



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS –IH
DEPARTAMENTO DE FILOSOFIA

Álvaro Henrique Magalhães de Souza

**O CONCEITO DE MOVIMENTO EM ARISTÓTELES E AS CRÍTICAS
DE JOÃO FILOPONO EM UMA PERSPECTIVA KUHNIANA**

Brasília – DF

2024

Álvaro Henrique Magalhães de Souza

**O CONCEITO DE MOVIMENTO EM ARISTÓTELES E AS CRÍTICAS DE JOÃO
FILOPONO EM UMA PERSPECTIVA KUHNIANA**

Monografia apresentada à Universidade de
Brasília como requisito de conclusão para
obtenção de título de Licenciatura em
Filosofia

Orientador: Prof. Dr. Samuel José Simon

Brasília – DF

2024

Álvaro Henrique Magalhães de Souza

**O CONCEITO DE MOVIMENTO EM ARISTÓTELES E AS CRÍTICAS DE JOÃO
FILOPONO EM UMA PERSPECTIVA KUHNIANA**

Monografia apresentada à Universidade de
Brasília como requisito de conclusão para
obtenção de título de Licenciatura em
Filosofia

Orientador: Prof. Dr. Samuel José Simon

Aprovado em 23, de setembro, de 2024, pela Banca
Examinadora constituída

pelos professores:

Prof. Dr. Samuel José Simon – Orientador

Universidade De Brasília – UnB

Prof. Dr. Agnaldo Cuoco Portugal – Avaliador

Universidade De Brasília – UnB

CIP - Catalogação na Publicação

SS729oc Souza, Álvaro Henrique Magalhães de.
O conceito de movimento em Aristóteles e as críticas de João Filopono em uma perspectiva Kuhniana / Álvaro Henrique Magalhães de Souza; orientador Samuel José Simon. -- Brasília, 2024.
37 p.

Monografia (Graduação - Licenciatura em Filosofia) -- Universidade de Brasília, 2024.

1. Aristóteles. 2. João Filopono. 3. Mudança de Paradigma. 4. Movimento do Projeteis. I. Simon, Samuel José, orient. II. Título.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha gratidão mais profunda e sincera à minha mãe, professora Kássia Estelita Martins de Souza, e à minha avó, Josefa Martins da Silva Souza. O amor incondicional e o apoio constante de ambas foram o que me deram forças ao longo de toda essa jornada e cada palavra de incentivo, cada gesto de cuidado, carinho e compreensão foram fundamentais para que eu pudesse chegar até aqui.

Agradeço também de maneira especial aos meus primos, Beatriz de Souza e Athos Augusto, pela ajuda, paciência e orientação enquanto me preparava para a defesa da minha tese. Seu feedback foi inegavelmente fundamental para a realização desta.

Ao meu professor e orientador, Samuel José Simon, e ao meu professor e avaliador, Agnaldo Cuoco Portugal, sou imensamente grato pela orientação acadêmica, pelas críticas e sugestões ao meu texto e pela imensa paciência demonstrada durante toda a elaboração deste trabalho, sendo suas contribuições essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos meus amigos próximos, Thiago Oliveira, Thayane Beatriz e Arthur Taylor, agradeço de coração pela amizade e apoio. Os momentos de incentivo, humor e leveza fizeram toda a diferença nessa jornada, tornando este caminho mais fácil de ser traçado.

Aos meus colegas de curso e amigos, Helena Araújo e Luís Filipe, agradeço pela parceria, pelas conversas e pelos debates filosóficos. Mais do que tudo, obrigado por estarem comigo ao longo dessa trajetória independente de seus desafios.

Por fim, gostaria de estender meu agradecimento a todos aqueles, sejam estes familiares, amigos, professores ou colegas que, de alguma forma, contribuíram para o meu crescimento acadêmico e pessoal, mesmo que não tenha mencionado seus nomes diretamente aqui. A todos, meu sincero muito obrigado.

RESUMO

O presente trabalho representa uma exploração acerca das teorias físicas estabelecidas pelo filósofo grego Aristóteles no que se refere ao movimento parabólico dos corpos contrastando com a conjectura de João Filopono e sua teoria da força motriz incorpórea, que antecipou a teoria do ímpeto da Idade Média. Para realizar tal análise, este trabalho buscará contextualizar tais fundamentações teóricas sob a perspectiva de Thomas Kuhn acerca do desenvolvimento, estruturação e atualização de teorias científicas ao longo da história da ciência. As ideias de Aristóteles, delineadas ao longo de seus tratados sobre a física, estabeleceram uma compreensão do movimento natural com base em qualidades intrínsecas e acabou por influenciar significativamente o desenvolvimento do campo da física para as futuras gerações. No entanto, a teoria de Filopono se contrapôs diretamente a essa concepção aristotélica, destacando a interação dinâmica entre forças externas e as propriedades internas do objeto, sendo que tal oposição será aqui analisada como possivelmente responsável por desencadear uma mudança paradigmática significativa dentro do campo da mecânica. Através da análise dos fundamentos filosóficos e dos contextos históricos, este estudo buscará fornecer um exame do progresso científico e da dinâmica de paradigmas concorrentes na história da ciência.

Palavras-chave: Aristóteles, João Filopono, Mudança de paradigma, Movimento dos projéteis.

ABSTRACT

This paper represents an exploration of the physical theories established by the Greek philosopher Aristotle regarding the parabolic motion of bodies, contrasting with the conjecture of John Philoponus and his theory of incorporeal driving force, which anticipated the theory of impetus of the Middle Ages. In order to carry out such analysis, this paper will seek to contextualize such theoretical foundations from the perspective of Thomas Kuhn regarding the development, structuring and updating of scientific theories throughout the history of science. Aristotle's ideas, outlined throughout his treatises on physics, established an understanding of natural motion based on intrinsic qualities and ended up significantly influencing the development of the field of physics for future generations. However, Philoponus' theory directly opposed this Aristotelian conception, highlighting the dynamic interaction between external forces and the internal properties of the object, and this opposition will be analyzed here as possibly responsible for triggering a significant paradigmatic change within the field of mechanics. Through the analysis of philosophical foundations and historical contexts, this study will seek to provide an examination of scientific progress and the dynamics of competing paradigms in the history of science.

Keywords: Aristotle, John Philoponus, Paradigm shift, Projectile motion.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	8
2 – FORÇA E DESLOCAMENTO EM ARISTÓTELES	11
2.1 – O Universo segundo Aristóteles	11
2.2 – A Natureza do Movimento.....	13
2.3 – Bases Qualitativas do Movimento.....	16
2.4 – O Problema do Movimento Parabólico em Aristóteles.....	18
3 – O PROBLEMA DO MOVIMENTO EM FILOPONO.....	20
3.1 –Filopono e a Tradição Aristotélica	20
3.2 – A Teoria do Ímpeto	21
3.3 – Influência de Filopono.....	24
4 – MOVIMENTO DE ARISTÓTELES A FILOPONO: HOUE MUDANÇA DE PARADIGMA?	27
4.1 – Ciência Paradigmática	27
4.2 – o problema do movimento de Aristóteles para Filopono sobre uma perspectiva paradigmática	29
5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
6 – REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

1 – INTRODUÇÃO

A busca pela compreensão dos princípios fundamentais responsáveis por reger o movimento dos corpos, que será entendido, de maneira geral, como a translação de um lugar para outro, tem sido uma constante significativa dentro da história das investigações científicas. Nesse percurso histórico, diversas figuras emergem, cada uma contribuindo de forma considerável em diferentes etapas de seu progresso. Ao centro desta investigação, no entanto, estão duas perspectivas delineadas por dois grandes intelectuais de seus períodos, notadamente Aristóteles e João Filopono. Suas teses são tão fundamentalmente relevantes quanto contrastantes e, portanto, abrigam um debate que demonstra uma profunda dicotomia relativa à natureza do movimento, às forças que o impulsionam e à própria essência do universo como um todo.

Aristóteles, inegavelmente um dos nomes mais significativos dentro da filosofia e da ciência ocidental, fundamentou as bases para a compreensão dos fenômenos naturais através do uso de observações empíricas meticulosas e de investigações sistemáticas de natureza complexa. Seus esforços pioneiros abrangeram uma ampla gama de assuntos, incluindo a complicada dinâmica do movimento.

A exploração de Aristóteles do movimento de corpos, não apenas marcou um momento crucial na história da física, mas também definiu uma base sólida sobre a qual os pesquisadores subsequentes poderiam edificar seus postulados a respeito. Seus exames detalhados acerca do movimento de projéteis, juntamente com suas estruturas conceituais acerca do funcionamento do universo como um todo, forneceram uma compreensão inestimável do comportamento de objetos em movimento, permitindo assim o desenvolvimento e aprimoramento do futuro do campo da mecânica.

Aristóteles distinguiu entre movimento natural e movimento violento (ARISTÓTELES, *Sobre o Céu*, Livro III, 300 a20), onde o primeiro ocorria de acordo com a natureza do objeto, enquanto o segundo resultava da ação de uma força externa. Sendo que, para que o movimento parabólico ocorra, é necessário que o objeto combine esses dois tipos de movimento em sua trajetória. Essa perspectiva permaneceu influente por séculos e formou a base para diversos estudos subsequentes de certo modo perdurando até o início da revolução copernicana.

No entanto, em divergência com a tradição aristotélica, João Filopono, um filósofo bizantino do século VI, antecipou a teoria do Ímpeto, marcando assim um distanciamento considerável das ideias predominantes no período. Filopono postulou um afastamento radical da concepção aristotélica ao afirmar a precedência das forças externas e interação dinâmica

destas com as propriedades internas de um objeto em movimento. Ao fazê-lo, ele anunciou uma importante mudança paradigmática no campo da mecânica, desafiando as teorias em vigor e desenvolvendo uma transformação significativa no debate científico.

A teoria de Filopono sugeria que uma força inicial, essa que futuramente será chamada de ímpeto, era transferida para o objeto, permitindo assim que ele continuasse em movimento mesmo na ausência de uma força externa. Em outras palavras, “A explicação de Filopono é que uma força cinética incorpórea foi impressa (no corpo, e não no meio) e essa força impressa continua o movimento do corpo até que seja gasta pela resistência ao movimento apresentada pelo peso do corpo e, possivelmente, pela resistência do ar”. (CLAGETT, 1959, p. 509).

Tal teoria foi impactante, pois contrariava diretamente a noção aristotélica de que uma força constante era necessária para manter um objeto em movimento. Filopono, portanto, argumentou que o movimento continuava devido a uma força propriamente impressa no objeto, uma teoria que mais tarde influenciaria profundamente pensadores medievais e abriria caminho para as ideias de movimento inercial desenvolvidas por cientistas como Galileu Galilei e Isaac Newton.

No entanto, segundo Thomas Kuhn, a evolução do pensamento científico não pode ser compreendida apenas como uma progressão linear, mas como uma interação complexa de paradigmas concorrentes. É, portanto, através da estrutura teórica oferecida por Thomas Kuhn que é possível se obter um entendimento substancial sobre a dinâmica das mudanças conceituais que ocorreram ao longo da história, elucidando através dela os complexos desenvolvimentos subjacentes à transição da tradição aristotélica para a nova visão de mundo pensada por Filopono.

Kuhn argumenta que o progresso científico ocorre através de “revoluções científicas”, onde um paradigma dominante é suplantado por um novo que resolve anomalias que o anterior não conseguia explicar. Essa abordagem é fundamental para entender como as ideias de Filopono eventualmente superaram a visão aristotélica e pavimentaram o caminho para a mecânica clássica e posteriormente para a física moderna.

Thomas Kuhn, em sua obra *A Estrutura das Revoluções Científicas*, argumenta que o desenvolvimento científico é marcado por períodos de ciência normal, onde a comunidade científica trabalha dentro de um paradigma dominante, e por revoluções científicas, onde um paradigma existente é substituído por um novo. Aplicando este modelo, a transição das ideias de Aristóteles para as de Filopono pode ser vista como um exemplo substancial de um desenvolvimento paradigmático.

Portanto, a introdução da teoria de Filopono desafiou e eventualmente levou à substituição da visão aristotélica de movimento, exemplificando uma mudança paradigmática segundo a perspectiva de Thomas Kuhn. A dicotomia entre Aristóteles e Filopono, logo, não apenas representou uma divergência teórica, mas também um arquétipo da forma como a evolução do pensamento científico ocorre através de confrontos e superações de paradigmas estabelecidos. Compreender essa dinâmica é essencial para apreciar a complexidade da história da ciência e a maneira como novas ideias surgem e se estabelecem através de debates e transformações radicais.

2 – FORÇA E DESLOCAMENTO EM ARISTÓTELES

2.1 – O UNIVERSO SEGUNDO ARISTÓTELES

A Antiguidade Grega, em especial durante o século IV a.C., foi um período de intenso desenvolvimento intelectual e de significativo florescimento filosófico. Neste contexto, destaca-se Aristóteles de Estagira (384-322 a.C.). Reconhecido como um dos maiores pensadores da Antiguidade e fundador do Liceu de Atenas, Aristóteles escreveu amplamente sobre temas que atualmente poderiam ser considerados científicos¹, embora seja talvez mais conhecido e valorizado por seus trabalhos sobre lógica, ética e outras áreas da filosofia. No entanto, sua obra abrange um vasto leque de disciplinas, incluindo o que hoje se denomina biologia, astronomia, física, política, entre outras.

Como um atencioso observador da natureza, Aristóteles formulou um modelo do universo baseado nas suas concepções filosóficas e nas observações empíricas do que ocorria na Terra e na abóbada celeste. Suas constatações sobre a natureza das coisas, embora muitas vezes incorporassem aspectos especulativos, eram profundamente influenciadas pela sua meticulosa investigação empírica. Esse compromisso com a observação direta e a descrição detalhada fez de Aristóteles uma figura central no desenvolvimento da ciência, e sua metodologia estabeleceu fundamentos que continuaram a influenciar o pensamento científico por milênios.

Considerando esse impacto duradouro de Aristóteles na filosofia e na ciência, é essencial adentrar mais profundamente em suas ideias fundamentais. Um aspecto central de sua obra é sua meticulosa investigação sobre o movimento, que vai além da física para abranger questões mais amplas da metafísica. Ao explorar as complexidades do movimento, Aristóteles delineia os princípios fundamentais da natureza em constante mudança, oferecendo conjecturas complexas sobre a ordem e a finalidade cósmica.

Em sua obra *Física*, Aristóteles explora cuidadosamente o conceito de movimento como uma mudança que representa a transição do potencial para o ato, delineando três modalidades principais dessas mudanças, sendo estas, a qualitativa, a quantitativa e a locomotiva, além disso, também existe a substancial, porém esta possui atributos especiais que a separam das demais.

¹ A formulação aristotélica, “Se há também outro tipo de entendimento, diremos mais adiante; mas agora afirmamos que conhecemos através da demonstração. Por demonstração, quero dizer uma dedução científica; e por científica, entendo aquela pela qual, ao possuí-la, compreendemos algo”. (ARISTÓTELES, *Analíticos Posteriores*, Livro I 70b17-70b19), serve de base para o que ele considera ciência, caracterizada pela demonstração e compreensão. Apesar das diferenças históricas, essa visão não está tão distante dos moldes científicos atuais, que também buscam conhecimento por meio de métodos sistemáticos e racionais.

Aristóteles utiliza a classificação das categorias para estudar e explicar os processos naturais de maneira sistemática e ordenada, contribuindo significativamente para o desenvolvimento das ciências naturais. Como o autor próprio explica, “Se, então, as categorias são distinguidas separadamente como substância, qualidade, lugar, tempo, relação, quantidade e atividade ou passividade, segue-se necessariamente que existem três tipos de movimento: qualitativo, quantitativo e local”. (ARISTÓTELES, *Física*, livro V, 225b 5-1).

Essa análise está intimamente ligada à concepção de causa de Aristóteles, delineada em sua *Física* e em sua *Metafísica*, onde ele identifica quatro tipos de causas: material, formal, eficiente e final. Para Aristóteles, cada movimento possui uma causa que transcende a mera causalidade mecânica. Dessa forma, ele busca explicar não apenas como o fenômeno da mudança ocorre, mas também porque ele ocorre em um nível mais profundo. Em relação às causas do movimento, Aristóteles afirma que:

Agora, sendo quatro as causas, cabe ao estudante da natureza conhecer todas elas, e se ele referir seus problemas a todas elas, atribuirá o ‘porquê’ da maneira apropriada à sua ciência — o material, a forma, o motor e o fim. Os últimos três frequentemente coincidem; pois o que é e aquilo para o qual é feito são um só, enquanto a fonte primária do movimento é a mesma nas espécies que essas. Pois o homem gera homem — e assim também, em geral, com todas as coisas que causam movimento ao serem movidas por si mesmas. (ARISTÓTELES, *Física*, livro II, 198a5-198a13).

Além disso, para explicar a maior profundidade da natureza e a necessidade de explicações racionais sobre tal, ele observa que: “A espontaneidade e o acaso, portanto, são posteriores à inteligência e à natureza. Assim, por mais que seja verdade que os céus se devem à espontaneidade, será ainda verdade que a inteligência e a natureza serão causas anteriores deste universo e de muitas coisas além dele”. (ARISTÓTELES, *Física*, livro II. 198a22-198a32).

Utilizando estas duas noções, ele descreve o movimento como uma forma de mudança, porém não como uma simples transição de um estado para outro, mas como a transição do possível para o manifesto, isso é, um processo que revela a essência latente dos seres. Essa concepção evidencia não apenas uma dinâmica física, mas também uma profunda reflexão metafísica sobre a natureza da existência. Ao examinar a mudança dessa maneira, se torna imperativo reavaliar a relação entre potencialidade e realidade, destacando tal relação como o modo como o próprio universo se desdobra.

Portanto, para Aristóteles, cada movimento deve possuir por trás de si uma causa intrínseca que transcende a mera causalidade mecânica. Essas causas não seriam apenas mecanismos pelos quais o movimento ocorre, mas aspectos essenciais da própria realidade, que

revelam a complexidade da existência e a realidade em sua forma mais fundamental. Nessa perspectiva, o movimento é mais do que simplesmente uma mudança de posição²; é uma expressão tangível da dinâmica interna e da interação entre as partes mais fundamentais da natureza.

Em suma, Aristóteles argumenta que o movimento não é simplesmente uma transição do ser ao não-ser, da potência para o ato, mas uma transição de um estado dormente para a plena concretização da essência do ser, impulsionado pela busca pela perfeição deste, isso é: “De fato, para Aristóteles, a mudança ocorre não como a transição do ser ao não-ser, mas com uma finalidade primordial: a passagem de um modo de ser ainda latente à plena realização da essência desse ser, ou como a realização das possibilidades nele contidas”. (PORTO, 2006, p. 4601-3). Essa noção de finalidade permeia sua explicação sobre o movimento, influenciando significativamente sua visão cosmológica.

Com base nisso, na física aristotélica, os movimentos naturais, portanto, indicam uma tendência intrínseca dos corpos em direção aos seus lugares naturais, sugerindo, portanto, que a natureza intrínseca desses elementos os leva a se deslocarem em direção a tal lugar natural, realizando assim o movimento que é próprio de sua essência e, portanto, também seria natural. Sua noção de finalidade como um motor primordial do movimento não apenas influencia sua cosmologia e física, mas também levanta questões sobre o propósito e o significado subjacente ao universo como um todo.

2.2 – A NATUREZA DO MOVIMENTO

Aristóteles também explora a ideia de que o movimento sempre existiu e sempre existirá, implicando uma constância natural no macrocosmo. Ele argumenta que o movimento é a capacidade do móvel enquanto movido, sugerindo a existência de uma organização para o universo. Para que algo se mova, deve haver uma causa anterior que também sofreu modificação, ressaltando a interdependência dos eventos no universo.

Esta visão do movimento como uma expressão da ordem cósmica de Aristóteles encontra eco em sua relação com o tempo. Ele argumenta que o tempo é inseparável do movimento, sendo sua existência dependente das mudanças no universo. Dessa forma, o tempo

² Está sendo utilizado aqui o conceito geral de movimento em Aristóteles, entendido como sinônimo de uma mudança, conforme descrito na seguinte passagem: “[...] O movimento é concebido por Aristóteles como uma mudança de estado, contínua e gradual, com respeito a cada uma das categorias formais nas quais a distinção entre atual e potencial pode ser feita”. (ÉVORA, 2006, p. 284).

é tanto uma medida quanto uma manifestação do movimento, sugerindo uma concepção circular da existência onde o movimento e o tempo estão inter-relacionados, influenciando-se mutuamente.

Aristóteles distingue claramente entre os movimentos terrestres e celestes, fundamentando essa diferença na sua visão do tempo e do movimento. Para ele, o tempo na Terra está intrinsecamente ligado às mudanças e imperfeições dos corpos terrenos, refletindo um movimento contínuo e transitório.

Em contraste, o tempo e o movimento no cosmos celestial são uniformes e eternos, expressando a perfeição e estabilidade do universo. Assim, enquanto o mundo sublunar é marcado por transformações constantes, o mundo celestial é caracterizado por um movimento perpétuo e circular, evidenciando a diferença essencial entre os dois reinos. Essas imperfeições e transformações são, portanto, o que justifica movimentos notáveis, como aqueles realizados pelos projéteis.

Essa interdependência entre movimento e tempo, conforme descrito por Aristóteles, reforça a ideia de um universo em constante fluxo, onde cada evento está ligado a um propósito maior. Essa visão holística do movimento não apenas permeia sua física e cosmologia, mas também apoia sua metafísica, destacando a unidade subjacente à diversidade aparente do mundo natural.

Assim, para Aristóteles, o movimento é intrínseco aos corpos naturais, determinados por suas formas e finalidades, sustentados pela eternidade do tempo e do próprio movimento. Essa visão holística do movimento ressoa ao longo de sua filosofia, conectando suas reflexões sobre física, cosmologia e metafísica.

Com isso em mente, e considerando as quatro classes fundamentais de mudanças mencionadas anteriormente, a qualitativa, quantitativa, substancial e local, é possível explorar como esses tipos de movimento se inter-relacionam e evidenciam a centralidade do movimento local como um ponto-chave na física aristotélica.

O movimento qualitativo, primariamente, refere-se às alterações nas qualidades das coisas. É o processo pelo qual os atributos de um objeto sofrem transformações, como o calor para o frio, ou vice-versa. Por sua vez, o movimento quantitativo aborda as mudanças relacionadas ao aumento ou à diminuição, em suas dimensões mensuráveis. O movimento substancial de maneira única, envolve a mudança de uma substância em outra, como na geração e corrupção dos seres, onde algo essencialmente novo emerge ou algo existente se desintegra.

Por fim, o movimento local diz respeito às mudanças de lugar, o deslocamento no espaço físico. Embora distintos, esses movimentos não são independentes uns dos outros. Aristóteles

argumenta que tanto o movimento qualitativo quanto o quantitativo, e até mesmo o substancial, dependem da existência de uma finalidade, esta que é evidenciada pelo conceito de lugar natural. Assim, o movimento local emerge como fundamental, uma vez que é pré-requisito para os demais tipos de movimento.

A noção de movimento local como base é crucial, pois o deslocamento no espaço é um conceito primário que implica a existência de um espaço no qual as mudanças qualitativas, quantitativas e substanciais podem ocorrer. Por exemplo, para que uma substância possa mudar qualitativamente de quente para frio, ela deve existir em um lugar específico onde essa transformação é possível. Da mesma forma, a mudança quantitativa, como o crescimento de um organismo, requer um espaço físico onde esse crescimento possa ser mensurado.

A tradição filosófica clássica frequentemente reduz o movimento à mera mudança de lugar, desconsiderando sua centralidade e implicações nos demais processos de transformação. No entanto, o movimento local deve ser entendido também como um alicerce sobre o qual os outros tipos de mudanças se apoiam, destacando que a posição e o deslocamento são fundamentais para uma compreensão mais profunda e abrangente de qualquer transformação no mundo natural.

Levando em consideração essa importância do movimento local, é agora necessário se examinar como esta ocorre. Aristóteles postula que todo movimento é causado por uma força motriz, um princípio fundamental expresso na máxima: “Tudo o que está em movimento é movido por algo”. (ARISTÓTELES, *Física*, livro VII, 242a50-242b5). Essa força motriz, ou motor, é responsável por impulsionar o móvel a se deslocar em determinada distância durante um intervalo de tempo específico. A relação entre a força motriz, o tempo e a distância percorrida forma a base essencial para a compreensão da dinâmica dos movimentos segundo Aristóteles, permitindo, assim, uma análise precisa dos fatores que influenciam e determinam as transformações no espaço e no tempo.

O filósofo identifica quatro tipos de locomoção causados pelo mover: puxar, empurrar, carregar e girar, sendo os demais movimentos uma combinação dessas formas de locomoção. Aristóteles enfatiza que o movimento ocorre pelo contato direto entre o motor e o corpo movido, destacando a necessidade de uma causa eficiente para a geração do movimento.

Além disso, Aristóteles distingue entre movimentos naturais e não naturais. Enquanto os movimentos naturais são inerentes às propriedades dos corpos, como o movimento ascendente do fogo e o movimento descendente do elemento terra, os movimentos não naturais ocorrem devido a causas externas ou intervenções, ou seja, esses movimentos violentos são

resultados da ação de forças externas, como empurrões, impactos ou manipulações. Essa distinção é crucial para compreender a dinâmica entre seres vivos e objetos inanimados.

A concepção aristotélica de movimento também abarca a ideia de uma série causal infinita de motores e móveis, culminando em um primeiro motor imóvel, que é o princípio do movimento de todo o resto. Essa visão hierárquica reflete a busca por uma causa primordial e eterna que impulsiona o movimento no universo e que, posteriormente, se torna o foco de diversos pensadores no período medieval.

Por fim, Aristóteles discute a natureza do movimento, destacando que ele pode ser circular, retilíneo ou uma combinação dos dois, sendo o movimento circular mais peculiar. Pois, enquanto o movimento circular é considerado eterno, os outros tipos de movimento implicam a necessidade de retorno a um certo local natural, isso é, apenas no movimento retilíneo a trajetória possui um ponto inicial e um ponto final para qual o objeto deve se deslocar. Aristóteles, portanto, explica o movimento circular da seguinte forma: “Seu movimento incessante, então, também é razoável, uma vez que tudo cessa de se mover quando chega ao seu lugar próprio, mas o corpo cujo caminho é o círculo tem um único e mesmo lugar para ponto de partida e objetivo”. (ARISTÓTELES, *Sobre o Céu*, Livro I, 279a12-279b3). Ele evidencia, assim, a complexidade e a diversidade dos processos dinâmicos na natureza e como suas características específicas influenciam suas trajetórias.

Em síntese, o conceito aristotélico de movimento transcende a mera descrição dos fenômenos físicos, proporcionando uma visão abrangente e profunda sobre a natureza do movimento e suas implicações na ordem cósmica, mesmo quando estes ocorrem de maneira local e violenta. Essa concepção influenciou o pensamento filosófico e científico, destacando a uma perspectiva que valoriza a causalidade e a temporalidade.

2.3 – BASES QUALITATIVAS DO MOVIMENTO

Aristóteles oferece uma visão detalhada e meticulosa da composição e do movimento dos corpos celestes e terrestres, fundamentada em conceitos previamente estabelecidos como movimento, lugar natural e finalidade do universo.

Os quatro elementos terrestres - terra, água, ar e fogo - são considerados os blocos de construção fundamentais da matéria, cada um com suas próprias características determinadas pelas qualidades como frio, quente, seco e úmido. Essas características não apenas definem a natureza física dos elementos, mas também influenciam seu comportamento e interações no mundo natural. Isso é evidenciado na seguinte citação:

E, de fato, sempre, no caso de qualquer corpo que possa ser deslocado, ele deve, se não for comprimido, ser deslocado na direção para a qual é natural ser deslocado — sempre para baixo, se seu movimento é para baixo, como no caso da terra, ou para cima, se é o fogo, ou em ambas as direções — conforme a natureza do corpo inserido. (ARISTÓTELES, *Física*, livro IV, 216a27-216b2).

No contexto do movimento na Terra, Aristóteles observa que os objetos terrestres tendem a se mover em linha reta em direção ao seu lugar natural. Por exemplo, um objeto pesado, como uma pedra, cai em direção ao centro da Terra, seu lugar natural, seguindo uma trajetória retilínea. Da mesma forma, um objeto leve, como uma bolha de ar, sobe em direção ao céu, seu lugar natural, também em linha reta.

Essa propensão dos corpos terrestres ao movimento retilíneo em direção ao seu lugar natural é um reflexo das qualidades elementares que os compõem. Cada elemento tem uma tendência inerente a buscar seu lugar natural, determinado pelas suas características individuais. Essa compreensão é fundamental para a teoria aristotélica do movimento e para a explicação do comportamento dos corpos terrestres dentro do universo.

Por outro lado, o éter, enquanto o quinto elemento celestial, representa uma manifestação singular da perfeição aristotélica. De acordo com a teoria de Aristóteles, assim como os elementos terrestres possuem suas qualidades intrínsecas que os conduzem a seus lugares naturais em movimentos lineares, o éter, por sua vez, não é afetado pelas noções de peso ou leveza e, portanto, se move de maneira única. Em outras palavras, “Estabelecida que a região celeste é preenchida pelo éter, um elemento perfeito e simples, que não é nem leve nem pesado, cujo movimento natural é o circular [...]”. (ÉVORA, 2006, p. 140).

Sua essência incorpórea o define como o elemento primordial responsável pelo movimento circular dos corpos celestes. Assim como a pedra busca o centro da Terra e a bolha de ar busca o céu, os corpos celestes, compostos de éter, seguem uma trajetória circular em sua busca pela perfeição cósmica, estabelecendo uma ordem celestial que reflete a harmonia e a finalidade do universo aristotélico.

A análise do universo segundo a perspectiva aristotélica revela uma dicotomia entre o mundo sublunar e supralunar, fundamentada em conceitos de mutabilidade e perfeição. Para Aristóteles, a Terra é caracterizada por um contínuo estado de mudança e imperfeição, evidenciado pelas variações climáticas e pela progressão cíclica da vida. Essa mutabilidade é interpretada como resultado de propósitos intrínsecos ou predeterminados que direcionam o comportamento das coisas no mundo terrestre.

Em contrapartida, ao direcionar seu olhar para a abóboda celeste, Aristóteles compreende uma ordem imutável e perfeita. Exceto pelos movimentos dos astros, o firmamento é caracterizado por uma estabilidade eterna: a Lua, o Sol, os planetas e as estrelas mantêm-se inalterados. Essa distinção entre os dois mundos sugere, para Aristóteles, que suas constituições físicas também devem ser distintas. Isso é, “Os corpos celestes estão em constante movimento natural em seu lugar próprio. O movimento circular perpétuo que executam é compatível com a sua natureza— são feitos de éter – e com a ideia de um universo finito”. (PEDUZZI, 2008, p. 36).

Aristóteles, portanto, propõe que a Terra seja o centro do universo, imóvel, com os corpos celestes girando ao seu redor. Essa concepção é reforçada pela aparente imobilidade da Terra, corroborada pela observação de que os objetos lançados para o alto retornam exatamente ao mesmo ponto de partida. Ele também estabelece a existência de 55 esferas necessárias para descrever o mundo físico, classificando os corpos celestes de acordo com sua ordem crescente de afastamento de seu centro na Terra, onde o movimento de todo o sistema é transferido por meio do contato entre uma esfera e outra. (ÉVORA, 2006, p. 153).

Desta forma, a visão aristotélica do universo é caracterizada por uma clara distinção entre duas regiões completamente distintas, fundamentada em conceitos de mutabilidade e perfeição. Essa dualidade fornece a base para a compreensão aristotélica da natureza e da finalidade do cosmos, delineando uma visão ordenada e hierarquizada do universo tanto na Terra quanto fora.

2.4 – O PROBLEMA DO MOVIMENTO PARABÓLICO EM ARISTÓTELES

Desta forma, é apropriado se examinar como o filósofo grego compreendia o movimento parabólico. Neste contexto aristotélico, o movimento de subida de um objeto sólido, como um projétil lançado para cima, era considerado antinatural, pois contradizia sua tendência natural de cair em direção ao centro da Terra. Aristóteles rejeitava a ideia de que um objeto poderia continuar se movendo sem um motor contínuo e postulava que a causa eficiente do movimento, especialmente no caso de movimentos violentos, deveria estar em contato direto com o objeto.

Para abordar a dificuldade em explicar o movimento contínuo dos projéteis após o lançamento, Aristóteles formulou a hipótese de que o motor transfere uma força para o meio circundante, como o ar ou a água, e que este meio, por sua vez, transmite a força para o movimento do projétil. Aristóteles sustentava que o meio através do qual o objeto se desloca

exerce uma ação dupla sobre o projétil: por um lado, uma força que promove o movimento e, por outro, uma resistência que atua contra ele. (PEDUZZI, 2008, p. 41-43).

Ele argumentava que, no caso do tiro de uma flecha, por exemplo, o ar deslocado pela flecha empurrava o projétil para frente por um processo que os gregos chamavam de *antiperístasis*, no qual o ar deslocado exerce uma força contínua sobre a flecha. Essa explicação se baseia na ideia de que o ar, ou qualquer meio através do qual a flecha se move, exerce uma força que substitui o seu motor inicial fornecido pelo arco.

A eficiência com que o meio transmite a força do motor e a intensidade da resistência, que varia com a densidade do meio, determinam a velocidade do projétil. Assim, é a interação entre a força favorável ao movimento e a resistência do meio que influencia a velocidade do projétil, refletindo, portanto, a capacidade do meio de substituir a força do motor original.

O filósofo propôs que, após o lançamento, o ar deslocado pelo projétil continuava a empurrá-lo para frente, proporcionando uma substituição recíproca de movimento. Essa explicação também foi utilizada por Aristóteles em sua argumentação contra a existência do vácuo. Ele sustentava que, sem a presença do ar para impulsionar o projétil, o movimento seria impossível no vazio. (OLIVEIRA, 2022, p. 6).

Portanto, para Aristóteles, o movimento parabólico representava de certa forma um desafio teórico, pois exigia uma explicação para sua continuidade após o lançamento, além de levantar questões sobre a natureza do movimento e da física do Cosmos aristotélico. Sua abordagem enfatizava a necessidade de uma força contígua para impulsionar os objetos em movimento, como uma maneira de reconciliar os movimentos naturais e violentos dentro de sua cosmologia.

3 – O PROBLEMA DO MOVIMENTO EM FILOPONO

3.1 –FILOPONO E A TRADIÇÃO ARISTOTÉLICA

João Filopono, também conhecido como João, o Gramático ou João de Alexandria, é uma figura central no desenvolvimento da filosofia e das ciências naturais no final da Antiguidade e início do Medievo. Vivendo aproximadamente entre 490 e 570 d.C., Filopono se destacou como filósofo, pesquisador e teólogo cristão, sendo um dos precursores em desafiar as concepções estabelecidas pela tradição aristotélica. Seu epíteto, “*Philoponus*”, que significa “amante do trabalho”, reflete não apenas sua dedicação ao estudo, mas também sua abordagem inovadora e crítica diante dos conhecimentos da época.

Filopono desenvolveu sua vida e obra na cidade de Alexandria, um centro intelectual de destaque que abrigava a renomada escola neoplatônica. Foi nesse ambiente fértil que ele inicialmente se envolveu com as ideias aristotélicas e neoplatônicas, que moldaram suas preocupações intelectuais. No entanto, apesar de suas raízes nessa tradição, Filopono emergiu como um pensador original, rompendo com muitas das premissas fundamentais do aristotelismo e introduzindo métodos que prenunciavam uma abordagem mais crítica e empírica nas ciências naturais.

As circunstâncias que possibilitaram a ruptura de Filopono com a tradição aristotélica são diversas e complexas. O contexto intelectual do século VI d.C. foi marcado por intensos debates filosóficos e científicos, certamente forneceu as bases necessárias para o desenvolvimento de suas ideias inovadoras. Além disso, o contexto religioso do período, marcado pela predominância do cristianismo e por disputas teológicas em grande escala, também influenciou significativamente seu pensamento. Filopono, sendo um cristão convicto, incorporou elementos teológicos em sua filosofia, o que o levou a questionar e reinterpretar muitos conceitos aristotélicos à luz de sua fé.

Filopono foi um crítico severo da física aristotélica, especialmente em relação às teorias do movimento e da matéria. Suas críticas não se limitaram a uma rejeição superficial, mas foram acompanhadas de argumentos rigorosos e experimentações que anteciparam muitos aspectos da metodologia científica moderna. Sua refutação da teoria aristotélica do movimento violento abriu caminho para uma compreensão mais dinâmica e precisa das leis do movimento, que seria posteriormente desenvolvida por cientistas como Galileu e Newton.

A importância de João Filopono na história da filosofia e da ciência vem sendo reconhecida e reavaliada por estudos recentes, que destacam sua contribuição para a transição de uma abordagem filosófica especulativa para uma mais empírica e experimental. A sua ênfase

na experimentação e na análise direta dos fenômenos naturais desafiou as concepções aristotélicas enraizadas na época, pavimentando o caminho para a futura revolução no pensamento científico.

3.2 – A TEORIA DO ÍMPETO³

A explicação de uma força motriz incorpórea, posteriormente chamada de ímpeto, proposta por João Filopono marcou um ponto de virada significativo na compreensão do movimento dos corpos na antiguidade. Contrapondo-se à concepção aristotélica, que postulava a necessidade de um meio em constante atuação para sustentar o movimento de um projétil, Filopono questiona a explicação aristotélica que postula que, ao ser empurrado para frente pelo projétil, o ar retorna para trás e impulsiona o projétil adiante novamente.

O autor considera essa hipótese improvável por diversas razões. Primeiramente, ela implicaria movimentos excepcionalmente complexos e anômalos para o ar. Isso é, o processo do ar ser empurrado à frente pelo projétil, voltar atrás e depois empurrar este novamente para frente requereria uma série de movimentos não só contraditórios, mas também pouco intuitivos, necessitando um comportamento súbito e não muito natural para o ar.

Pois, segundo essa teoria, o ar em questão deve realizar três movimentos distintos: deve ser empurrado para frente pela flecha, então mover-se para trás e, finalmente, virar e seguir para frente mais uma vez. No entanto, o ar é facilmente movido e, uma vez colocado em movimento, percorre uma distância considerável. Como, então, pode o ar, empurrado pela flecha, deixar de mover-se na direção do impulso impresso e, em vez disso, virar, como se por algum comando, e retratar seu curso? Além disso, como pode esse ar, ao virar, evitar dispersar-se no espaço e, em vez disso, colidir precisamente com o entalhe da flecha, empurrando-a novamente e aderindo a ela? Tal visão é bastante incrível e beira o fantástico. (COHEN & DRABKIN, 1958, p. 221 - 222).

Além disso, essa explicação não fornece uma compreensão clara de como o ar, uma vez impulsionado para frente, poderia virar e exercer uma força de impulso novamente sobre o projétil, além de pôr pura conveniência da teoria. Portanto, Filopono contesta essa hipótese aristotélica, argumentando que ela carece de consistência lógica e não oferece uma explicação satisfatória para o fenômeno do movimento de projéteis.

Filopono, portanto, sugere que, no momento em que um objeto é lançado, o lançador transfere para ele uma propriedade de movimento, posteriormente chamada de “ímpeto”. Esse

³ O termo “ímpeto” não é utilizado por Jean Filopono, mas sim por Jean Buridan em períodos posteriores. No entanto, como ambos descrevem a mesma força motriz impressa a um objeto, o termo ímpeto será usado para simplificar a referência à teoria em questão.

ímpeto pode ser entendido como uma espécie de impulso inicial ou tendência de movimento, que é impresso no objeto no momento do lançamento. Essa tendência é transmitida ao objeto através da interação física entre o lançador e o objeto, seja pelo contato direto ou por meio do uso de algum instrumento de lançamento.

A propriedade de impressão do ímpeto é essencial, pois é o que impulsiona um objeto durante o movimento subsequente, especialmente quando já não está em contato direto com o lançador. Em termos simples, é como se o objeto carregasse um “impulso inicial” que o mantém em movimento após o lançamento, permitindo assim que este chegue a sua altura máxima antes de perder velocidade e cair.

Esta perda de velocidade ocorre já que o ímpeto inicialmente impresso pelo lançador vai diminuindo gradualmente devido a dois fatores principais: a resistência do meio pelo qual o objeto se desloca e a inerente tendência do objeto em retornar ao estado de repouso. A resistência do meio, como o ar ou a água, funciona como uma força contrária ao movimento, exercendo uma força de arrasto sobre o objeto em movimento. Essa resistência é proporcional à velocidade do objeto, resultando em uma redução gradual da velocidade ao longo do tempo.

Essa ideia permitia que Filopono considerasse a possibilidade de movimento no vácuo, algo que contradizia diretamente a visão aristotélica, que não só afirmava que o movimento no vácuo era impossível devido à falta de um meio para impulsionar o objeto, mas também pelo fato da própria natureza supostamente abominar o vácuo (*horror vacui*), pois este não permitira que o universo possuísse um ponto fixo para suas diversas esferas.

Porém, Filopono argumentava que, no vácuo, onde a resistência é mínima ou inexistente, o ímpeto seria suficiente para manter um objeto em movimento continuamente. Ele admitia, portanto, possibilidade de um movimento sem resistência, onde a velocidade e a força aplicada seriam proporcionais, eliminando a ideia aristotélica de que o movimento exigia uma resistência constante. Entretanto, Filopono também reconhecia as limitações impostas pelo mundo finito, concluindo que a força impressa a um projétil em movimento eventualmente se extinguiria.

Além disso, simultaneamente à ação de resistência do meio, a tendência natural do objeto em retornar ao repouso, uma vez que o ímpeto inicial diminui, contribui para a desaceleração do movimento. E, embora Filopono não tenha formulado essa ideia em termos de inércia como Newton mais tarde faria, sua observação das forças que atuam sobre os objetos em movimento demonstra uma compreensão, mesmo que rudimentar, dos princípios que posteriormente seriam desenvolvidos na física clássica.

É importante denotar que, mais vez divergindo da tradição, Filopono sustenta que o peso de um objeto não influencia o tempo de sua queda livre. Em contraposição à visão aristotélica, que postulava que objetos mais pesados, logo, mais relacionados ao elemento terra, cairiam mais rapidamente que objetos mais leves, Filopono, no entanto, propõe que o tempo de queda é independente do peso do objeto.

Sua argumentação se baseia aparentemente em uma experiência empírica, onde ele observou que ao deixar cair dois corpos de pesos diferentes de uma mesma altura, os tempos de queda não mostram uma relação diretamente proporcional ao peso. Ele perceberia com isso que, mesmo se um corpo for consideravelmente mais pesado que o outro, a diferença nos tempos de queda é muito pequena, ou mesmo imperceptível. (PEDUZZI, 2008, p. 52).

Essa observação desafia diretamente a concepção aristotélica, que ainda era amplamente aceita no período. Segundo Aristóteles, objetos mais pesados deveriam cair mais rapidamente devido à sua maior “tendência natural” em direção ao seu lugar apropriado na Terra. No entanto, Filopono observa que isso vai contra a observação empírica.

Portanto, é através da combinação desses dois fatores, a resistência do meio e a tendência natural à desaceleração, que resulta uma gradual diminuição do ímpeto ao longo do trajeto, eventualmente levando à extinção completa do movimento. Esse fenômeno pode ser observado em diversos contextos, desde o lançamento de projéteis até o movimento de objetos em fluidos, e é fundamental para compreender a dinâmica dos sistemas físicos em diferentes ambientes.

Essencialmente, a teoria do ímpeto é uma representação de uma forma de energia cinética armazenada em um objeto no momento em seu lançamento. Esta energia não depende de uma interação contínua com o meio ambiente para manter o movimento, ao contrário da perspectiva aristotélica. Em vez disso, o ímpeto age como uma força inerente ao objeto, impulsionando-o através do espaço.

Ao propor o conceito de ímpeto, Filopono não apenas desafia a visão tradicional aristotélica, mas também oferece uma explicação mais precisa e coerente para o movimento dos corpos. O ímpeto permite compreender como um projétil pode continuar em movimento mesmo após ter deixado o impulso inicial do lançador, uma vez que este carregaria consigo uma quantidade de energia que o sustentaria ao longo do percurso.

No entanto, é importante notar que o ímpeto não é uma força infinita. Gradualmente, se dissiparia devido à resistência do meio, como pelo atrito com o ar ou pela fricção com a água. Assim, Filopono aponta que o ímpeto proporciona uma explicação alternativa e mais coerente

para o movimento dos corpos, mas reconhece a influência do ambiente na trajetória e na duração desse movimento.

3.3 – INFLUÊNCIA DE FILOPONO

A obra de João Filopono marcou um ponto de virada crucial na história do pensamento científico, particularmente em relação à mecânica e à física do movimento. Uma das suas contribuições mais notáveis foi a reinterpretação fundamental do papel do meio no movimento dos projéteis, o que é visível através dos pensadores que futuramente analisaram sua tese.

Avicena, também conhecido como Ibn Sina, foi um filósofo e cientista persa do século XI que desempenhou um papel significativo na reconciliação da filosofia aristotélica com a teologia islâmica. Embora não haja evidências definitivas de que Avicena ou seus contemporâneos árabes tiveram acesso direto ao comentário de Filopono sobre a obra de Aristóteles, é provável que Avicena tenha sido influenciado por ideias da tradição árabe, que tinham fortes conexões com a escola alexandrina tardia e, por extensão, com a crítica de Filopono à física aristotélica. Essa influência indireta ajudou Avicena a reinterpretar os princípios aristotélicos dentro de sua própria estrutura intelectual, contribuindo para seus avanços na metafísica e na filosofia natural.

Isso é visível a partir da seguinte citação:

Pode-se, no entanto, segundo Sorabji, afirmar, pelo menos, que ele era conhecido no mundo árabe medieval por al-Farabi (c873-950), pela Escola Filosófica Cristã de Bagdá (séc. X e XI) e por Avicena (980-1037) e, no ocidente cristão medieval por São Boaventura (c1217-1274) e São Tomás de Aquino (c1224-1274) que, no *seu in De caelo et mundo*, refere-se inúmeras vezes a Filopono. (ÉVORA, 2013, p. 131).

Na Europa medieval, a teoria do ímpeto de Filopono foi retomada e propriamente desenvolvida pela escola nominalista de Paris, liderada por pensadores como Jean Buridan e Nicole Oresme. Buridan expandiu as ideias de Filopono e desenvolveu uma abordagem mais sistemática para explicar o movimento dos corpos, formalmente postulando a teoria. Ele propôs que um corpo em movimento continuaria em movimento a menos que fosse interrompido por uma força externa, uma ideia precursora do princípio da inércia (CLAGETT, 1959). Buridan também introduziu a ideia de que o ímpeto de um objeto poderia ser proporcional à sua velocidade e massa, uma ideia precursora do conceito moderno de *momentum*.

A influência das ideias de João Filopono sobre o movimento dos corpos não alcançou Galileu Galilei de forma direta, mas foi transmitida implicitamente através destas duas tradições

intelectuais distintas mencionadas anteriormente. Primeiro, a tradição árabe, onde Avempace desempenhou um papel crucial ao criticar e reinterpretar a teoria aristotélica do movimento. A crítica de Avempace preservou e adaptou as ideias de Filopono, mantendo-as vivas e relevantes dentro do pensamento islâmico. Essa tradição árabe, com suas inovações e críticas, foi fundamental para a eventual transmissão dessas ideias ao mundo europeu e o debate acerca destas aparenta ter influenciado Galileu de certa forma. (MOODY. 1975).

Em seguida, como mencionado anteriormente, na tradição medieval europeia, as ideias de Filopono foram sistematizadas e reinterpretadas por pensadores como Jean Buridan e Nicole Oresme, que desenvolveram a teoria do ímpeto. “Essa teoria, originada das críticas de Filopono, reformulou o entendimento do movimento dos corpos e preparou o terreno para a abordagem científica de Galileu. Galileu não recebeu uma formação totalmente aristotélica. Ao contrário, foi treinado para analisar o movimento em termos da teoria do *impetus* [...]”. (KUHN, 1962, p 155).

Quando Galileu, no Renascimento, realizou experimentos sobre o movimento dos corpos e a queda livre, ele questionou as concepções aristotélicas vigentes, sendo influenciado, de maneira indireta, pela tradição crítica iniciada por Filopono. Sua abordagem experimental e quantitativa, que resultou na formulação da lei dos corpos em queda, refletiu em parte as críticas que Filopono, através das tradições árabe e medieval, havia feito à teoria aristotélica. Assim, a descoberta de Galileu, que demonstrou que todos os objetos caem com a mesma aceleração independentemente de seu peso, desafiou diretamente as ideias aristotélicas e abriu caminho para uma abordagem mais científica e quantitativa do estudo do movimento.

E embora não se possa confirmar que Isaac Newton tenha sido diretamente influenciado por Filopono, é evidente que as ideias de Filopono influenciaram outros pensadores, como Avempace, Avicena, e outros filósofos do mundo árabe, assim como figuras como Jean Buridan, Nicole Oresme e até mesmo Galileu, que, por sua vez, tiveram impacto no desenvolvimento das teorias de Newton. A crítica de Filopono às concepções aristotélicas sobre o movimento dos corpos foi assimilada e reinterpretada por esses pensadores, ajudando a construir a base para uma abordagem mais científica e quantitativa do estudo do movimento e da gravidade. Embora Newton tenha desenvolvido suas teorias de forma independente, o legado de Filopono, transmitido através desses intermediários, contribuiu indiretamente para o avanço significativo representado pela Lei da Gravitação Universal de Newton e suas leis do movimento, cujo impacto na compreensão do universo é inegável até os dias de hoje.

A teoria de Filopono ofereceu para as ciências nova lente a ser usada para compreender os fenômenos físicos, desafiando as antigas suposições aceitas e lançando as bases para

desenvolvimentos posteriores na física e na mecânica. Sua abordagem revolucionária não apenas influenciou os debates filosóficos de sua época, mas também desempenhou um papel crucial na evolução do pensamento científico e na busca por uma compreensão mais profunda do mundo natural.

4 – MOVIMENTO DE ARISTÓTELES A FILOPONO: HOVE MUDANÇA DE PARADIGMA?

4.1 – CIÊNCIA PARADIGMÁTICA

Após a exposição e análise das teorias científicas de ambos os pensadores, é necessário agora apresentar e examinar a teoria que servirá como base para compreender a relação destas duas teorias dentro da concepção de progresso científico. A fim disto, será adotado o referencial teórico proposto por Thomas Samuel Kuhn em sua obra *A Estrutura das Revoluções Científicas* (1962). Este arcabouço teórico permitirá a análise das duas teses e a explicação dos movimentos realizados pelas críticas de João Filopono ao paradigma de movimento na antiguidade.

Para isso é primeiramente necessário compreender o modelo de ciência paradigmática proposto na obra. Isso é, na *Estrutura*, Kuhn apresenta uma abordagem focada em paradigmas para explicar a dinâmica do avanço científico. O conceito de “paradigma” é fundamental em sua obra, e é descrito como um conjunto de práticas, teorias, métodos e normas que define e orienta o que é considerado relevante dentro de um contexto histórico científico específico.

Sendo importante informar que, o termo “paradigma”, conforme usado por Kuhn, refere-se a um conjunto de crenças, métodos e práticas compartilhadas por uma comunidade científica. Kuhn posteriormente, no *Posfácio* (1969) da *Estrutura*, propôs o termo “matriz disciplinar” para englobar também aspectos práticos e metodológicos, assim como superar certas dificuldades do conceito de paradigma. Contudo, o termo “paradigma” ainda será utilizado por sua relevância na compreensão das revoluções científicas, especialmente no sentido de “modelo” ou “exemplar” dentro da ciência normal.

Nas palavras do próprio autor: “Desse modo, auxiliam a determinar o que será aceito como uma explicação ou como uma solução de quebra-cabeça e, inversamente, ajudam a estabelecer a lista dos quebra-cabeças não solucionados e a avaliar a importância de cada um deles”. (KUHN, 1962, p. 228).

Um paradigma, portanto, é adotado por uma comunidade científica e estabelece um consenso sobre os princípios fundamentais e as questões relevantes de uma disciplina. Ele molda a maneira como a pesquisa é conduzida e como os dados são interpretados. O processo de adoção e definição do paradigma é histórico e evolutivo, refletindo a constituição dinâmica tanto da comunidade quanto do próprio paradigma ao longo do tempo.

Antes de uma ciência alcançar o estágio de estabilidade plena, ela passa por uma fase chamada de pré-paradigmática. Durante essa fase, não existe um consenso claro acerca de quais teorias, métodos ou problemas deverão orientar a pesquisa científica. Nesta etapa os cientistas

trabalham de maneira mais dispersa, propondo diferentes abordagens e teorias que competem entre si. Essa diversidade de perspectivas caracteriza um período de forte debate e experimentação, onde ainda não se estabeleceu um paradigma dominante que possa orientar a pesquisa de maneira coesa. É apenas quando uma dessas abordagens começa a demonstrar uma eficácia maior na resolução dos problemas da disciplina que ela se torna amplamente aceita, estabelecendo-se como um novo paradigma para esta e iniciando o período de ciência normal.

No âmbito da regularidade deste, na chamada ciência normal, o paradigma vigente orienta a investigação científica ao definir quais os problemas que serão considerados relevantes e quais as abordagens aceitáveis para solucionar estes. Durante essa fase, os cientistas se concentram na resolução de problemas concretos e na aplicação das teorias existentes, seguindo os parâmetros estabelecidos pelo paradigma. O paradigma dominante, portanto, serve como um guia para a prática científica, estabelecendo normas e critérios que definem o que constitui um trabalho científico válido e aceitável pela comunidade científica.

Entretanto, a ciência normal não pode ser vista como um processo estático. Com o tempo, surgem anomalias, observações ou resultados que não são adequadamente explicados pelo paradigma vigente. Inicialmente, essas anomalias podem ser tratadas como exceções ou problemas menores a serem resolvidos dentro da estrutura do paradigma existente. Contudo, quando essas anomalias se acumulam e passam a desafiar as premissas fundamentais do paradigma, pode ocorrer uma chamada crise científica. Tal crise é caracterizada por um crescente questionamento da eficácia do paradigma em resolver os problemas e explicar os fenômenos observados.

A crise do paradigma pode levar à ocorrência de uma revolução científica, um processo no qual um novo paradigma emerge e substitui o anterior. Esse processo de mudança não é gradual nem ininterrupto, mas sim radical e disruptivo, pois a revolução científica envolve uma reconfiguração das bases sobre o qual uma ciência é praticada, introduzindo novos conceitos, teorias e métodos que redefinem as questões fundamentais da disciplina. O novo paradigma, portanto, oferece uma nova estrutura para a investigação científica, alterando significativamente a forma como os problemas são formulados e como as respostas são buscadas.

Conseqüentemente, a adoção de um novo paradigma implica em uma transformação profunda na prática científica, com este estabelecendo novos padrões e diretrizes que podem levar a avanços significativos na compreensão científica. O processo de revolução científica é, portanto, tanto inovador quanto disruptivo, alterando o campo do conhecimento científico de maneira substancial.

Em síntese, os conceitos de paradigma e revolução científica propostos por Kuhn descrevem a dinâmica do progresso científico tanto através de períodos de estabilidade quanto de transformação, onde paradigmas definem as normas e métodos da ciência normal, enquanto revoluções científicas representam momentos de mudança radical, onde um novo paradigma substitui o antigo em resposta a crises acumuladas de anomalias. Esse ciclo entre ciência normal e revoluções científicas é crucial para a compreensão do desenvolvimento e evolução do conhecimento científico.

4.2 – O PROBLEMA DO MOVIMENTO DE ARISTÓTELES PARA FILOPONO SOBRE UMA PERSPECTIVA PARADIGMÁTICA

Com a natureza do sistema científico paradigmático em mente, é agora necessário examinar como as críticas de João Filopono à teoria aristotélica do movimento dos projéteis se encaixam dentro dessa estrutura kuhniana. Tal enquadramento poderá revelar se as críticas de Filopono operam dentro de três possibilidades distintas: se fazem parte de um paradigma estabelecido, se o desafiam a ponto de instigar um momento de crise, ou se representam um desenvolvimento dentro da fase de ciência pré-paradigmática.

Essa análise se baseia na premissa de que a teoria de Kuhn é capaz de oferecer uma perspectiva valiosa para a compreensão das transições no pensamento científico, demonstrando como a dinâmica de paradigmas e revoluções científicas pode ser aplicada a contextos históricos específicos. Usando o desenvolvimento científico analisado até agora como um exemplo ilustrativo, a aplicação correta da teoria de Kuhn tem o potencial de demonstrar como as mudanças paradigmáticas ocorrem ao longo da história, sua dinâmica e como elas moldam o avanço futuro das ciências.

A análise das contrastantes perspectivas sobre o movimento propostas por Aristóteles e Filopono revela importantes diferenças filosóficas e científicas, as divergências entre essas duas abordagens não se limitam a apenas questões técnicas, mas refletem mudanças fundamentais na compreensão da natureza do movimento e suas implicações para a ciência. E, portanto, para a realização de tal, é necessário examinar os fundamentos científicos e filosóficos subjacentes a ambas as teses e analisar como elas se encaixam dentro de um sistema paradigmático.

O pensamento aristotélico, com sua abordagem sobre o movimento e as causas naturais e não naturais deste, estabeleceu-se como o paradigma dominante para a física durante a Antiguidade Clássica e o início da Idade Média. Assim como foi previamente explicado, dentro desse paradigma, as interpretações do movimento dos corpos e das mudanças físicas baseavam-

se nas teorias de Aristóteles, que enfatizavam a ideia de que o movimento de um projétil era o resultado de uma causa externa contínua.

Essa visão aristotélica estruturava o movimento a partir de uma interação entre força, resistência e qualidades intrínsecas da matéria, onde a velocidade e o comportamento dos corpos eram diretamente relacionados à força aplicada, à resistência encontrada e à composição material destes. A mudança física, no contexto de deslocamento, reflete, portanto, uma forte concepção de causalidade, resultando em uma abordagem que ofereceu uma visão determinística e restritiva sobre o comportamento dos corpos para as ciências futuras.

Portanto, a abordagem aristotélica sobre o movimento enfatizava uma concepção de causalidade direta e interação contínua, na qual o movimento não era visto como autossustentável, mas dependente de uma força externa que perpetuava a ação. Esse paradigma dominou a física por séculos, moldando a compreensão do movimento e das mudanças físicas até ser propriamente substituído por novas teorias durante o Renascimento.

No entanto, ao longo do tempo, surgiram anomalias que não eram satisfatoriamente explicadas pela teoria aristotélica. Essas anomalias incluíam observações sobre o movimento dos corpos e o comportamento de objetos que não se alinhavam logicamente com as expectativas estabelecidas pelo paradigma aristotélico, isso é, o estranho movimento que o ar supostamente deveria realizar para que um projétil se movia. Com o acúmulo dessas discrepâncias, o paradigma aristotélico começou a enfrentar uma crise, na qual a sua capacidade de explicar novos dados e fenômenos observados foi seriamente questionada.

A introdução do conceito de uma força motora impressa por Filopono representa uma ruptura significativa com o paradigma aristotélico. Ao reformular a compreensão do movimento, Filopono propôs a ideia de um impulso interno ou força dinâmica que continuava a influenciar o movimento de um corpo, mesmo após a cessação da força inicial. Essa inovação implica uma mudança substancial na concepção de causalidade e dinâmica, oferecendo uma nova interpretação sobre como o movimento poderia ser sustentado e modificado ao longo do tempo. Isso se difere significativamente da visão aristotélica, que dependia exclusivamente de forças externas contínuas, Filopono sugere que o movimento poderia ser explicado por um princípio interno persistente, desafiando, assim, a tradição estabelecida.

As implicações filosóficas dessa ruptura são profundas. A perspectiva de Filopono introduz uma compreensão mais complexa do movimento, com uma ideia que não apenas revolucionou a interpretação do movimento, mas também abriu espaço para novas formas de explicar e modelar o comportamento dos corpos em movimento, antecipando, em certa medida, a noção moderna de inércia. A teoria do ímpeto de Filopono, portanto, pode ser vista como um

precursor importante ao conceito de inércia descrito por Newton, este que se tornaria um princípio central nas leis do movimento. Enquanto Aristóteles via o movimento como dependente de forças externas contínuas, Filopono sugeriu que o movimento poderia persistir devido a uma força interna que continuava a atuar sobre o corpo, uma ideia fundamental para a concepção newtoniana de inércia, onde um corpo continuará em movimento a menos que uma força externa intervenha.

Apesar de suas contribuições significativas, a teoria do ímpeto de Filopono também apresentava limitações. Seu conceito não foi completamente desenvolvido em termos matemáticos ou experimentais, o que deixou espaço para melhorias e refinamentos subsequentes. O desenvolvimento da mecânica como campo de estudo formal, especialmente com as contribuições de Galileu e Newton, avançou a compreensão do movimento de forma mais rigorosa e quantitativa. Galileu, com seus experimentos sobre o movimento, desafiou ainda mais as ideias aristotélicas e estabeleceu uma metodologia baseada formalmente na experimentação e observação. Influenciado pelo conceito de ímpeto, Galileu preparou o terreno para as leis do movimento de Newton, que consolidariam de vez a física clássica através de novos paradigmas.

A adoção do conceito de ímpeto, no entanto, não implicou imediatamente na substituição completa do paradigma aristotélico, mas representou um passo em direção a uma nova visão sobre a física do movimento. A teoria começou a influenciar o pensamento científico aos poucos, e, gradualmente, preparou o terreno para a mudança paradigmática mais profunda que ocorreria mais tarde com o desenvolvimento da mecânica clássica. Esse processo de transição pode ser entendido como parte da fase pré-paradigmática da física clássica, onde novas ideias começam a emergir, mas ainda não são capazes de constituir uma ruptura completa com o paradigma existente.

A introdução do conceito de ímpeto, conforme proposto por Filopono, pode ser vista como uma tentativa de abordar as anomalias que o paradigma aristotélico não conseguia explicar, mas ainda não configurava uma revolução científica no sentido kuhniano. A inovação de Filopono, embora significativa, não de verdadeiramente romper com o paradigma aristotélico estabelecido, mas marcou um passo significativo rumo a novas abordagens que gradualmente ganharam força.

Somente mais tarde, com o desenvolvimento da mecânica clássica por Galileu e Newton, é que ocorreu uma verdadeira revolução científica, no sentido proposto por Kuhn. Nesse ponto, o novo paradigma se estabeleceu de maneira definitiva, substituindo o anterior e redefinindo os fundamentos da física. Assim, ao aplicar a teoria de Kuhn à transição do

pensamento aristotélico para a concepção de ímpeto de Filopono, observa-se que a teoria de Filopono se encaixa melhor na fase pré-paradigmática com a realização de críticas e observações que posteriormente levariam o paradigma à crise, enquanto o processo de revolução propriamente dita ocorreria posteriormente, quando as novas ideias se consolidaram e o paradigma aristotélico foi finalmente superado.

A teoria de Kuhn fornece um modelo útil para compreender como essas transições ocorrem, revelando a complexidade e o impacto das mudanças de paradigma na evolução do conhecimento científico. No caso, essa transição ilustra como sua teoria pode ser aplicada à análise histórica das mudanças no pensamento científico. A crise provocada por anomalias no paradigma aristotélico e a subsequente introdução do conceito de ímpeto exemplificam o ciclo de ciência normal e revolução científica descrito por Kuhn. O conceito de ímpeto ofereceu uma nova perspectiva e uma solução potencial para as questões não resolvidas pelo paradigma anterior, refletindo o processo dinâmico pelo qual os paradigmas científicos evoluem e se transformam.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho visou explorar e contrastar as teorias do movimento de Aristóteles e João Filopono, analisando-as sob a perspectiva da teoria dos paradigmas de Thomas Kuhn. Embora outras teorias sobre o progresso científico também ofereçam contribuições valiosas para os debates em filosofia da ciência, a abordagem paradigmática de Kuhn se destaca como um alicerce essencial para a análise profunda e rigorosa de como esse progresso ocorre historicamente. Kuhn, ao propor um modelo que entrelaça paradigmas e revoluções científicas, fornece uma estrutura conceitual que possibilita uma compreensão mais completa e matizada das dinâmicas que permeiam a evolução do conhecimento científico.

Ao longo deste trabalho, foi demonstrado como a estrutura conceitual proposta por Thomas Kuhn possibilita uma análise detalhada de casos históricos específicos, como a transição paradigmática de Aristóteles para Filopono. Essa abordagem evidencia que o desenvolvimento das ideias científicas não ocorre de maneira linear e progressiva, mas por meio de processos complexos de acumulação de anomalias, crises paradigmáticas e subsequentes revoluções. Ao enfatizar a centralidade dos paradigmas dominantes e as transformações que ocorrem quando esses paradigmas são desafiados, a teoria kuhniana se estabelece como uma ferramenta indispensável para a compreensão das profundas mudanças que moldam o progresso científico.

A aplicação da estrutura kuhniana à análise histórica revela detalhes importantes para o contexto filosófico, histórico e intelectual das mudanças científicas. Através do estudo das contribuições de Filopono e sua influência na formação da mecânica clássica, foi possível se observar como as inovações científicas frequentemente surgem de tentativas de resolver crises dentro de paradigmas estabelecidos. Nesse sentido, Kuhn proporciona uma compreensão de que o avanço do conhecimento científico vai além da simples acumulação de descobertas, que o cientista não existe em vácuo e que este avanço na verdade envolve uma série de reconfigurações conceituais que transformam a própria maneira como a realidade é compreendida.

Por fim, é através da teoria de Kuhn que se destaca a importância de uma visão abrangente na análise da evolução científica. Ao reconhecer que as revoluções científicas não apenas modificam teorias e práticas, mas também reformulam os critérios de avaliação do conhecimento, Kuhn oferece um modelo que permite entender o progresso científico como um processo de mudança profunda e multifacetada. Seu enfoque proporciona uma base sólida para investigar as dinâmicas que influenciam a transformação da ciência ao longo do tempo,

contribuindo para uma compreensão mais detalhada e precisa das complexidades envolvidas na evolução do conhecimento científico.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARISTOTLE. *The Complete Works of Aristotle: The Revised Oxford Translation*. Princeton: Princeton University Press, 1991.
- CAMPOS, Alexandre. *A Teoria do Impetus de Nicole Oresme e a possibilidade do Movimento*. 2008. Dissertação (Mestrado em Filosofia) — Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.
- CAMPOS, Alexandre. *Algumas considerações sobre os movimentos dos corpos na Antiguidade e na Idade Média: a teoria do ímpeto e a inércia*. **Ensino & Multidisciplinaridade**, v. 8, n. 1, p. e0322, 1–11, 9 abr. 2022. Disponível em: [<https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/ens-multidisciplinaridade/article/view/18018>] Acesso em: 22 mai 2024.
- CAMPOS, Alexandre; RICARDO, Élio Carlos. *A complexidade do movimento local na física aristotélica*. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 2012.
- CHAUI, Marilena. *Introdução à história da filosofia: dos pré-socráticos a Aristóteles*. Volume 1. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.
- CLAGETT, Marshall. *The Science of Mechanics in the Middle Ages*. Madison: University of Wisconsin Press, 1959.
- COHEN, M. R.; DRABKIN, I. E. *A Source Book in Greek Science*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press; London: Oxford University Press, 1958.
- CROWE, Michael J. *Theories of the World from Antiquity to the Copernican Revolution*. New York: Dover Publications, 1990.
- ÉVORA, Fátima R. R. *A revolução copernicana-galileana*. Campinas: UNICAMP, Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência, 1988.
- ÉVORA, Fátima R. R. *Discussão Acerca do Papel Físico do Lugar Natural na Teoria Aristotélica do Movimento*. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, Campinas, Série 3, v. 16, n. 2, p. 281-301, jul.-dez. 2006.
- ÉVORA, Fátima Regina R. *O mundo materialmente uniforme de Filopono*. **Analytica**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 105-138, 2013.
- ÉVORA, Fátima R. R. *Natureza e Movimento: um estudo da física e da cosmologia aristotélicas*. **Cadernos de História da Filosofia e Ciências**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 127-170, jan.-jun. 2005.

- GONÇALVES, André Gustavo de Oliveira. *O movimento parabólico de projéteis: alcance e parábola de segurança*. 2012. Dissertação (Mestrado em Física) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.
- GRANT, Edward. *A History of Natural Philosophy: From the Ancient World to the Nineteenth Century*. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.
- GRANT, Edward. *Much Ado About Nothing*. Cambridge: Cambridge University Press, 1981.
- GRANT, Edward. *A Source Book in Medieval Science*. Cambridge: Harvard University Press, 1981.
- KUHN, Thomas S. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Tradução de Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. 12. ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.
- LINO, Alex; NEVES, Marcos Cesar Danhoni. *Um debate separado por 17 séculos: tradução comentada de um trecho da obra Questões sobre o oitavo livro de física de Aristóteles, por João Buridan*. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 11, n. 2, p. 255-266, Rio de Janeiro, 2018.
- MOODY, Ernest A. *Studies in Medieval Philosophy, Science, and Logic: Collected Papers 1933-1969*. Berkeley: University of California Press, 1975.
- OLIVEIRA, Mário J. de. *Theories of Motion and Matter from Aristotle to Galileo*. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2022.
- PEDUZZI, Luiz O.Q. *Evolução dos Conceitos da Física. Força e movimento: de Thales a Galileu*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.
- PEDUZZI, Luiz O.Q. *Física Aristotélica: por que não considerá-la no ensino da mecânica?* Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1996.
- PORTO, C.M. *A física de Aristóteles: uma construção ingênua?* **Revista Brasileira de Ensino de Física**. 2010.
- PHILOPONUS. *On Aristotle Physics 1.4-9*. Translated by Catherine Osborne. London: Bloomsbury Academic, 2009.
- WILDBERG, Christian. *John Philoponus*. In: ZALTA, Edward N. (ed.). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Winter 2021 Edition. Disponível em: [<https://plato.stanford.edu/archives/win2021/entries/philoponus/>.] Acesso em: 10 set. 2024.