



### Aristóteles e a Construção da Física (Aristotle and the Construction of Physics)

Olavo Leopoldino da Silva Filho\*

*Instituto de Física, Universidade de Brasília, 70910-900, Brasília, DF, Brasil*

Aristóteles é geralmente estudado como sendo aquele que teve suas ideias, pelo menos no que concerne à Filosofia Natural (ou Física), suplantadas pela Física do final da Baixa Idade Média, através de filósofos naturais como Buridan, Galileu, Kepler, Copernico e tantos outros. Nesse breve artigo, apresento um outro Aristóteles: aquele que estabeleceu as origens seminais da Física e, com isso, definiu seu campo de articulação possível que, mesmo amplo, permanece umbilicalmente vinculado aos seus conceitos fundantes.

Palavras-chave: Aristóteles; Física; Origens.

Aristotle is generally studied as being the philosopher whose ideas, at least in what regards its Natural Philosophy, were largely overcome by the Physics of the end of the Medium Ages, by natural philosophers such as Buridan, Galileu, Kepler, Copernicus and many others. In this brief paper, I present another Aristotle: the one that set forth the seminal origins of Physics and, with that, defined its semantic field of possibilities which, despite still wide, remains tightly linked to its milestone concepts.

Keywords: Aristotle; Physics; Origins.

#### I. INTRODUÇÃO

Geralmente temos contato com a Física Aristotélica sob a perspectiva das mudanças nela produzidas pela Revolução Científica encabeçada por Galileu, Kepler, Copernico e outros. Não há dúvida quanto às imensas modificações trazidas pela Revolução Científica ao final da Baixa Idade Média, início do Renascimento. Pode-se mesmo afirmar que todo o edifício erigido por Aristóteles para a sua Física, *no que concerne aos seus modelos*, foram lançados por terra: desapareceu a centralidade da Terra, dissiparam-se os lugares naturais, o Lugar transformou-se em Espaço e tornou-se infinito e imaterial, além de outras inúmeras alterações que estão no cerne da ontologia da Física Clássica.

Entretanto, para além dessas alterações, o que é muito pouco tratado na literatura é aquilo que *não se modificou* em absolutamente nada na passagem da Física Aristotélica para a Física Clássica (e, em alguns casos, mesmo para a Física Moderna). Nesse sentido, Aristóteles pode ser considerado com imensa justiça o verdadeiro pai da Física, por ter lançado suas bases *estruturais*, mesmo que, no que concerne a conteúdos particulares articulados por modelos específicos (como o modelo geocêntrico), ele

tenha sido amplamente refutado.

É sabido que muitos filósofos da ciência consideram os filósofos pré-socráticos como os grandes iniciadores do pensamento filosófico e mesmo físico[1]. Filósofos como Tales, Anaximandro, Anaxímenes, e muitos outros do mesmo período são mesmo conhecidos pela alcunha de físicos. Neste trabalho gostaria de fazer uma diferenciação um pouco sutil, que vai ao encontro do detalhamento necessário para a defesa de minha tese principal.

Consideraria, sem grande problema, os filósofos pré-socráticos como os pais de uma filosofia naturalizante, que procura na própria natureza, e não em deuses e seus costumes, a explicação de fenômenos que, então, passam a ser considerados fenômenos naturais.

Faria, entretanto, uma diferenciação com o que encontramos na obra de Aristóteles. Já imerso nessa tendência naturalizante, Aristóteles irá lançar as bases propriamente do que chamamos de Física atualmente, estabelecendo, na maioria das vezes, o que devemos assumir para que seja mesmo possível se pensar fisicamente. De fato, irei mostrar que Aristóteles faz isso ao se contrapor, em inúmeras passagens de sua Física, aos filósofos eleatas, em particular, Zenão, mas também Parmênides. Essa percepção segue uma intuição cara a filósofos como Heidegger, que afirmam serem Platão e Aristóteles os arautos do fim da ontologia no Ocidente. Ainda que não considere estes autores nesse sentido, certamente eles podem ser considerados, em particular Aristóteles, como aqueles que eludiram a ontologia eleática, cara à fenomenologia

---

\*olavolsf@gmail.com

moderna, em particular aquela de sabor heideggeriano[2].

As grandes questões que Aristóteles prepara para a Física posterior estão relacionadas com as noções de Espaço, Tempo e Movimento. A seguir apresento-as sem pretensão de ser exaustivo, dados os vínculos quanto à extensão para um texto como este.

## II. PREPARAÇÃO DE ARISTÓTELES PARA RESPONDER A ZENÃO:

A questão mais profunda com a qual Aristóteles se embate já no início da sua Física[4] é aquela herdada de Parmênides sobre a caracterização do Ser. Em Parmênides[3], como se sabe, tal caracterização assume uma perspectiva substantiva, uma vez que o eleata escreve sua obra *Da Natureza* justamente para elencar as propriedades necessárias do Ser. Um dos resultados mais importantes que restam de tal caracterização é justamente sua rápida exaustão. O Ser, como caracterizado por Parmênides, só pode ter logicamente as propriedades que ele lhe apõe, tudo o mais sendo da ordem da aparência e, portanto, de uma realidade menos certa, segura. Infinito, indivisível, rotundo, atemporal: essas são as principais características desse Ser parmenideano.

Ora bem, não há física possível articulável no âmbito desse Ser parmenideano, de modo que restaria a toda a Física, a se concordar com o eleata, apenas o âmbito da aparência, da ordem do incerto, muito além do apodítico.

Isso soa grotesco aos ouvidos de Aristóteles (Física, I, 184<sup>b</sup>15 e seguintes):

”A questão mais pertinente [ao estudo da Física] com a qual se pode começar é esta: em qual sentido se afirma que todas as coisas *são* uma? Pois ”é” é usado de muitas maneiras. Eles querem dizer que todas as coisas são substâncias ou quantidades ou qualidades? (Física, I, 185<sup>a</sup>21)”

E segue (Física, I, 186<sup>a</sup>22):

”O mesmo tipo de argumento vale igualmente bem para Parmênides [como para Melisso] (...) Sua suposição de que ”é” é usado em apenas uma única acepção é falsa, pois ”é” é usado em várias.”

Deste ponto em diante, Aristóteles apresenta, de modo bastante abreviado, sua doutrina das Categorias [5], pela qual Aristóteles introduz a noção de *predicação*. Substitui a ontologia eleática do Ser unívoco por um ser que possui matéria e forma (o hilemorfismo aristotélico) que podem receber inúmeras predicções no sentido de precisar sua identidade particular. A Física, que aqui se avizinha, será portanto a doutrina de um tipo particular de predicação: aquela relacionada precisamente à mudança (Aristóteles fala em mudança em geral, na qual se insere a noção de movimento).

Uma vez tendo estabelecido que o tema fundamental de sua Física é a mudança, Aristóteles se defronta com os primeiros obstáculos já há muito lançados justamente pelos filósofos eleatas, principalmente Zenão de Elea. Zenão fez de sua missão criar um conjunto de argumentos com vista a assegurar, logicamente, o caráter absurdo da ideia de mudança e, portanto, por contraposição, afirmar a verdade fundamental do Ser parmenideano.

Antes, Aristóteles se debruça sobre a própria noção de ”mudança/movimento” (Física, III, 200<sup>b</sup>11):

”A Natureza é um princípio de movimento e mudança, e é o objeto de nossa busca. Nós devemos, portanto, entender o que o movimento é, pois ele sendo desconhecido [para nós], a Natureza também o será.”

Aristóteles usa sua ontologia própria, na qual especifica as maneiras pelas quais o Ser pode ser dito. Dentre essas maneiras, estão as noções de potência e ato: para Aristóteles as coisas existem em potência ou em ato. Com o movimento ou mudança não é diferente. Mais ainda, sua definição é fundamental para entender as raízes de sua crítica ao primeiro problema de Zenão. Para Aristóteles, o movimento é a atualização do que é potencial enquanto potencial (Física, III, 201<sup>b</sup>5):

”Podemos distinguir, então entre os dois – assim como a cor e o visível são diferentes – e claramente isto se dá pela actualização do que é potencial enquanto potencial que é o movimento.”

O elemento central nessa definição aristotélica, que nunca mais irá nos abandonar, mesmo quando já não usamos as noções de potência e ato, é a percepção do movimento como um *processo*. Esse será o elemento fundamental da discussão com Zenão em sua primeira questão contra o movimento.

Como uma segunda preparação para a discussão com Zenão, Aristóteles aborda a questão do infinito. Pergunta-se se o infinito pode ser material ou imaterial (de onde conclui que o material não pode ser infinito, donde segue-se a finitude do Mundo aristotélico). Mais profunda, entretanto, é a sua pergunta sobre se o infinito pode existir em potência ou ato. Negando a segunda posição, Aristóteles afirma que o infinito só pode existir em potência (Física III, 206<sup>a</sup>14); uma razão para isso é que a existência do infinito em acto, como substância, seria totalmente incompatível com sua doutrina dos lugares naturais (Física III, 205<sup>b</sup>24):

”Agora as coisas são ditas existirem tanto potencialmente como em acto. Mais ainda, uma coisa é infinita seja por adição ou divisão. Agora, como vimos, a magnitude não é infinita em acto. Mas por divisão é infinita. (...) A alternativa que sobra, pois, é que o infinito tem uma existência potencial.”

Aristóteles chega ao penúltimo ponto necessário para refutar as posições de Zenão: a noção de Lugar. Aristóteles se pergunta, então, o que seria o (que hoje denominamos) espaço. Está já avisado, pelo próprio Zenão, que o lugar não pode ser material, caso contrário haveria o lugar do lugar e assim infinitamente. Por outro lado, o lugar não pode ter existência potencial, mas actual, visto conter coisas que existem actualmente. Resta, das inúmeras possibilidades que Aristóteles levanta, apenas a seguinte: o Lugar de uma coisa é a fronteira mais interna daquilo que o contém (Física, IV, 212<sup>a</sup>20):

”Portanto, o Lugar de uma coisa é a fronteira imóvel mais interna daquilo que o contém.”

Essa definição de Lugar é importante no sistema aristotélico, pois nele não se pode articular uma noção de vazio (isso destruiria a noção de lugares naturais, a centralidade da Terra e com eles, toda a Física Aristotélica). De fato, diz-nos Aristóteles (Física, IV, 215<sup>a</sup>19):

”[Se existisse o vazio], ninguém poderia dizer que uma coisa, uma vez posta em movimento, deveria parar em algum lugar; pois porque deveria ela parar *aqui* mais do que *ali*? Então uma coisa estaria em repouso ou seria movida *ad infinitum*, a menos que algo mais poderoso se lhe colocasse à frente.”

(que maravilhosa *contra afirmação* da primeira Lei de Newton! E uma que argumenta em termos de *simetria*!). Podemos entender o longo caminho na derrubada do sistema aristotélico como sendo o caminho trilhado no reestabelecimento da noção de Vazio, tão cara aos atomistas gregos, e que foi retomada por Philoponus (Baixa Idade Média)[6] e pelos Filósofos Muçumanos na alta Idade Média (Avicena e Averrois)[7].

Finalmente, Aristóteles chega à definição de tempo que lhe interessa, nesse ponto, para confrontar-se com Zenão. Assim, o primeiro ponto, importantíssimo, frisado por Aristóteles é o seguinte: o tempo não é constituído de ”agoras” (Física, IV, 218<sup>a</sup>4):

”(...) Mas, do tempo, algumas partes foram, enquanto outras ainda serão, e nenhuma parte dele é, ainda que ele seja divisível. Pois o ’agora’ não é uma parte: uma parte é uma medida do todo, que deve ser feito de partes. O Tempo, por outro lado, não é tido como sendo feito de ’agoras’.”

Mais ainda, a despeito de vincular o tempo à mudança ou ao movimento, Aristóteles claramente o distingue destes: ”Claramente, portanto, ele [o tempo] não é movimento” (Física, IV, 218<sup>b</sup>19). Que o tempo está ligado ao movimento, Aristóteles diz ser óbvio, pois (Física, IV, 218<sup>b</sup>22):

”Pois também o tempo não existe sem a mudança, pois quando o estado de nossas

mentes não muda de qualquer maneira, ou não percebemos sua mudança, não pensamos que o tempo passou.”

Por isso o tempo não pode ser um ”agora”, pois (Física, IV, 219<sup>a</sup>30):

”Quando, portanto, percebemos o ’agora’ como um, e não como antes ou depois em um movimento, nem como o mesmo elemento, mas na relação com o antes e o depois, nenhum tempo é imaginado como tendo passado, pois também não houve movimento. Por outro lado, quando nós percebemos um ’antes’ e um ’depois’, então nós dizemos que há um tempo. Pois tempo é apenas isto: o número do movimento segundo o ’antes’ e o ’depois’.”

Traduzindo na linguagem moderna, o tempo da Física não pode ser um ponto, mas tem que ser necessariamente um intervalo. Esse intervalo, entretanto, pode ser infinitamente dividido, pois, como intervalo, é constituído de infinitas partes *potenciais*. Mas, por mais que o dividamos, nunca chegaremos a um termo, pois isso implicaria em tornar a divisão infinita de uma potência em um ato, e o infinito, como já asseguramos, não pode existir em ato. O ”agora” é, segundo Aristóteles, uma fronteira e, como fronteira não pode ser o tempo, mas um de seus atributos (Física, IV, 220<sup>a</sup>21). De qualquer forma, está claro que o tempo é o número do movimento segundo o antes e o depois, e é contínuo, visto ser um atributo do que é contínuo (Física, IV, 220<sup>a</sup>25).

”O menor número, estritamente falando, é dois. Mas o número, como concretude, às vezes possui um mínimo, às vezes não: e.g. de uma linha, o menor em termos de multiplicidade é dois (ou, se quiser, um), mas com respeito ao *tamanho*, não há mínimo; pois toda linha é divisível *ad infinitum*. Assim, o mesmo é com o tempo. No que concerne seu número, o mínimo é um (ou dois); no que diz à sua extensão, não há mínimo.”

”Não apenas medimos o movimento pelo tempo, mas *também* o tempo pelo movimento, porque eles se definem mutuamente” (Física, IV, 220<sup>b</sup>15).

Nessas passagens Aristóteles, a seu modo, estabelece uma diferenciação entre números naturais e números reais, vinculando-os ao que é contável (em que o mínimo é dois - ou um) e ao que é incontável, como é a continuidade geométrica infinita. Ora bem, então temos que uma quantidade relacionada à mudança, a velocidade, é a medida da atualização de uma potência enquanto potência, e que o tempo é um intervalo infinitamente divisível *em potência*.

Aristóteles ainda define, em termos não matemáticos, a velocidade (Física, VI, 232<sup>a</sup>23):

”E como toda magnitude é divisível em magnitudes – pois mostramos que é impossível para algo contínuo ser composto de partes indivisíveis, e toda magnitude é contínua – segue-se necessariamente que o mais rápido de duas coisas percorre uma magnitude maior em um tempo igual, uma magnitude igual em um tempo menor, e uma maior magnitude em menor tempo, em conformidade com a definição às vezes dada ao mais rápido.”

Com o acréscimo óbvio de que a velocidade deve ser a razão entre o comprimento e o tempo, podemos ver, mesmo que em longínquo horizonte, o seguinte:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta L}{\Delta t},$$

lembrando que a noção de limite implica que *podemos fazer*  $\Delta t$  tão pequeno quanto queiramos, mas não igual a zero; mas sobre isso não falarei mais.

### III. O PRIMEIRO PARADOXO DE ZENÃO E SUA RESPOSTA ARISTOTÉLICA:

Aristóteles agora está pronto para enfrentar a primeira questão de Zenão:

Assim, a primeira questão com a qual Aristóteles se depara, nesse processo de construir as bases da Física é advém do seguinte problema proposto por Zenão. A primeira antinomia de Zenão refere-se ao problema da multiplicidade das coisas. É o único fragmento de Zenão inquestionavelmente autêntico e que chegou até nós intacto (Fr. 3, Simplicio *in Phys.* 140, 28).

“Ao demonstrar, uma vez mais, que, se há muitas coisas, estas mesmas são limitadas e ilimitadas, Zenão escreve textualmente o seguinte:

‘Se há muitas coisas, força é que elas sejam tantas quantas existem, e nem mais nem menos do que estas. Mas se são tantas quantas existem, terão de ser limitadas.

‘Se há muitas coisas, são ilimitadas as coisas existentes; pois há sempre outras entre as coisas que existem, e de novo outras no meio delas. E assim as coisas que existem são ilimitadas.’”

E a resposta de Aristóteles (Física, VI, 233<sup>a</sup>22):

”Portanto o argumento de Zenão assume algo falso ao afirmar que é impossível para uma coisa passar sobre,

ou estar em contato com, uma infinidade de coisas em um tempo finito. Pois há duas formas pelas quais comprimento e tempo e, em geral, qualquer coisa contínua, são ditos contínuos: eles são ditos assim tanto com respeito à sua indivisibilidade, quanto em respeito às suas extremidades. Assim, enquanto uma coisa em um tempo finito não pode entrar em contato com coisas quantitativamente infinitas, ela pode entrar em contato com coisas que são infinitas com respeito à divisibilidade; pois nesse sentido o tempo mesmo é também infinito, e assim entendemos que o tempo ocupado pela passagem sobre o infinito não é finito, mas infinito, e que o *contato* com os infinitos é feito por meio de momentos [não ‘agoras’] não finitos, mas infinitos em número.”

A partir desse ponto, Aristóteles passa a desconstruir um a um os paradoxos colocados por Zenão e que eram (hoje podemos dizer) grandes obstáculos para a construção de uma Física nos moldes que conhecemos. Aristóteles, por exemplo, resolve o problema do movimento relativo, também exposto por Zenão, provavelmente. Sobre esses outros paradoxos, não temos aqui espaço para desenvolver suas respostas, mas elas igualmente inauguraram um pensar físico que não se perdeu ao longo desses últimos milênios (a questão do movimento relativo, em particular).

No percurso traçado para responder a esses paradoxos eleáticos, Aristóteles constrói uma Física que jamais será contraditada (até aqui, ao menos), porque *define* o próprio tecido conceitual do qual a Física é feita, e estabelece as regras do jogo que o físico terá que seguir para os próximos dois ou três milênios, pelo menos.

### IV. CONCLUSÃO:

A Física, muitas vezes, se constrói por incessantes deslocamentos hermenêuticos, deslizamentos de significados que muito mais do que responder questões antigas, colocam-nas como irrelevantes. Entretanto, inúmeras contribuições ancestrais se colocam naquilo que poderíamos chamar de núcleo duro da própria Física, como a atividade intelectual que conhecemos presentemente. Zenão e Parmênides foram superados por Aristóteles, mas foram suas elocubrações que deram a Aristóteles o ponto de partida para a construção da “nova” Física.

Aristóteles também teve inúmeros elementos de sua filosofia natural superados. Sua cosmologia simplesmente foi substituída por uma outra (nem sempre menos metafísica e obscura), mas há um Aristóteles que não se irá dissipar nunca, ou teremos que nos considerar físicos apenas em caráter metafórico.

[1] Lloyd, G.E.R., *Early Greek Science: Thales to Aristotle* (Norton, New York, 1970).

[2] Heidegger, M., *Ser e Tempo* (Vozes, Rio de Janeiro, 1995, 5a Ed.), pp. 27 e 50.

- [3] Parmênides, *Da Natureza* (Thesaurus, São Paulo, 2000).
- [4] Aristóteles, *Physics*, In. The Complete Works of Aristotle, Ed. Jonathan Barnes, Vol. I, (Princeton, New Jersey, 1995).
- [5] Aristóteles, *Organon: I - Categorias, II Periérmeneias* (Guimarães Editores, Lisboa, 1985).
- [6] Sorabji, R., *Philoponus and the rejection of Aristotelian Science* (Gerald Duckworth, London, 1987).
- [7] Grant, E., *A History of Natural Philosophy* (Cambridge, New York, 2007)