

## A complexidade do movimento local na *Física* aristotélica (*The complexity of motion in the Aristotelian Physics*)

Alexandre Campos<sup>1</sup> e Élio Carlos Ricardo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

<sup>2</sup>Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

Recebido em 15/6/2011; Aceito em 16/8/2012; Publicado em 21/11/2012

A intenção deste artigo é o de apresentar algumas argumentações aristotélicas no que se refere ao movimento local na região terrestre. Por se tratar de uma explicação altamente refinada e complexa tratamos, de forma resumida, os princípios e causas que alicerçaram as ciências teóricas em geral e, em especial, a *Física*. Subdividimos este artigo em oito tópicos de maneira a facilitar a apreensão destes conceitos para o leitor não acostumado com os textos aristotélicos. Com a intenção de evitarmos uma visão ingênua, anacrônica e linear as citações são de fontes primárias ou comentadores das obras de Aristóteles.

**Palavras-chave:** física aristotélica, princípios e causas aristotélicas, mudança e movimento em Aristóteles.

The intention of this paper is to present some Aristotelian arguments regarding the motion on local terrestrial region. Because it is a highly sophisticated and complex explanation dealt with, briefly, the principles and causes that based theoretic sciences in general and in particular physics. Subdivided into eight topics this article in order to facilitate the understanding of these concepts for the reader not familiar with the Aristotelian texts. With intent to avoid an innocent view, anachronistic and linear the citations are of primary sources or commentators of Aristotle's works.

**Keywords:** Aristotelian physics, principles and Aristotelian causes, change and motion in Aristotle.

### 1. Introdução

O conhecimento das obras sobre a Natureza realizadas por Aristóteles é de fundamental importância se pretendemos, de fato, entender as discussões medievais, renascentistas e modernas no que se refere a: conceito de matéria, concepção de mundo, queda livre, teoria do *impetus* e da inércia, concepção de força-viva ('energia cinética') de Leibniz, conceito do *momentum* etc.

Isso pode ser facilmente percebido ao nos debruçarmos sobre os trabalhos de pensadores que se estende por mais de vinte séculos após a morte do filósofo grego. Estes trabalhos possuem como um dos pilares o *corpus* da ciência aristotélica.

Por se tratar de uma construção complexa e altamente articulada discutiremos resumidamente as concepções e crenças segundo as quais se alicerçam as explicações para o movimento em Aristóteles.

Dessa maneira, este artigo tem por finalidade apresentar as bases que fundamentam os movimentos – em

especial o movimento local – na física aristotélica e mostrar que o fato de os corpos rumarem naturalmente para o alto ou para o baixo possui implicações que vão além da maneira como o mundo está organizado.

### 2. O lugar da física em Aristóteles

O conceito de ciência aristotélica não possui o mesmo *status* da ciência moderna. “Toda ciência, diz Aristóteles, investiga os princípios, as causas e a natureza dos seres que são seu objeto de estudo” [1]. É a busca dos princípios e causas e na natureza dos seres ou objetos a serem estudados que faz com que a ciência aristotélica seja diferente da moderna e contemporânea.<sup>2</sup> “Essa diferença da natureza das coisas investigadas faz com que os princípios e as causas em cada ciência sejam diferentes das outras” [2]. O fato de os princípios e causas diferirem de acordo com a natureza das coisas investigadas permite que a ciência aristotélica seja classificada em três grandes grupos: “primeiramente, as *teóricas*

<sup>1</sup>E-mail: fis.campos@gmail.com.

<sup>2</sup>Diferentemente do que ocorre na física em que se considera como sendo física moderna o período que se inicia com os trabalhos de Planck optamos por considerar a utilizada na história e filosofia em que é chamada de física moderna como sendo aquela que se estende entre os séculos XVI/XVII ao final do século XIX; e como física contemporânea como aquela que se inicia, aproximadamente com os trabalhos de Planck.

– que visam o conhecimento por si próprio; depois, *as práticas* – que visam o conhecimento como um guia de conduta; e, por último, *as produtivas* – que visam o conhecimento no sentido de este ser utilizado para produzir algo de útil e belo” [3].

As ciências teóricas estão subdivididas em teologia ou metafísica, física e matemática e estão presentes em seus tratados sobre a natureza: a *Metafísica*, *Da Geração e Da Corrupção*, *Física*, *Sobre o Céu*, *Meteorológicos* e seus trabalhos sobre plantas e animais. “As ciências teóricas são aquelas que investigam os princípios e as causas de seres ou coisas que existem na natureza independentemente da vontade e da ação humana e cujo curso se desenvolve naturalmente e por si mesmo, sem nenhuma participação dos homens” [4]. O princípio que serve de guia para determinar quais são as ciências teóricas é o movimento.

É na *Física* que Aristóteles se dedica ao estudo dos movimentos. Conceitos como: *Causas; Potência e Ato; Movedor e Movido; Primeiro Movedor; necessidade do contato entre Movedor e Movido (impossibilidade do Vazio); Lugar Natural e Movimento Natural*<sup>3</sup> e *Violento* são apresentados e discutidos de tal forma que sua concepção de movimento seja bastante coerente e fundamentada.

### 3. Os princípios do movimento na física aristotélica

A razão pela qual os corpos estão em movimento na física aristotélica é, para que tanto matéria quanto sua forma atinja um fim: a perfeição.<sup>4</sup> “O princípio da mudança (do devir ou do movimento, *kínesis*) é a matéria. Por isso os seres compostos de matéria e forma mudam ou estão submetidos ao devir” [5], não recebendo uma forma pronta, acabada, finalizada: eles movimentam-se buscando atualizar gradualmente suas formas.

Este movimento ocorre para que determinada coisa atualize suas potencialidades. Para um papel que neste momento é branco e ficará amarelado com o tempo é dito que é branco em ato e amarelo em potência. Desta forma, “o movimento é, pois, a atualização do potencial, quando ao estar atualizando-se opera não enquanto ao que é em si mesmo, senão, no entanto que é movível” [6]. Durante o movimento há estágios sucessivos em que a coisa pode ser ato e potência.

<sup>3</sup>Grifo nosso.

<sup>4</sup>A perfeição só existe no Primeiro Motor Imóvel e todos os corpos querem imitá-los.

<sup>5</sup>Força em ação, força em ato, atividade (por oposição a *dýnamis*, que é a força potencial). O verbo *energéo* significa: agir, produzir, realizar, executar, dirigir ativamente, agir sobre alguma coisa, operar. Em Aristóteles, a *enérgeia* é própria da forma, daquilo que a coisa é em seu presente ou atualidade. M. Chaui, *Introdução à História da Filosofia*, p. 500.

<sup>6</sup>Aptidão, capacidade, faculdade, potencialidade ou possibilidade para alguma coisa. Força da natureza, força moral, fecundidade do solo, eficácia de um remédio, valor de uma moeda, valor ou significado de uma palavra. Força militar. Força e poder para influenciar o curso de alguma coisa. É da mesma raiz do verbo *dýnamai*, que significa: 1) ter poder para, ter capacidade e autoridade para; 2) ter valor, ter significação; 3) na matemática: elevar um número ao quadrado, ao cubo, aumentando sua potência; potência. Quando usado como verbo impessoal significa “é possível”. A *dýnamis* se refere a um poder, a uma força ou potência de alguém ou de alguma coisa a quem torna possível certas ações. É possibilidade ou capacidade contida na natureza da coisa ou da pessoa. Em Aristóteles, significa aquilo que um ser pode vir a tornar-se no tempo, graças a uma potencialidade que lhe é própria. Na filosofia aristotélica, é a razão e racionalidade do devir, o poder para ser, fazer ou tornar-se alguma coisa. *Ibid.*, p. 499.

Essas mudanças ocorrem de maneira gradual, sendo cada pequena mudança um passo intermediário necessário para que a perfeição seja atingida. Cada um desses passos representa a atualização de uma condição potencial em direção à perfeição. Como a mudança é gradual e as coisas possuem potencialidade, a cada nova mudança a coisa estará sendo atualizada. Dessa maneira, as coisas estarão em movimento ao atualizarem gradualmente suas potencialidades. De acordo com Marilena Chaui:

A forma de um ser é ato ou atualidade; é a enérgeia,<sup>5</sup> a essência da coisa tal como ela é aqui e agora. A matéria de um ser é potência ou potencialidade, a *dýnamis*<sup>6</sup>, a aptidão ou a capacidade da coisa para o que ela pode vir a ser no tempo. Quando uma matéria recebe uma forma, não a recebe inteiramente pronta, acabada, atualizada, mas a recebe como uma possibilidade, como uma potencialidade que deve ser atualizada. [7]

Assim, “o movimento é, pois, a atualização do potencial, quando ao estar atualizando-se opera não enquanto ao que é em si mesmo, senão, no entanto que é movível” [8]. No entanto, “o movimento não pode ser classificado *simpliciter* como potencialidade ou como atividade. É uma atualização, mas uma atualização que implica a sua própria incompletude e a presença contínua da potencialidade” [9]. Esta atualização é em decorrência da imperfeição das coisas. De acordo com D. Ross, “o movimento é a atualização do que é potencialmente como tal, isto é, se existe algo que é atualmente x e potencialmente y, o movimento é esta atualização da qualidade y” [10]. Assim, por exemplo, um jovem é um jovem enquanto ato, porém adulto em potência; uma semente é uma forma inacabada de uma árvore e buscará sua atualização gradualmente; ou seja, a semente é uma semente em ato, porém é uma árvore em potência, portanto ela [a semente] estará submetida ao processo de mudança, ou movimento, indo do estágio de menor desenvolvimento – semente – ao estágio de maior desenvolvimento – árvore – gradualmente, passando por estágios intermediários, de tal maneira que busque sua atualização.

É no tratado *Física* que Aristóteles discute o conceito de movimento, mais amplo que aquele estudado nas disciplinas de graduação dos cursos de física, no qual relacionamos movimento ao estado no qual o corpo se encontra. De acordo com o filósofo, movimento é um tipo de mudança que ocorre entre dois termos positivos.

Embora todo movimento seja uma mudança, a recíproca não é verdadeira. As mudanças podem ocorrer em três sentidos: 1) no sentido da não existência de um ser para sua existência; 2) da existência do ser para sua não existência; e 3) das transições de um ser, enquanto ser. O movimento ocorre apenas no terceiro sentido, pois é somente neste sentido que a mudança ocorre entre termos positivos. No primeiro, a mudança ocorreu de um termo negativo a um termo positivo, ou seja, diz respeito à geração; no segundo, a mudança ocorreu no sentido de um termo positivo a um termo negativo, ou seja, diz respeito à corrupção.

#### 4. As três classes de movimentos e suas causas

Aristóteles estabelece então três classes de movimento: o qualitativo, o quantitativo e o local.<sup>7</sup> O movimento qualitativo está relacionado às alterações qualitativas. O movimento quantitativo está relacionado ao aumento ou à diminuição e o movimento local está relacionado às mudanças de lugar.

Apesar de estes movimentos serem distintos, não se confundirem e não se misturarem, nem o movimento qualitativo nem o quantitativo poderia existir sem que houvesse a existência de um lugar. Desta forma, o movimento local pode ser considerado anterior aos demais e “eis por que no pensamento ocidental, pouco a pouco o movimento tenderá a reduzir-se ao movimento local (isto é, quando falamos em movimento, sempre pensamos em mudança de local ou translação)” [11].

Estes movimentos não acontecem aleatoriamente, mas determinado ou guiado por causas que favorecem a atualização das potencialidades do móvel.

Se diz que é causa (1) aquele constitutivo interno do que algo está feito, como por exemplo, o bronze com relação à estátua ou a prata com relação ao cálice e os gêneros do bronze e da prata. Em outro sentido (2) é a forma ou o modelo, isto é, a definição da essência e seus gêneros (como a causa de uma oitava é a relação do um, e em geral o

número), e as partes da definição. Em outro sentido (3) é o princípio de onde provém a mudança ou o repouso, como o que quer algo é causa, como é também causa o pai com relação à seu filho, e em geral o que faz algo com relação feito, e o que faz caminhar algo com relação ao caminhado. E em outro sentido (4) causa é o fim, isto é, aquilo para o qual algo caminha. [12]

A causa (1) material corresponde àquilo de que uma coisa é feita: a madeira de que é feita a mesa, estando intimamente ligada à causa (4) por ser responsável pela privação da forma final; a causa (2) formal que define a coisa, distinguindo-o dos demais, é o que deve acontecer na matéria para que sua *dýnamis*<sup>8</sup> seja atualizada, é a forma ou ato que leva à atualização de uma potência ou orienta a atualização da potência contida na matéria mesa e não cadeira; a causa (3) eficiente que corresponde ao agente que faz a coisa acontecer, atualizando potencialidades de determinada matéria: a ação do carpinteiro sobre a árvore é a causa para sua forma como uma mesa; a causa (4) final que é a atualização da idéia de mesa presente no projeto do carpinteiro para que a matéria alcance sua finalidade própria. “A importância das quatro causas permite explicar a permanência e o movimento (ou mudança)” [13].

#### 5. A definição do lugar e a impossibilidade do vazio

A existência do que seja lugar, de acordo com as crenças aristotélicas, pode ser comprovado pelo fato de existir um tipo de movimento relacionado ao lugar. Embora sua existência seja inquestionável, é de difícil definição, parecendo existir ao mesmo tempo em que parece não existir, pois sua existência só é possível com a existência de um corpo, deixando de existir quando aquele corpo deixa de ocupar aquele lugar. Aristóteles considera quatro propriedades que parecem pertencer ao lugar:

- 1) o lugar é o que primeiramente contém aquilo do qual é lugar, não é parte da coisa contida; 2) ademais, o lugar primário não é nem menor nem maior que a coisa contida; 3) além disso, um lugar pode ser abandonado pela coisa contida e é separada dela; 4) todo lugar possui um acima e um abaixo, e por natureza cada um dos corpos perma-

<sup>7</sup>Movimento local relaciona-se ao lugar próprio das coisas e por isso possui sentido absoluto e não relativo.

<sup>8</sup>Aptidão, capacidade, facultade, potencialidade ou possibilidade para alguma coisa. Força da natureza, força moral, fecundidade do solo, eficácia de um remédio, valor de uma moeda, valor ou significado de uma palavra. Força militar. Força e poder para influenciar o curso de alguma coisa. É da mesma raiz do verbo *dýnamai*, que significa: 1) ter poder para, ter capacidade e autoridade para; 2) ter valor, ter significação; 3) na matemática: elevar um número ao quadrado, ao cubo, aumentando sua potência. Quando usado como verbo impessoal significa “é possível”. A *dýnamis* se refere a um poder, a uma força ou potência de alguém ou de alguma coisa a quem torna possível certas ações. É possibilidade ou capacidade contida na natureza da coisa ou da pessoa. Em Aristóteles, significa aquilo que um ser pode vir a tornar-se no tempo, graças a uma potencialidade que lhe é própria. Na filosofia aristotélica, é a razão e racionalidade do devir, o poder para ser, fazer ou tornar-se alguma coisa. M. Chauí, *Introdução à História da Filosofia*, p. 499.

nece ou é levado a seu lugar próprio, e isto se cumpre até o alto ou até o baixo. [14]

Estas quatro propriedades do que seja lugar não são excludentes e está relacionado tanto com a concepção do movimento local quanto para a crença de que o mundo é tal como ele é. As três primeiras propriedades relacionam-se ao lugar próprio onde a coisa está contida; a quarta propriedade relaciona-se a uma região onde as coisas tendem a caminhar: para o alto ou para o baixo. De acordo com Ross, “Aristóteles estabelece uma distinção entre o lugar comum compartilhado por uma coisa com outras coisas e o seu lugar próprio ou peculiar” [15]. Assim, podemos entender lugar como sendo dito em dois sentidos: num sentido são os limites externos onde o corpo está contido; noutro, a região para onde as coisas tendem a caminhar naturalmente.

Como lugar é então, no primeiro sentido, os limites da coisa contida nele, deve possuir as mesmas três dimensões espaciais dessa coisa: longitude, altura e profundidade. Apesar dos limites do lugar e da coisa contida ser os mesmo, a coisa está contida no lugar, mas o lugar não está contido nem na coisa, nem em seu próprio lugar e nem em outro lugar. Assim, onde existe um corpo poderá, em outro momento, haver outro por substituição. Esta substituição dos corpos, em momentos distintos, ocorre por haver movimento dos corpos com relação ao lugar. Apesar do corpo e de o lugar possuírem as mesmas dimensões, o corpo pode estar em movimento enquanto que o lugar não. “Lugar é o primeiro limite *imóvel* do continente. Isto é, o lugar de uma coisa é o limite interior do primeiro corpo imóvel que o contém (primeiro, considerando o exterior à coisa)” [16].

Se entendermos nosso pensamento à totalidade do mundo, podemos imaginar que é neste mundo que as coisas estão localizadas. Se todas as coisas estão no mundo e cada coisa ocupa lugar, o próprio mundo também ocupa lugar e este lugar que o mundo ocupa é o limite externo<sup>9</sup> dos céus. Para Aristóteles, “as coisas estão no céu, pois o céu é o Todo. Mas seu lugar não é o céu, senão a parte extrema do céu que está em contato com o corpo móvel” [17].

Então num primeiro sentido, lugar é o primeiro limite imóvel do continente, não é corpo e não sendo corpo não forma não podendo, portanto, se causa, nem com relação à matéria, nem com relação à forma.

Num outro sentido, “os deslocamentos dos corpos naturais simples, como o fogo, a terra e outros semelhantes, não só nos mostram que o lugar é algo, senão também exerce certo poder” [18]. Neste sentido nos parece que lugar atua como causa para o movimento, pois, por exercer certo poder, sua existência é uma condição necessária para que ocorram os deslocamentos dos corpos naturais simples.

Assim, o alto e o baixo não são direções casuais. O movimento dos corpos pesados para baixo e dos leves para o alto ocorre porque, segundo a crença aristotélica, num Mundo fechado, é no baixo que deve estar os corpos pesados e no alto que devem estar os corpos leves. Segundo Aristóteles:

Esta é a razão pela qual o centro do Mundo, e o limite extremo do movimento circular do céu com relação à nós, sejam considerados como o acima e o abaixo no sentido mais estrito, já que o centro do Mundo permanece sempre em repouso, embora que o limite extremo do movimento circular permanece sempre na mesma condição consigo mesmo. Assim, posto que por natureza o leve se desloque para cima e o pesado para baixo, o limite que contém uma coisa com relação ao centro do Mundo, e o centro mesmo, são o alto. Por esta razão o lugar parece ser uma superfície, como se fosse um recipiente, algo que contém. Além disso, o lugar está junto com a coisa, pois os limites estão juntos com o limitado. [19]

Portanto, o fato do leve deslocar-se para o alto e o pesado para o baixo relaciona-se ao lugar próprio<sup>10</sup> do leve ou do pesado. É para este lugar que o corpo movimentar-se-á para que atualize plenamente sua potencialidade com relação ao lugar, permanecendo em repouso, a não ser que de seu lugar próprio seja movido por acidente.<sup>11</sup>

Tão importante quanto as definições e provas do que seja lugar é a crença na impossibilidade do vazio para o conceito de movimento aristotélico. Esta crença pode ser confirmada através de duas considerações: o vazio impossibilitaria a existência de movimentos naturais e por não serem observadas velocidades infinitas.

A primeira consideração pode ser confirmada pelo fato de que os lugares – e, portanto a inexistência do vazio – exerce certo poder sobre os corpos. Assim, o movimento para o alto ou para o baixo não é casual, mas natural dos corpos leves e pesados, pois o alto é o lugar dos corpos leves e o baixo, o lugar dos corpos pesados. O vazio seria a ausência desses lugares e não havendo lugar, deixaria de haver direções preferenciais que motivariam os corpos leves de se movimentarem para o alto ou os pesados para o baixo.

A segunda consideração para justificar a inexistência do vazio é a de que, no vazio, não haveria como explicar corpos com velocidades diferentes, pois os argumentos utilizados por Aristóteles para explicar tais diferenças estariam relacionados ao meio pelo qual o corpo passa e ao seu peso. Um corpo teria maior ve-

<sup>9</sup>De acordo com as crenças aristotélicas, o Mundo é limitado (fechado) e possui formato esférico.

<sup>10</sup>Lugar próprio ou natural.

<sup>11</sup>Acidente ou violência.

locidade quanto menor a ‘resistência’<sup>12</sup> oferecida pelo meio no qual passa ou porque o corpo teria excesso de peso. Uma maior ou menor velocidade seria inversamente proporcional à ‘resistência’ oferecida pelo meio e diretamente proporcional ao peso:

Assim, o corpo A se deslocará através do meio B no tempo C, e através do meio D (que é menos denso) no tempo E; se as longitudes de B e D são iguais, os tempos C e E serão proporcionais à resistência do meio. Sejam então B água e D ar; enquanto que o ar é mais leve e menos corpóreo que a água, A passará mais rapidamente através de D que através de B. Haverá então entre ambas velocidades a mesma proporção que aquela pela que o ar se diferencia da água. Desta maneira, se o ar é duas vezes mais sutil que a água, A passará através de B no dobro do tempo que através de D, e, portanto, o tempo C será o dobro que o tempo E. E sempre, quanto mais incorpóreo e menos resistente e mais divisível seja o meio através do qual o corpo se desloca, tanto mais rapidamente o atravessará. [20]

Um corpo que atravesse um meio com o dobro da ‘resistência’ de outro, terá sua velocidade reduzida pela metade; se a ‘resistência’ do meio for o triplo, a velocidade será de um terço e assim por diante. Porém, a mesma relação não pode ser feita com relação ao vazio, pois em quantas vezes um meio qualquer (como o ar, por exemplo) oferecerá ‘resistência’ a um corpo?

Mas não tem nenhuma proporção segundo a qual o vazio seja superado por um corpo, como não tem nenhuma proporção entre o nada e o número. Porque se o quatro supera o três em uma unidade e ao dois em mais uma unidade, e ao um em todavia mais unidades que aos dois, não tem nenhuma proporção segundo a qual o quatro supere o nada, porque o que supera deve ser divisível no superante e no superado, de tal maneira que o quatro teria que ser a soma do que supera ao zero mais zero. Mas tampouco a linha supera ao ponto, a menos que a linha esteja composta de pontos. Analogamente tampouco o vazio pode ter alguma proporção com o cheio; e, por conseguinte, tampouco com o movimento. Mas se num tempo dado se atravessa um meio mais sutil em uma determinada longitude, o deslocamento através do vazio (no mesmo tempo) superaria em troca toda proporção. [21]

<sup>12</sup>Aristóteles não usa o termo resistência do meio, mas explica tal resistência como sendo a dificuldade que um corpo apresenta para dividir o meio no qual está em movimento.

<sup>13</sup>Como não há proporção entre o vazio e o cheio.

O mesmo se aplica com relação ao peso ou leveza, pois um corpo que possua maior peso, se semelhante em outros aspectos, dividiria mais rapidamente o meio por sua força. Na inexistência do meio, os corpos não teriam o que dividir, possuindo, portanto, velocidades iguais tanto os pesados quanto os leves. Assim, no vazio não haveria proporção entre um movimento e outro,<sup>13</sup> os corpos teriam velocidades iguais, por não haver resistência, o que não é observado.

## 6. A concepção de lugar natural

Lugar natural de uma coisa é o primeiro limite imóvel do que contém a coisa e é o local onde o corpo realiza plenamente sua potencialidade. Assim, o movimento local na Região Terrestre relaciona-se à região na qual o elemento preponderante de que o corpo é composto tende a ficar em repouso. Dessa forma, as coisas tendem a transladar tendo como causa final o retorno a seu lugar natural. Para o historiador da ciência Alexandre Koyré, “a noção de lugar natural traduz uma concepção puramente estática de ordem. Com efeito, se tudo estivesse nos seus lugares naturais, lá permaneceriam, e de lá não se mexeriam” [22]. Se, por acaso, todos os corpos estivessem em seus lugares naturais não haveria razão para eles saírem de lá, pois,

todo e ordem cósmica: estas noções implicam que, no universo, as coisas estão (ou devem estar) distribuídas e dispostas de uma maneira bem determinada; que estar aqui ou ali não lhes é indiferente, mas que, ao invés, cada coisa possui, no universo, um lugar próprio, conforme à sua natureza. Um lugar para cada coisa e cada coisa no seu lugar; a noção de lugar natural traduz esta exigência teórica da física aristotélica. [23]

A existência de lugares naturais, determinados para cada elemento, implica movimentos finitos na Região Terrestre.

## 7. A composição dos corpos na região terrestre

Como a Região Terrestre é uma região de lugares naturais, Aristóteles associa os movimentos que aqui existem com a região própria de cada elemento e com a composição das coisas. Então, como há mais de um tipo de movimento local, as coisas também devem ser compostas de vários elementos. Em 304b de *Acerca Del Cielo III*, encontramos:

A todos os que concebem um elemento como sendo único, lhes é comum o erro de postular um único movimento natural, o mesmo para todos os corpos. Vemos, em efeito, que todo corpo natural possui um princípio de movimento. Se, pois, todos os corpos são uma única coisa, será um só o movimento de todos eles; e necessariamente, quanto maior o elemento de que é composto o corpo, mais se moverá com companhia àquele movimento, assim como o fogo, quanto maior se faz mais rapidamente se translada para cima de acordo com a sua própria translação. Ocorre que muitos corpos se transladam mais rapidamente para baixo. [...] Desse modo, se tem precisado anteriormente que os movimentos naturais são vários, está claro que é impossível que o elemento seja um só. E como não podem ser infinitos, nem um só, necessariamente serão vários e limitados em número. [24]

Grave ou leve são corpos com alguma capacidade natural de locomover-se para baixo ou para cima. Aquilo que se desloca para cima é chamado leve e o que se destaca para baixo, grave. Para os elementos intermediários, temos que o ar e a água são mais ligeiros do que a terra, porém mais pesados do que o fogo. Segundo Aristóteles,

Chamamos em outro sentido graves e leves àqueles em que se dão ambas as coisas: em efeito, se elevam a algumas e deslocam-se para baixo a outras, tal como o ar e a água; nenhum destes dois, em efeito, é leve ou grave simplesmente, pois ambos são mais ligeiros do que a terra (em efeito, qualquer partícula desses corpos se eleva a esta) e mais pesados do que o fogo (em efeito, qualquer partícula deles, do tamanho que seja, desloca-se para baixo a este), entre si, de tal maneira que, ou um é grave e o outro leve, assim: o ar, em qualquer quantidade se eleva à água; a água, em qualquer quantidade, se desloca para baixo com relação ao ar [...] E posto que os demais corpos, uns tem peso; e outros, ligeireza, está claro que a causa de tudo isso é a diferença que há nos corpos não compostos. [25]

Além das regiões intermediárias – água e ar – e dos corpos compostos destes elementos, também há os corpos mistos. Dessa maneira, Aristóteles explica a composição dos corpos na Região Terrestre de tal maneira que se encaixe em seu sistema. De acordo com ele:

Todos os corpos combinados – situados na região em torno do centro – se compõem

de todos os corpos simples. Assim, a terra está presente em todos os corpos, devido ao fato de que cada um deles se encontra principal e mais abundantemente em seu lugar apropriado; a água está presente, porque o composto deve estar delimitado e a água é a única entre os corpos simples com capacidade de delimitar-se facilmente e, além do mais, porque a terra não pode permanecer firme sem a umidade; é a umidade que mantém a terra compacta, pois se ela fosse de todo extraída da terra, esta se desfaria. Por esses motivos, então, a terra e a água pertencem aos corpos combinados; o ar e o fogo, por sua vez, lhes pertencem, porque são os contrários da terra e da água (a terra é realmente contrária ao ar e a água ao fogo, na medida em que é possível que uma substância seja contrária à outra substância). [26]

## 8. Movimento natural e violento na região terrestre

O movimento natural dos corpos na Região Terrestre acontece de acordo com a proporção dos elementos de que são compostos e com o lugar natural do elemento correspondente. Assim, por exemplo, uma pedra ao ser solta de um mastro de navio tem movimento natural descendente, pois em sua composição há predominância do elemento terra e o lugar natural deste elemento é o baixo. A chama de uma vela tem movimento natural ascendente, pois o lugar natural deste elemento é o alto. O movimento natural pára naturalmente quando seu fim é atingido - o corpo encontra seu lugar natural -, ou seja, quando é atualizada sua plena potencialidade. E sua atualização, ou fim, ocorre quando o corpo encontra o repouso. Para Koyré,

O movimento, com efeito, não persiste por si mesmo, como o repouso. O repouso – um estado ou uma privação – não precisa de uma causa que explique a sua persistência. O movimento – um processo, uma actualização contínua – não pode passar sem ela. Suprima-se essa causa, e o movimento cessará; cessante causa cessat effectus. [27]

Como explicamos acima, tanto a região terrestre quanto as coisas que aqui existem são constituídas pelos quatro elementos conhecidos. A composição dos corpos e a existência de lugares próprios constituem as causas para que a atualização do que é potencial ocorra. Então, para que possamos melhor compreender as relações aristotélicas entre as causas e os movimentos, continua Koyré,

Se se trata do movimento natural, essa causa, esse motor é a própria natureza do corpo, a sua forma, que procura reconduzi-lo ao seu lugar; é ela que conserva o movimento. Um movimento não natural exige, ao invés, para toda a sua duração, a acção contínua de um motor exterior unido ao móvel. Suprima-se o motor, e o movimento parará. Separe-se o motor do móvel, e o movimento igualmente parará. [28]

Então, para que o corpo seja deslocado de seu lugar natural aplica-se a ele uma violência externa, de tal maneira que adquira um movimento contra sua natureza, ou seja, não natural (também chamado de violento). No entanto, assim que for cessada a causa deste movimento violento, o corpo retornará ao seu lugar natural de acordo com seu peso ou leveza. De acordo com Koyré,

Qualquer movimento implica uma desordem cósmica, uma ruptura de equilíbrio, quer ele mesmo seja efeito imediato de uma tal ruptura, causada pela aplicação de uma força exterior (violência), ou, pelo contrário, efeito do esforço perdido e violando, para reconduzir as coisas aos seus lugares naturais, convenientes, onde elas poderiam repousar e repousar-se. É este regresso à ordem que constitui o que chamamos de movimento natural. [29]

O movimento violento só é possível através de um esforço exterior, funcionando como motor (ou causa eficiente), além disso, é necessário que entre este movedor e o movente haja contato contínuo, pois “Aristóteles, com efeito, não admite acções à distância: segundo ele, qualquer transmissão de movimento implica um contacto” [30].

Assim temos que, por exemplo, uma pedra quando lançada para baixo tem como causa – motor – de seu movimento natural, sua composição, sendo esta que a move para seu lugar natural, procurando restabelecer o equilíbrio. Quando a mesma pedra é lançada para cima através de um esforço, mantém-se em movimento ascendente, pára e inicia um movimento descendente procurando seu lugar natural. Enquanto a pedra estiver em movimento ascendente, cessado o contato inicial, deve existir alguma outra causa – movedor - que mantenha seu movimento, pois para ele “tudo que é movido deve ser movido por algo” [31]. Este questionamento é feito por Aristóteles no livro VIII da *Física*:

Se tudo o que está em movimento é movido por algo, como algumas coisas que não

se movem a si mesmas, como os projéteis, continuam movendo-se quando o movente já não está em contato com elas? [32]

A seguir, responde levando em consideração que o corpo deveria deixar de mover após o contato inicial:

Se dissermos que em tais casos o movente move ao mesmo tempo outra coisa, como o ar, e que este ao ser movido também move, então seria igualmente impossível que o ar continue em movimento sem que o movente originário esteja em contato e o mova, pois todas as coisas movidas teriam que estar em movimento e deixar de estar quando o primeiro deixe de movê-las, inclusive ainda que o movente mova com a pedra magnética, que faz que o movido também mova.<sup>14</sup> [33]

Para resolver esta questão, ele propõe que, no momento do lançamento, uma parte do ar é impulsionada juntamente com o corpo. Então, após o contato inicial com o que lançou o projétil, o ar deve mantê-lo em movimento. Este efeito do ar irá diminuir gradativamente até que o projétil volte ao seu lugar natural. De acordo com Aristóteles,<sup>15</sup>

Pois bem, sobre isto tem que dizer o seguinte: que o que primeiro tem movido faz que também mova o ar ou a água ou qualquer outra coisa que por natureza possa mover a outra ou ser movida por outra; [...]; e por isso pode ser movida outra coisa que esteja na vizinhança com elas, e disso se pode dizer o mesmo. Mas começa a deixar de mover quando diminui a força motriz transmitida às coisas que estão em vizinhança, e cessa finalmente de mover quando o movente anterior já não faz que seja movente, senão só movido. E então o movimento de ambos, o do último movente e o da coisa movida tem que cessar simultaneamente, e com isso o movimento total. [34]

Assim, afirma que o que mantém o movimento violento dos corpos, cessada a causa inicial, é o ar. Segundo ele, “os projéteis se movem assim que perdem contato com o que os impulsiona porque o ar que foi empurrado os empurra com um movimento mais rápido que o deslocamento do próprio projétil” [35]. Então, Aristóteles usa o ar como causa eficiente ou agente motor. O ar é empurrado juntamente com o corpo no momento do lançamento e, assim que perdem contato com o que os lançou, o corpo impulsiona o ar, que contorna o corpo com velocidade maior do que aquela impulsionada, para então impulsionar o corpo pela parte inferior impulsionando o corpo adiante.

<sup>14</sup>Esta explicação fora usada por Platão em *Timeu*, e é conhecida por *antiperístasis*.

<sup>15</sup>Aristóteles discorda parcialmente desta explicação, pois “tal movimento, que alguns chamam *antiperístasis*, tem lugar também no ar e na água. Mas é impossível resolver o problema colocado de outra maneira que a temos dito”. (Aristóteles, *Física VIII*, 267a).

Este mesmo ar que funciona como motor para manter o corpo em movimento é o que oferecerá resistência para que o movimento diminua gradativamente. Évora cita que:

Este movimento violento se mantém até que a ‘potência motriz’ originalmente impressa nesta porção de ar se dissipe. Assim o meio, segundo Aristóteles, oferece tanto a causa motriz, como a resistência, do movimento violento. [36]

É a dupla função do ar como agente motor e como meio que oferece resistência ao corpo que será questionada por outros comentadores aristotélicos em especial os árabes como Philoponos de Alexandria, Avicena e Averrões. Serão as obras comentadas por estes árabes, associadas ao contexto social, político e teológico, que influenciarão fortemente os escolásticos da Universidade de Paris e Oxford no Século XIV e a proposta de novas idéias como, por exemplo, a teoria do *impetus*.

## 9. Considerações finais

Neste artigo procuramos trazer as argumentações aristotélicas sobre as causas e princípios dos movimentos encontrados no tratado *Física*. Nossas referências foram o próprio tratado além de outras fontes primárias e comentadores do filósofo grego. Percebe-se com o artigo grande articulação entre as concepções do que seja movimento e que seu conceito de movimento é mais amplo do que o conceito de movimento da física moderna e contemporânea. Algumas de suas crenças como os elementos, a discussão do lugar, a relação movedor-movido, mudança e movimento estão correlacionadas configurando uma teoria complexa que será discutida por quase vinte séculos.

## Referências

- [1] M. Chaui, *Introdução à História da Filosofia* (Companhia das Letras, São Paulo, 2002), 2<sup>a</sup> ed., p. 346.
- [2] *Ibid*, p. 346.
- [3] D. Ross, *Aristóteles* (Publicações Dom Quixote Ltda, Lisboa, 1987), trad. portuguesa de Luís Filipe Bragança S.S. Teixeira. Lisboa, p. 71.
- [4] M. Chaui, *op. cit.*, p. 347.
- [5] *Ibid*, p. 395.
- [6] Aristóteles, *Física*, (Editorial Gredos, (s.l.), 1995), tradução espanhola de G.R. de Echandria, 201a.
- [7] M. Chaui, *op. cit.*, p. 397.
- [8] Aristóteles, *op. cit.*, 201 a.
- [9] D. Ross, *op. cit.*, p. 89.
- [10] *Ibid*, p. 89.
- [11] M. Chaui, *op. cit.*, p. 411.
- [12] Aristóteles, *op. cit.*, 194 b, 195 a.
- [13] M. Chaui, *O que é ideologia*. (Editora Brasiliense, São Paulo, 2006), 2<sup>a</sup> ed., p. 10.
- [14] Aristóteles, *op. cit.*, 210 b, 211 a.
- [15] D. Ross, *op. cit.*, p. 93.
- [16] *Ibid.*, p. 94.
- [17] Aristóteles, *op. cit.*, 212 b.
- [18] *Ibid.*, 208 b.
- [19] *Ibid.*, 212 a.
- [20] *Ibid.*, 215 a, 215 b.
- [21] *Ibid.*, *Física*, 215 b.
- [22] A. Koyré, *Estudos Galilaicos*. (Publicações Dom Quixote Ltda., Lisboa, 1986), trad. portuguesa de N. F. da Fonseca, p.23.
- [23] *Ibid*, pp. 22, 23.
- [24] Aristóteles, *Acerca Del Cielo*. (Editorial Gredos, Madrid, 1996), trad. espanhola de Miguel Candel, 304b.
- [25] *Ibid*, 311a.
- [26] *Idem*, *Da Geração e Da Corrupção*. (Landy Livraria Editora e Distribuidora Ltda., São Paulo, 2001), p. 129.
- [27] A. Koyré, *op. cit.*, p.26.
- [28] *Ibid*, p. 26.
- [29] *Ibid*, p. 23.
- [30] *Ibid*, p. 26.
- [31] Aristóteles, *Física*. (Editorial Gredos, (s.l.), 1995), tradução espanhola de G.R. de Echandria, 210 b, 241 b.
- [32] *Ibid*, 266 b.
- [33] *Ibid.*, 266 b.
- [34] *Ibid.*, 266 b, 267 a.
- [35] *Ibid*, 215 a, 215 b.
- [36] F.R.R. Évora, *A Evolução do Conceito de Inércia: De Philoponos a Galileo*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996, p. 25.