno e infinito na natureza – embora possa sofrer alterações em virtude do movimento, que é natural ao átomo, e da combinação –, se distinguindo apenas pela forma, ordem e posição, o que permite a infinita variedade de fenômenos no mundo sensível. Aristóteles, na *Metafísica*, ilustra bem essas diferenças entre os átomos ao apresentar a analogia das letras do alfabeto: "A difere de N na

forma, AN de NA na disposição, e Z de N na posição" (Aristóteles Met. A 4, 985 b 4 *apud* Kirk; Raven; Schofield, 2010, p. 438). Tais diferenças são o que permitem a multiplicidade das coisas sem alterar a essência, ou melhor, a matéria do átomo. A forma, é possível notar, é o que determina como os átomos poderão se unir entre si, enquanto a ordem e a posição são responsáveis, respectivamente, pela estrutura desses corpúsculos e pela aparência ou percepção dos corpos formados por eles. Essas diferenças entre os átomos, por sua vez, dependem, necessariamente, do movimento inerente para que seja possível a organização.

Para explicar a pluralidade, o nascer e o perecer das coisas observáveis, decorrente do choque, da composição, da separação e do rearranjo contínuos entre os átomos, e, sobretudo, conciliar a tese eleata da imutabilidade do ser com a noção de devir, os atomistas caracterizaram o átomo como naturalmente dotado de movimento. O átomo, segundo eles, estaria em um estado de movimento eterno e aleatório inerentes responsável pela agregação dos elementos para formar outros corpos e pela desintegração desses compostos que resultaria na morte. Ao caracterizarem-no assim, os atomistas não apenas descartam a possibilidade de haver algo anterior ao átomo, mas vão contra toda a tradição elaeta – do mesmo modo que se contrapoẽm as, posteriores, filosofias platônica e aristotélica – que concebia a impossibilidade do não ser, uma vez que estariam negando a necessidade de uma inteligência capaz de provocar o impulso necessário para formar e dar origem ao Cosmo, o qual resulta do encontro mecânico entre os átomos, não sendo, portanto, nem projetado e nem produzido por uma inteligência, como o *Nous*, de Anaxágoras. Quanto a isso, Cartledge ressalta que um dos grandes diferenciais da filosofia de Demócrito é o de que:

> Embora não abandonando de todo a linguagem do divino, ele implicitamente nega (como Epicuro faria explicitamente) a visão de que o mundo seja produto de um plano ou objetivo. Demócrito não se inscreve nas fileiras dos ateístas completos, mas, como hipótese de trabalho, a sua teoria absolutamente requeria a suspensão de uma crença religiosa ativa. Assim, a sua cosmologia naturalista era também desestabilizadora e inortodoxa, no sentido de ser não convencional, indo frontalmente contra as noções não-naturalistas da autorização divina, profundamente respeitada nas ações cotidianas e nas práticas religiosas dos gregos. (Cartledge, 2001, p. 32)

Como consequência da defesa de que o átomo é naturalmente móvel, podemos elaborar a seguinte proposição: se há movimento é necessário que haja espaço ou lugar para que esse movimento ocorra. É nesse sentido que os atomistas introduzem uma nova realidade ontológica que é fundamental para explicar os fenômenos visíveis resultantes do choque contínuo entre os átomos, realidade essa que foi criticada e não aceita até o pensamento filosófico moderno: o vazio. Para os atomistas, essa outra realidade, infinita em extensão, chamada de vazio ou não-ser, é postulada como uma forma de explicar o movimento e a pluralidade dos átomos. É

discutível se a noção de vazio que Demócrito apresenta trata-se de um vazio absoluto ou de um vazio ainda não preenchido entre os átomos; para uma parte significativa dos doxógrafos, a última parece ser a mais aceita. Quanto a isso, Aristóteles afirma no Livro VIII da *Física*, ao se referir aos atomistas, que:

> Por causa do vazio há movimento, dizem. E eles, com efeito, afirmam que de um movimento local movimenta-se a natureza. — Cf. Simplício, 1318, 33: Isto é, os corpos naturais, primeiros e insecáveis. Pois aqueles os chamavam de natureza e afirmavam que eles se movimentam localmente pelo peso neles, por causa do vazio que cede lugar e não resiste; pois são agitados em círculo. E eles fornecem este não somente primeiro mas também único movimento aos elementos, e os outros movimentos àqueles corpos proce-dentes dos elementos. Afirmam, portanto, que os corpos crescem e se consomem e mudam e se formam e perecem por causa da combinação e da separação dos corpos primários. (Aristóteles, Física, VIII, 9, 265 b 24; DK 68 A 58 *apud* Souza, 1973, p. 318)

Nessa passagem, ao se referir ao vazio, Aristóteles atribui a ele a qualidade de ceder e de não impor resistência ao movimento dos átomos, os quais movem-se em círculo, chocando-se uns contra os outros para formar outros corpos. Como observado por Aristóteles, Demócrito propõe o movimento dos átomos em círculo, assim como ocorre com corpos em um redemoinho, onde os maiores tendem ao centro enquanto os menores se movem para a borda. Em meio a essa agitação dos átomos em que o movimento se converte em uma espécie de *turbilhão*, os elementos se unem àqueles que lhes são semelhantes para formar todas as coisas. Tal ideia aparece explícita na seguinte passagem que Sexto Empírico atribui à Demócrito:

> Pois os animais se arrebanham com os animais da mesma espécie; pombas com pombas, grous com grous, e, entre os outros irracionais, acontece o mesmo. Assim também entre os inanimados, como se pode ver entre sementes peneiradas e areias das praias: lá, com o turbilhão da peneirada há uma separação e lentilhas se ajuntam a lentilhas, grãos de cevada aos de cevada, os de trigo aos de trigo; cá, de acordo com o movimento das ondas, areias oblongas são impelidas para junto de oblongas, redondas para junto de redondas, como se a semelhança entre as coisas tivesse força para reuni-las. (Sexto Empírico, Contra os Matemáticos, VII, 116 *apud* Souza, 1973, p. 340)

Esse movimento em turbilhão dos átomos faz com que os semelhantes se agreguem entre si para formar os mundos, que, segundo os atomistas, são infinitos, visto que os corpos pelos quais são formados também o são. Na tentativa de explicar a formação dos mundos, alguns estudiosos do atomismo antigo apontam que o movimento, do qual os infinitos mundos derivam, parece ocorrer em três momentos distintos. Inicialmente, de acordo com Diógenes Laêrtios (1988), os átomos de todos os tipos se moveriam para certas partes do espaço vazio para se reunirem entre si. Em seguida, resultaria dessa reunião dos átomos um movimento em turbilhão, "projetados em todas as direções" (Demócrito, Fr. 168 *apud* Bornheim, 2005, p. 114), no qual uns se chocam contra os outros, e, em virtude do movimento circular, separam-se, de

maneira que os semelhantes se unem entre si. Por último, Diógenes afirma que os átomos entram em equilíbrio devido ao grande número, de forma que não podem se mover em círculo, então os corpos mais leves são expelidos às extremidades, como em uma peneira, enquanto os maiores tendem ao centro, onde permanecem juntos para dar origem à terra (Laêrtios, IX, 31-32, 1988, p. 259). Assim como os mundos se formam do encontro mecânico entre os átomos, eles também podem se desintegrar para dar origem a outros mundos, de maneira cíclica e sem fim, dado que o movimento dos átomos é eterno. Disso, pode-se extrair que não há uma concepção teleológica na filosofia de Demócrito, a natureza não tende a um fim. Ao contrário de Aristóteles, que trata da causa final, as coisas são, para os antigos atomistas, originadas pelo puro acaso ou necessidade da agregação e desagregação dos átomos.

O vazio, embora seja essencial ao sistema de Demócrito, é recusada pela maioria dos pensadores subsequentes. O pensamento aristotélico, em conformidade com as ideias de Parmênides, postula a impossibilidade ontológica do vazio, assim como fizeram outros eleatas ao negarem a possibilidade do não-ser. Demócrito, por sua vez, propôs algo que, a princípio, parece contraditório, pois afirma a existência daquilo que "não é". No entanto, ele pretende, com tal afirmação, postular que "o que não é" tem tanta realidade ontológica quanto aquilo "que é", dado que ambos têm natureza própria. Sobre isso, a ele atribuem a seguinte proposição: "o "ada" não existe mais que o "nada", chamando de "ada" o corpo e de "nada " o vazio, já que este também possui uma certa natureza e substância própria" (Demócrito, Fr. 156 *apud* Souza, 1973, p. 339). Com essa ousada tese, ele pretendia estabelecer uma relação de necessidade entre os átomos e o vazio, de modo a reafirmar a possibilidade deste último, o qual é condição necessária para o movimento, tanto quanto a do primeiro.

Dessa concepção de movimento resulta a desconfiança de Demócrito aos testemunhos sensíveis, os quais se dão de acordo com a disposição dos átomos e dos que com eles se chocam. Em passagem a ele atribuída, afirma que "nós, porém, realmente nada de preciso apreendemos, mas em mudança, segundo a disposição do corpo e das coisas que nele penetram e chocam" (Demócrito, Fr. 9 *apud* Souza, 1973, p. 322). Na realidade, de acordo com Demócrito, estamos longe do verdadeiro conhecimento, tudo aquilo do qual temos acesso decorre dos movimentos inerentes aos átomos. A princípio, parece que Demócrito nega totalmente que possamos fazer conhecimento seguro através do que é atestado pelos sentidos, assumindo, assim, uma postura cética quanto a isso. Porém, em uma passagem de um suposto diálogo entre o intelecto e os sentidos, ele mostra o contrário, reforçando que a queda dos sentidos representa também a queda do intelecto, cujas bases racionais são fundamentadas na experiência sensível: "pobre

espírito, é de nós que recebes as tuas certezas e agora nos [i.e. os sentidos] derrubas? O nosso derrube é a tua ruína" (Demócrito, Fr. 125 *apud* Kirk; Raven; Schofield, 2010, p. 436).

## Epicuro

Na Carta à Heródoto, Epicuro apresenta suas concepções sobre a investigação da natureza, estabelecendo que o conhecimento acerca dos fenômenos que não nos são sensivelmente evidentes — como os átomos e o Universo — deve ser conjecturado através de raciocínio respaldado nas sensações. Com isso, para fundamentar sua concepção física da realidade, Epicuro apresenta três princípios[92] fundamentais à sua investigação. O primeiro diz respeito à conservação do todo, postulando que "nada é gerado do não ser", "nada é destruído e levado a não ser" e "o todo sempre foi tal como agora é, e sempre tal será" (Epicuro, 2020, p. 94). O segundo princípio refere-se à constituição do todo, o qual é formado por corpos e pelo vazio, de modo que nada além dessas duas naturezas pode ser concebido. Epicuro classifica os corpos em compostos e simples, sendo estes últimos os átomos, os quais são entendidos como naturezas compactas, indivisíveis e imutáveis. Por fim, o terceiro princípio trata dos aspectos qualitativos e quantitativos da totalidade, assumindo o todo, isto é, o universo, como ilimitado e eterno; "ilimitado tanto na quantidade de corpos como na extensão do vazio" (Epicuro, 2020, p. 95).

O primeiro princípio apresentado por Epicuro, acerca da conservação da realidade, segue um princípio eleata que os seus predecessores atomistas (Demócrito e Leucipo) haviam conservado. Epicuro assume, a princípio, que nada se origina do não ser. A explicação lógica e empírica que o filósofo dá para isso baseia-se na observação de regularidades constantes da causa material na natureza: se houvesse geração do ser a partir do não ser, todas as coisas existentes poderiam ser geradas apartir de qualquer coisa de forma desordenada, de modo que "nada precisaria de sementes" (Epicuro, 2020, p. 94). De igual modo, os corpos tampouco

[92] Essa divisão do atomismo de Epicuro em três princípios basilares baseia-se no sumário analítico da Carta a Heródoto, elaborado por Maria Cecília Gomes dos Reis, tradutora da edição de *Cartas Máximas principais* que usamos neste artigo. O referido sumário pode ser encontrado na seção "Sumários analíticos e notas", localizada na parte final do volume da edição referenciada. A tradutora, por sua vez, adota como modelo o roteiro traçado no Plano da Carta a Heródoto, estruturado pelo professor Francis Wolff para o programa de Agrégation (2014) da École Normale Supérieure de Paris. Cf.: EPICURO. *Cartas & Máximas principais: "Como um deus entre os homens"*. Tradução, apresentação e notas de Maria Cecília Gomes dos Reis. São Paulo: Penguin-Companhia das Letras, 2020, p. 157.

podem ser desintegrados em direção ao não ser absoluto, pois caso isso ocorresse todas as coisas pereceriam a ponto de nada mais existir. Consequentemente, se nada nasce e nada perece absolutamente, podemos disso concluir que o Universo é imutável e eterno. Por conseguinte, a totalidade da realidade sempre foi do modo como é agora e permanecerá sempre assim, portanto é eterna, uma vez que não existe nenhum elemento ou espaço exterior ao todo em que ele possa ser transformado, assim como não há nada do qual possa derivar a mudança. As mudanças perceptíveis no mundo, por sua vez, não representam uma alteração do todo, mas configuram-se apenas como rearranjos internos de suas partes constituintes e imperecíveis (os átomos).

O segundo princípio, acerca da constituição da realidade, consiste em afirmar que o todo é composto por corpos e por vazio, assim como estabeleceu Demócrito. Para Epicuro, a existência dos corpos é inquestionável, pois "é algo sempre atestado pela própria sensação" (Epicuro, 2020, p. 94). Por outro lado, a existência do vazio — que não é um absoluto não-ser, mas é compreendido por Epicuro como "espaço" ou "natureza intangível" — decorre, logicamente, da constatação empírica da existência do movimento. A argumentação de Epicuro baseia-se na ideia de que, se não existisse o vazio, "não haveria onde os corpos estarem e nem por onde se moverem, como é manifesto que se movem" (Epicuro, 2020, p. 95). Disso ele afirma que não há nada além de corpos e de vazio, os quais existem por si mesmos sem relação de dependência com outra coisa. Qualquer coisa que esteja além disso não existe de forma independente, devendo ser considerada afecções (propriedades permanentes essenciais e inseparáveis) ou propriedades acidentais (estados passageiros) dessas duas naturezas principais. Finalmente, Epicuro divide os corpos em dois tipos: uns são compostos (realidades macroscópicas) e os outros são simples (átomos), que são "aquilo de que são produzidos os compostos" (Epicuro, 2020, p. 95). Os corpos simples são caracterizados como naturezas compactas, indivisíveis e imutáveis, sendo tais características necessárias para garantir que, na dissolução dos compostos, os constituintes básicos subsistam e a realidade não pereça em direção ao não ser.

Por fim, o terceiro princípio da física epicurista trata da totalidade como ilimitada e eterna. Epicuro defende que o todo é espacialmente infinito partindo da premissa de que tudo que é finito é delimitado por uma extremidade a qual "discerne-se ao lado de outra coisa" (Epicuro, 2020, p. 95) que lhe sirva de contraste. Caso a totalidade seja delimitada por bordas, haverá necessariamente algo que esteja além dos limites da extremidade, de onde resultaria que existe algo que se soma ao todo, o que é absurdo. Assim, como o Universo abrange a totalidade de tudo que existe, não pode haver nada externo a ele e que funcione como limite, portanto,

"não dispondo de limite, há de ser ilimitado e não delimitado" (Epicuro, 2020, p. 95). Dado que a totalidade é espacialmente infinita, todos os seus princípios constitutivos — os corpos e o vazio — também deverão ser infinitos. Epicuro, nesse sentido, demonstra que deve haver um equilíbrio entre essas duas naturezas: se o vazio fosse ilimitado, mas a quantidade de corpos fosse finita, eles "seriam levados e dispersados através do vazio ilimitado, sem algo que os sustentasse e os fizesse recuar depois das colisões" (Epicuro, 2020, p. 95), de modo que não seria possível formar os corpos compostos. Do contrário, se o vazio fosse finito, não comportaria corpos infinitos em quantidade, impossibilitando o movimento.

A fim de compreender como o movimento e as colisões dos átomos no vazio produzem efetivamente a realidade que percebemos, torna-se crucial investigar as propriedades intrínsecas desses corpos primordiais. Para isso, buscaremos abordá-lo a partir de três aspectos principais — i) atributos dos átomos; ii) teoria dos mínimos e iii) movimento original dos átomos —, contrastando-os com a noção de átomo defendida pelos antigos atomistas.

O primeiro aspecto diz respeito aos atributos do átomo: Epicuro defende que os átomos possuem exclusivamente "formato, peso, grandeza e tudo o que é necessariamente congênito ao formato" (Epicuro, 2020, p. 99), diferentemente de Leucipo e Demócrito que os caracterizavam de acordo com as infinitas possibilidades de figura, ordem e posição. As diferentes figuras dos átomos, assim como a grandeza, são necessárias para explicar a diversidade dos fenômenos que nos aparecem, visto que os átomos, todos de mesma natureza, em si mesmos são livres de qualidades sensíveis e diferem apenas quantitativamente. O peso, por sua vez, é uma inovação teórica essencial no atomismo de Epicuro para explicar como se dá o movimento dos átomos. Enquanto Demócrito descreveu o movimento dos átomos como em uma espécie de turbilhão sem uma causa explícita, Epicuro introduz o peso para explicar a tendência natural dos átomos de se deslocarem para baixo no espaço. Por último, as formas e as grandezas dos átomos, por sua vez, devem ser variadas "em número não abrangível pelo pensamento" (Epicuro, 2020, p. 95), mas não são infinitas. Nesse caso, podemos identificar uma base empirista na doutrina de Epicuro: se a grandeza do átomo se estendesse ao infinito, haveria átomos suficientemente grandes para se tornarem visíveis, o que vai contra as evidências atestadas pelos sentidos, pois "não vemos ocorrer, nem é possível conceber como um átomo poderia tornar-se visível" (Epicuro, 2020, p. 100).

O segundo aspecto refere-se à introdução da teoria dos "mínimos", uma das partes mais complexas do sistema atomístico de Epicuro. Embora os átomos, tanto os menores quanto os maiores, sejam física e ontologicamente indivisíveis, o fato de serem corpos compostos por

figura e, com efeito, de grandezas e extensão diversas implica, por necessidade lógica, que eles teriam partes; se não fosse desse modo não seria possível falar em átomos grandes e átomos pequenos. O que devemos observar é que essas partes dos átomos não são, como afirma Geovanne Reale, "separáveis ontologicamente, mas apenas lógica e idealmente distinguíveis" (Reale, 2003, p. 265), pois o átomo é compacto em sua natureza e fisicamente indivisível. Para fundamentar essa tese Epicuro recorre a analogia ao sensível, argumentando que do mesmo modo que o "mínimo perceptível" estabelece a unidade de medida para percorrer as grandezas visíveis, as partes "mínimas" do átomo "são limites de extensões, fornecendo a partir de si mesmos como primeiros a medida para as maiores e menores, por consideração racional aplicada ao não visível" (Epicuro, 2020, p. 101). Esse conceito de "limite mínimo" não se restringe apenas à matéria, mas estende-se sistematicamente ao vazio, ao tempo e ao movimento dos átomos, evitando a divisão ao infinito, que, para o filósofo, levaria inevitavelmente à dissolução da realidade em direção ao não-ser.

O último ponto a ser destacado trata da noção de movimento original dos átomos. Diferentemente dos atomistas antigos que concebiam o movimento atômico originário como um vórtice ou redemoinho caótico em todas as direções, Epicuro introduz o peso como causa do movimento inerente aos átomos, os quais estariam, como sintetiza Reale, em "queda para baixo no espaço infinito, devido ao peso dos átomos, com um movimento tão veloz quanto o pensamento e igual para todos os átomos, sejam eles pesados ou leves" (Reale, 2003, p. 265). Essa dinâmica, no entanto, produzia um dilema lógico discutido por muitos leitores de Epicuro, os quais afirmam que essa tese não é suficiente para explicar como os átomos poderiam cair sempre paralelamente em linha reta, ao infinito, se chocando para formar o mundo e todas as coisas: se os átomos caem em linhas retas paralelas e sempre na mesma velocidade, então eles seriam semelhantes a gotas de chuva, e, portanto, jamais se chocariam para formar os compostos e o mundo. Nesse sentido, para solucionar esse problema, os epicuristas introduzem à física de Epicuro a teoria do desvio ou declinação (*clinamen*)[93]. Essa teoria sustenta que "os

[93] É importante ressaltar que o conceito de *clinamen* não aparece expressamente nos fragmentos ou nas três cartas sobreviventes de Epicuro. Essa tese, que, segundo algumas interpretações do epicurismo, busca salvar a liberdade humana e favorecer as colisões dos átomos, chega até nós graças aos sucessores de Epicuro, sendo imortalizada, especialmente pelo poeta Tito Lucrécio em seu famoso poema *De rerum natura* e pelas críticas de Cícero. Para um aprofundamento e melhor compreensão dessa discussão, cabe destacar a leitura crítica de Moraes (2004), que defende que a atribuição da tese do *clinamen* a Epicuro um "falso problema" introduzido pela tradição lucreciana. Segundo Moraes, a física de Epicuro não necessita de um "desvio espontâneo" para justificar a colisão dos átomos e a formação do universo, sendo o *clinamen* reflexo da má compreensão da queda dos átomos. Para ele, como o vazio infinito não possui "alto" ou "baixo" absolutos, a defesa de que os átomos caem paralelamente em direção ao "fundo" não possui sentido algum. Desse modo, os átomos, impulsionados por seu próprio peso, movem-se de

átomos podem desviar-se a qualquer momento do tempo e em qualquer ponto do espaço num intervalo mínimo da linha reta e, assim, encontrar outros átomos" (Reale, 2003, p. 265).

É importante pontuar que a teoria da declinação (*clinamen*) não é introduzida apenas para solucionar o funcionamento das colisões entre os átomos, mas também por questões éticas, dado que, no sistema de Epicuro, a física não tem um fim em si mesma, mas serve, também, para fundamentar os estudos éticos à medida que liberta os homens de seus maiores medos e os conduz à verdadeira tranquilidade da alma (*ataraxia*). Por conseguinte, Epicuro afasta-se radicalmente do atomismo de Demócrito ao rejeitar o determinismo mecanicista por ele defendido. Enquanto Demócrito entregava a a dinâmica do universo a uma rígida *necessidade*, Epicuro defende que em um mundo onde a necessidade e o destino são "soberanos absolutos", não há espaço para a liberdade humana. Nesse sentido, na Carta a Meneceu, Epicuro afirma que o verdadeiro sábio repudia o determinismo absoluto dos físicos, afirmando que ele:

> Acha risível o que para alguns se apresenta como um soberano absoluto de tudo — o destino —, entretanto diz, isto sim, que certas coisas ocorrem por necessidade e outras por acaso, mas algumas enfim dependem de nós, por ser o incoercível a necessidade e por ver o acaso como variável, porém livre de qualquer soberano, por fim, o que depende de nós, e daí associar-se naturalmente à censura ou ao seu contrário. (Epicuro, 2020, p. 89)

Essa afirmação de Epicuro evidencia uma ruptura categórica em relação à concepção atomista de Demócrito, o qual entrega o princípio constitutivo da realidade à necessidade absoluta, impossibilitando, com isso, o livre-arbítrio. Epicuro, por sua vez, busca salvaguardar a vontade livre, através da introdução do desvio espontâneo da matéria. Embora concorde com Demócrito em relação à ausência de pressupostos teleológicos na natureza, como a vontade divina, Epicuro defende que é especialmente essa indeterminação ontológica que garante o livre-arbítrio, o qual é essencial para garantir que as ações humanas possam ser submetidas a elogio ou reprovação.

## As contribuições gregas para as teorias da matéria no pensamento físico moderno[94]

forma retilínea e sem parar em todas as direções no vazio infinito, chocando-se de forma natural e mecânica, dispensando, consequentemente, qualquer desvio arbitrário em sua trajetória.

[94] Buscaremos expor, em linhas gerais, as teses e elementos principais do corpuscularismo e do mecanicismo dos séculos XVI-XVII, caindo conscientemente em certo reducionismo e expressando uma certa superficialidade na tese de inúmeros filósofos naturais modernos importantes (como é caso de Galileu, Gassendi, Descartes e Boyle). Não iremos defender que o conceito de átomo e de atomismo, que existe a mais de vinte e cinco século, foi retomado e defendido de maneira contínua e sem nenhuma modificação, mas demonstrando que a concepção de natureza e a forma de fazer ciência mudaram durante a passagem da antiguidade para a modernidade. Destacaremos que existiram variadas concepções influenciadas pelo atomismo na modernidade, onde as que mais

Por quase um milênio a teoria atômica esteve em completo silêncio e abandono desde a sua última fagulha com Epicuro e Lucrécio. O período medieval foi marcado pela retomada das teorias neoplatônicas e aristotélicas, junto a uma forte defesa de uma matéria e de um cosmo criado e regido por uma divindade. Nesse cenário, uma teoria que defendesse a existência do vazio e de corpúsculos minúsculos que dão fundamento ontológico à matéria, mas que não foram criados e não são regidos por uma inteligência divina que governa o universo e que guia sua criação teleologicamente, não poderia ser defendida e divulgada nos ambientes intelectuais. Os seguidores do atomismo epicurista foram a última face de uma filosofia materialista que não pressupõe causas divinas e não defende pressupostos teleológicos ou formas perfeitas, imutáveis e imateriais, indo contra o pensamento metafísico e religioso que dominou a época medieval. Assim, as novidades advindas da filosofia natural foram tomadas como heresia por irem contrariamente aos dogmas da Igreja, e os intelectuais que as desenvolviam eram vistos inimigos da religião, por serem antiaristotélicos e antiescolásticos.

Leucipo e Demócrito trouxeram ao pensamento filosófico grego uma nova concepção acerca da natureza ao formular como constituintes da realidade o átomo e o vazio, como forma de conciliar o problema da mutabilidade e da imutabilidade do ser. Esses pensadores, bastante criticados pela tradição platônico-aristotélica, bem como pela tradição medieval, não foram discutidos sistematicamente nesse período de passagem da antiguidade à modernidade, no qual predominou a concepção aristotélica. Assim, a recuperação dos estudos sobre o átomo se dá graças à descoberta, por Poggio Bracciolini, de um sobrevivente manuscrito de Lucrécio (*De rerum natura*), que teve o importante papel de sintetizar a teoria atomística de Epicuro e dos antigos. Embora haja divergências tanto na doutrina atomista de Leucipo e Demócrito quanto na de Epicuro, em comparação com as teorias da matéria na modernidade, é interessante notar o quanto o pensamento desses filósofos da antiguidade clássica foi importante para o surgimento do pensamento científico posterior. É notório que o atomismo desenvolvido por esses pensadores foi um impulso para o desenvolvimento da física na modernidade e para a teoria atômica moderna; não à toa, a postulação dos átomos pelos antigos é comparada à postulação contemporânea de entidades inobserváveis, como os quarks.

Assim, apenas no final da Idade Média e com o advento do Renascimento, entre os séculos XV e XVII, com a chamada "Revolução Científica", podemos observar uma

se destacaram foram as concepções corpuscularista e mecanicista, influenciadas por uma tentativa de confirmação experimental.

considerável ruptura efetivada em *movimento descontinuísta* na concepção dos fundamentos ontológicos da realidade física. O alvorecer e o firmamento do período renascentista trouxeram consigo boas novas, fazendo reviver o espírito das teses atomistas por meio da redescoberta e da retomada das ideias de Lucrécio, bem como o conhecimento da teoria atomista dos antigos. Dessa redescoberta surgiu parte dos fundamentos epistêmicos e ontológicos das teses materialistas, mecanicistas e corpuscularistas dos filósofos naturais modernos, que, dentre outras características, afirmam que a matéria é composta por pequenas partículas físicas, ou corpúsculos, que possuem propriedades como forma, extensão, movimento, figura e tamanho. Mesmo diluída, ampliada ou misturada com outras teorias, foi o espírito das teses do atomismo antigo que esteve presente no estatuto da concepção ontológica de mundo dos modernos. São devedores e responsáveis pela reintrodução e desenvolvimento dessa teoria filósofos naturais modernos como: Robert Boyle, Giordano Bruno, Galileu Galilei, Pierre Gassendi, Thomas Hobbes, René Descartes, Isaac Newton, John Locke, Christiaan Huygens e outros mais.

A realidade da Revolução Científica moderna trouxe consigo um projeto de resgate do atomismo epicurista, que, mesmo com consideráveis modificações, defendia a realidade de minúsculos corpúsculos como fundamento último da realidade física. Exercendo uma forte oposição à autoridade da filosofia aristotélico-escolástica, bem como à sua noção de matéria e forma, e a toda a cosmologia, cosmografia e cosmovisão de mundo, os filósofos naturais modernos romperam significativamente com a imagem da natureza do mundo físico e com a forma como produzimos conhecimentos deste. Como aponta Simões (2021), uma parte significativa desses filósofos naturais modernos, como foi o caso de Galileu, Boyle e Gassendi, priorizou a superioridade do status epistêmico da experiência sensível e de uma ontologia mecanicista e corpuscular, contra um modelo de filosofia que buscava apenas definições e essências puramente metafísicas e teológicas para as causas materiais dos fenômenos, como a metafísica e o substancialismo do aristotelismo escolástico. Os filósofos naturais modernos começaram uma empreitada para questionar a convicção dos ensinamentos acadêmicos de sua época, não mais assumindo tais ensinamentos como verdades *a priori*, e rejeitando a ideia de que o conhecimento poderia ser produzido sem a importância da observação e da experimentação, ou sem critérios racionais que pudessem bem conduzir a razão.

Galileu, por exemplo, rompeu com a física e com a astronomia de base aristotélica, ptolomaica e escolástica, fazendo uso de grandes teorias que surgiram na Antiguidade. Para expressar sua teoria do calor, Galileu faz uso da defesa de partículas minúsculas que podem gerar estímulos sensíveis de estados subjetivos; o calor é gerado pela “dissolução” de um corpo

em partes finíssimas, e o que existe objetivamente são apenas partículas que geram certas sensações nos corpos. Em *O Ensaiador*, Galileu defendeu uma certa noção de universalidade da matéria, sendo essa a mesma presente na Terra e no Cosmo, isto é, que a matéria compartilhava as mesmas qualidades primárias e fundamento metafísico (como grandeza, figura, movimento, multiplicidade) no mundo terreno e no celeste. Já o que percebemos das qualidades sensíveis, que são produtos da percepção humana, se dá pelas grandezas, figuras e movimentos das unidades materiais minúsculas que provocam em nossos sentidos os sabores, odores e sons.

As teorias sobre o mundo físico produzidas sob o espírito da nova ciência, junto ao novo modelo de produzir conhecimento, também não foram unânimes e livres de debates arraigados (vide as grandes disputas entre Newton e Leibniz). Pierre Gassendi, por exemplo, foi um grande crítico e fez duras objeções à física e à metafísica substancialista de Descartes, atacando a noção de substância pensante e substância extensa, bem como as demonstrações cartesianas da distinção entre alma e corpo. Como destaca Simões, "Descartes representa para Gassendi a reconstrução da filosofia da substância e das essências, um gênero de saber apriorístico e dedutivo que é privado de um verdadeiro contato com a experiência, a exemplo dos aristotélicos" (Simões, 2021, p. 55). Gassendi buscou criticar teorias que até ali defendessem uma metafísica das essências como fundamento para as explicações do mundo físico, e assim,

> Gassendi parte do princípio de que é preciso erradicar da filosofia da natureza toda tentativa de misturar matéria – que é conhecida exclusivamente pelos sentidos – com princípios de organização não material, aos moldes do substancialismo dos aristotélicos que compõem a realidade como mistura de matéria e forma. A verborragia e o obscurantismo da filosofia aristotélica, segundo Gassendi, admitem que o conhecimento das verdades universais da natureza advenha da combinação da experiência observacional, da intuição intelectual e da demonstração lógica. Tudo isso era necessário para conhecer os princípios e as causas da organização do mundo, a essência das coisas. Para Gassendi, o conhecimento da natureza e a consequente explicação da diversidade das coisas está nos átomos (Simões, 2021, p. 63).

Para Descartes, a matéria era um contínuo material que poderia ser infinitamente divisível, não sendo compatível com a ideia de unidades materiais básicas e indivisíveis (os átomos) que, junto ao vazio pleno e infinito, eram o fundamento da realidade. Segundo Descartes, a natureza da matéria e dos corpos não poderia ser conceituada pelos aspectos sensíveis das qualidades secundárias, mas consistia em uma substância extensa, que tinha comprimento, largura e profundidade. Assim, sendo a extensão a natureza última da matéria, esta sempre poderia ser dividida em partes menores, e estas partes, por sua vez, poderiam ser divididas, sendo todas (grandes e pequenas) as partículas compostas de extensão capaz de ser

dividida. Desse modo, Descartes desenvolveu uma física e uma ontologia quantitativa e geométrica, fundamentada na noção metafísica de substância:

> Descartes não compartilhava da concepção de átomos e vazio como explicação da natureza. Para ele no mundo natural só se admite *extensão* e *movimento*, com isso, não há lugar para a existência de átomos indivisíveis e nem para o vazio. Sua postura é de um corpuscularista e não de um atomista. [...] Dessa forma, Descartes admite a matéria composta por corpúsculos, indefinidamente divisíveis, de diversos tamanhos, com figuras, disposições e movimentos distintos, coisa com a qual Gassendi não coadunava [...]. Descartes, por outro lado, admite que esses corpúsculos nunca estão bem arranjados e unidos a ponto de não existirem espaços entre eles. Contudo, eles não estão vazios, pois estão preenchidos de uma matéria sutil (o éter) em constante movimento" (Simões, 2021, p. 64-65).

Assim, Descartes foi um dos filósofos naturais modernos que defenderam um certo mecanicismo, sem aceitar com isso a teoria atomista da matéria, negando a existência do vazio e fazendo uma identificação da matéria física com a noção de extensão geométrica[95].

Por esse motivo, Zaterka (2006) destaca as teorias de Boyle, em especial apontando que a teoria do choque ou do contato entre os corpos ganha uma fundamental importância no pensamento do filósofo natural moderno como explicação dos fenômenos que observamos na natureza; ou seja, é que por meio da interação e reunião de diferentes corpúsculos[96] que surgem algumas propriedades e reações físicas e químicas, e estas, por sua vez, geram os estímulos em nossos sentidos[97]. A preocupação de Boyle acaba ficando sobre os aspectos das qualidades

[95] Uma outra disputa muito significativa sobre o mesmo tópico é o grande embate das objeções de Hobbes a Descartes. Essas objeções e disputas são um tópico a parte de toda redescoberta e desenvolvimento da teoria atômica dos antigos, mas é sobre ela que foram construídas grandes embates na filosofia natural moderna. Nesse sentido, cabe destacar que talvez a maior oposição filosófica a teoria corpuscular da matéria na modernidade, construído um dos embates mais ferrenhos visto nessa época, foi a crítica do bispo irlandês George Berkeley a existência da noção de matéria ou da existência abstrata de qualidades primárias não fundamentadas pela percepção sensível de uma mente. Sua crítica foi fundamentada na tese ser é ser percebido, não existindo nada além de espíritos e ideias percebidas por estes.

[96] "Robert Boyle (1627–1691), 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. 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" (Zaterka, 2006, p. 346). Segundo Zaterka (2006), Robert Boyle afirma que essas partículas mínimas da matéria foram criadas por Deus e mesmo sendo divisíveis, pelo fato de serem pequenas e sólidas sua divisão é quase impossível. Essas partículas mínimas são "equivalentes" aos átomos dos antigos, sendo o fundamento último da construção da matéria. Contudo, "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 [...]. 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 (Zaterka, 2006, p. 345).

[97] Para Descartes o vazio pleno não existe, bem como matéria e extensão são consideradas, em linhas gerais, a mesma coisa. Assim, a diferença entre o mecanicismo de Descartes e o corpusciularismo de Boyle consiste que "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", e assim, "embora ambos estejam preocupados em explicar os

empíricas, como a textura (que considera uma propriedade fundamental), geradas pelos diferentes corpúsculos presentes na natureza, como os efeitos manifestos nos corpos, somada à descrição das propriedades mecânicas da matéria (como a forma, figura e movimento), e não apenas nas partículas mínimas individualmente. Posto que, "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" (Zaterka, 2006, p. 349). Diante disso, Zaterka (2006) e Simões (2021) observam uma importante distinção entre os atomistas antigos, para quem as propriedades ou qualidades primárias da matéria poderiam explicar os fenômenos naturais, e os filósofos corpuscularistas modernos, como Boyle, que "ao contrário, preocupado com os agregados corpusculares, acrescenta a textura como propriedade fundamental" (Zaterka, 2006, p. 349).

A lista de diferenças não para por aí, e podemos ressaltar pelo menos mais duas grandes diferenças: a criação da matéria por Deus e o fato de o movimento desses corpúsculos não ser caótico, pois, havendo a introdução da divindade no sistema, isso indica a produção do movimento e uma finalidade na criação da natureza, conectadas diretamente a juízos teológicos. Assim, muitos desses filósofos modernos acreditavam que, se bem conduzidas, as investigações da filosofia natural poderiam evidenciar a existência de um Deus, provando também que a diversidade e a totalidade dos seres do mundo material só poderiam ter sido feitas por um criador benevolente e perfeito. Diante disso, o acaso, o caos ou o indeterminismo não teriam espaço nos sistemas mecânico-corpusculares desses filósofos naturais. O mundo e a natureza seriam um relógio perfeito, e Deus, seu criador benevolente. Portanto, os filósofos naturais modernos não acreditavam que não existisse finalidade na natureza das coisas, negando que o mundo tenha sido produzido apenas por átomos e puro acaso, sem ter sido planejado e sem a intervenção de nenhuma divindade, sendo contrários ao "ateísmo" derivado do atomismo antigo.

Diante disso, uma das grandes questões que surgem é: em que consistem as principais diferenças entre o corpuscularismo moderno e o atomismo antigo? Uma das principais diferenças se encontra na filosofia experimental e nos experimentos produzidos pelos filósofos naturais modernos, que buscavam explicar os fenômenos observados e sensíveis por meio de procedimentos guiados por métodos e equipamentos. Fazendo a natureza manifestar-se por

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" (Zaterka, 2006, p. 351).

meio de seus efeitos e alterando o curso do que parecia ser invisível, estes experimentos revelaram e projetaram as características menos visíveis da natureza, ainda não em sua camada mais fundamental, porém em um passo mais profundo do que antes houvera. Dessa forma, o vazio, que antes era apenas uma especulação e conjectura racional, agora passa a ser cada vez mais corroborado e aceito por meio dos experimentos produzidos usando a bomba a vácuo, por exemplo. Além disso, através dos primeiros experimentos físicos e químicos, os filósofos naturais modernos também começaram a explicar alguns fenômenos da natureza, como o calor e o frio, como produções mecânicas da matéria, defendendo modelos mecanicistas e corpuscularistas da natureza[98]. A Natureza, então, seria como um raro relógio, cujas engrenagens, algumas grandes e visíveis, outras tão pequenas que só são possíveis de entender através de seus movimentos e de suas consequências, possuem movimentos precisos e cada uma cumpre determinantemente sua função.

Assim, podemos defender a ideia de um certo *materialismo racional* durante esse período da filosofia natural moderna, o que significa que o conhecimento da natureza deve ser epistemicamente empírico, mas ontologicamente formado por conjecturas racionais. Em outros termos, a natureza passa a ser observada, experimentada e conhecida pelos sentidos, utilizando da indução para justificar as hipóteses particulares dos conhecimentos sensíveis. Contudo, seus fundamentos ontológicos são o campo em que as intuições racionais e as demonstrações lógico dedutivas entram em ação, pois os fundamentos da natureza não podiam ser constatados pelas experiências sensíveis, mas desvelavam-se timidamente às intuições lógico racionais das teorias universais.

Diante do que foi exposto acerca das doutrinas atomistas dos antigos e de Epicuro, pudemos observar que a maior expressão do atomismo grego na modernidade se encontra nas teorias corpuscularistas e mecanicistas de autores como Galileu Galilei, René Descartes, Pierre Gassendi e Robert Boyle. As noções modernas de átomo não passaram apenas pela física, mas também pela química, tendo Robert Boyle como grande precursor, que, através de pesquisa qualitativa, concluiu que os gases são formados por corpúsculos minúsculos envoltos por um enorme espaço vazio. Assim, seguindo essa trajetória histórica, a física moderna buscou resolver problemas que estavam sendo discutidos desde a Antiguidade, e cujos créditos devem

[98] Nesse sentido, uma grande diferença entre essas teorias é que para os atomistas antigos, as qualidades sensíveis da matéria são apenas convenções, dependem das percepções dos homens para perceber como estas são, sendo as formas dos átomos aquilo que fundamenta a diferença nessas convenções. Já alguns filósofos naturais modernos pressupõem níveis distintos para as partículas mínimas (os *mínima naturalia*), que vão desde partículas simples, partículas agregadas e as partes e corpos do mundo da experiência sensível.

ser dados àqueles que empreenderam esforços contínuos para chegar aos fundamentos da natureza da matéria e da constituição do todo, de modo que as discussões sobre o átomo, já postas por Leucipo, Demócrito e Epicuro, foram retomadas, também pela física contemporânea (embora não tenha sido essa a nossa preocupação neste artigo). Heisenberg, por exemplo, atribui o surgimento da ciência à Antiguidade grega, identificando nela a fonte para compreender os fundamentos da física atômica moderna. Ele chega a afirmar que "para se adquirir uma compreensão dos fundamentos da física atômica nós devemos seguir, passo a passo, as ideias que, dois mil e meio anos atrás, conduziram a filosofia natural à teoria atômica" e assim, "encontrar uma conexão com essas ideias fundamentais, mesmo nos avanços mais modernos da física atômica" (HEISENBERG. 1952, p. 96).

## Conclusão

O atomismo antigo estabeleceu as bases conceituais para a compreensão de matéria como algo descontínuo, composto por unidades mínimas, sólidas e indestrutíveis denominadas de átomos. Sua influência para o surgimento da física na modernidade foi decisiva, especialmente após a redescoberta do atomismo de Epicuro e Lucrécio. O atomismo antigo ofereceu as bases epistêmicas e ontológicas contra o aristotelismo escolástico predominante no início da modernidade, que defendia uma física baseada em causas finais e nas essências dos elementos. Nesse sentido, pensadores como Pierre Gassendi, Galileu Galilei e Robert Boyle reabilitaram o atomismo no debate científico através da defesa de uma filosofia mecanicista e corpuscularista, mesclando-a com algumas ideias teológicas da época, como a defesa de que os átomos foram criados por Deus. A teoria atômica consolidou-se com a matematização e a verificação experimental de suas hipóteses através de experimentos desenvolvidos no século XVIII e XIX. Estes experimentos, como os envolvidos com a teoria cinética dos gases e as descobertas do elétron e do núcleo atômico, foram, por sua vez, a conclusão de um projeto iniciado no século VI a.C., projeto este que na visão de muitos físicos e filósofos só pode ser compreendido através do conhecimento de sua história. Portanto, o presente artigo se configura em uma pequena contribuição para o desenvolvimento e divulgação da história do atomismo nos meios acadêmicos, buscando ter alcançado dois méritos: i) um aprofundamento do debate da relação entre filosofia e história da ciência e ii) abrir caminho para uma longa pesquisa dedicada aos estudos da história do atomismo como uma reconstrução da história da própria

humanidade em sua longa missão de tentar compreender teoricamente a profundidade das camadas da tessitura do real.

**Referências bibliográficas**

ARISTÓTELES. *Metafísica*. Texto grego com tradução ao lado. Vol. II. Tradução Giovanni Reale. São Paulo: Edições Loyola, 2002.

BORNHEIM, Gerd A. (Org.). *Os filósofos Pré-Socráticos*. São Paulo: Editora Cultrix, 1998.

BORN, M., AUGER, P., SCHRÖDINGER, E., HEISENBERG, W. *Problemas da física moderna*. São Paulo: Editora Perspectiva, 2000.

CASERTANO, G. *Os Pré-Socráticos*. Trad. Maria da Graça Gomes de Pina. São Paulo: Edições Loyola, 2011.

CARTLEDGE, P. *Demócrito: Demócrito e a política atomista*. Trad. Angelika Elisabeth Köhnke. São Paulo: Editora UNESP, 2001.

EPICURO. *Cartas & Máximas principais: "Como um deus entre os homens"*. Trad. Maria Cecília Gomes dos Reis. São Paulo: Penguin Companhia das Letras, 2020.

KIRK, G. S., RAVEN, J. E., SCHOFIELD, M. *Os Filósofos Pré-Socráticos: história crítica com seleção de textos.* Trad. Carlos Alberto Louro Fonseca. 7. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2010.

LAÊRTIOS, D. *Vidas e Doutrinas dos Filósofos Ilustres*. Tradução do grego, introdução e notas: Mário da Gama Kury. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1988.

MORAES, João Quartim de. A Linha Reta e o Infinito na Refundação Epicureana do Atomismo. *Cad. Hist. Fil. Ci.*, Campinas, Série 3, v. 14, n. 1, p. 7-47, jan.-jun. 2004.

POPPER, K. R. *Conjecturas e Refutações*, Brasília: Editora Universidade de Brasília, 5ª edição, 2008.

PORTO, C. M. *O atomismo grego e a formação do pensamento físico moderno*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 4, p. 1-11, 2013.

REALE, G., ANTISERI, D. *História da filosofia: filosofia pagã antiga*, Vol. 1. Trad. Ivo Storniolo. São Paulo: Paulus, 2003.

SIMÕES, E. *A concepção física do mundo: como os seres humanos criam o universo em que vivem*. São Paulo: Livraria da Física, 2021.

SOUZA, José Cavalcante de (Sel. e sup.). *Os Pré-Socráticos.* Traduções de José Cavalcante de Souza *et al*. 1. ed. São Paulo: Abril Cultural, 1973. (Coleção Os Pensadores).

ZATERKA, L.. Alguns aspectos da teoria da matéria: atomismo, corpuscularismo e filosofia mecânica. In: Cibelle Celestino Silva. (Org.). *Estudos de História e Filosofia das Ciências*. 1 ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006, v. 1, p. 329-352.