

ARISTÓTELES E GALILEU: CRISE DE PARADIGMA E A CIÊNCIA MODERNA

Rogério Fernandes da Silvaⁱ

Renato da Silvaⁱⁱ

Resumo

O objetivo do artigo é discutir as influências de Aristóteles e Galileu na crise de paradigma oriunda da revolução copernicana, ou seja, discutir a mudança da ciência aristotélica, predominante nas universidades europeias, para uma ciência dita mais empírica e as crises institucionais que se seguiram a isso. Galileu e sua condenação foram a síntese das crises políticas de seu tempo, mas antes de tudo Galileu é um exemplo do filósofo natural que está na vanguarda das transformações, mas ainda preso ao pensamento medieval. Através das reflexões de Edward Grant, Thomas Kühn e das cartas de Galileu Galilei buscamos apresentar um panorama da crise do paradigma aristotélico-ptolomaico para o então emergente paradigma Copérnico. Esse momento de crise paradigmática é feito de acomodações, retrocessos momentâneos, conflitos políticos para consolidação da nova ciência.

Palavras-chaves: universidade, Idade Média, paradigma.

Introdução

A divulgação da história das ciências no Brasil é muito limitada. As publicações são para um público restrito isso devido ao pouco interesse fora da academia. No entanto com pessoas leigas ou mesmo com jovens graduados percebem-se o pouco conhecimento sobre certos rudimentos da ciência, e com isso, alguns preconceitos anticientíficos oriundos de uma má formação na educação básica, ou por posições ideológicas. Nos livros didáticos ainda é

possível ver informações equivocadas sobre história da ciência. E ainda nos projetos que se dignam a serem interdisciplinares ou transdisciplinares vemos que as disciplinas são ainda trabalhadas separadamente. A história e filosofia da ciência podem ajudar a construir projetos integradores, pois iremos desenvolver os conceitos dentro da ideia básica do que é a ciência. Proponho que na busca de nossas origens disciplinares comuns está o acesso interdisciplinar que tanto almejamos.

Para iniciar, é preciso ter uma noção de quem foi Aristóteles. Sua obra filosófica durante séculos influenciou as academias no ocidente europeu. O paradigma aristotélico foi fonte de diversos conflitos que aconteceram no século XIV, sendo que o caso Galileu é o mais conhecido. Este momento histórico é o que poderia se tratar como uma crise de paradigma, segundo a concepção de Thomas Kühn, que não foi resolvido na época de Galileu mais abre-se para o nascimento da ciência experimental. Escreve Kühn (2011) sobre o surgimento de um novo paradigma. Primeiramente precisamos ter a consciência da anomalia. Isto é, a crise da ciência estabelecida. Essa consciência de uma anomalia prévia, a emergência gradual e simultânea de um conhecimento tanto no plano conceitual como no plano da observação e a consequente mudança das categorias e procedimentos paradigmáticos – muitas vezes acompanhados por resistências (KÜHN, 2011, p.89). O problema da profissionalização: esta leva a uma imensa restrição da visão do cientista e a uma resistência considerável à mudança de paradigma (KÜHN, 2011, p.91). A anomalia parece contra o pano de fundo do proporcionado paradigma. Quanto maior a precisão e alcance do paradigma, tanto mais sensível este será como indicador de anomalias e, conseqüentemente, uma mudança de paradigmas (KÜHN, 2011, p. 92). Entretanto, a crise da ciência no século XVI foi envolvida por diversos assuntos políticos, que a primeiro momento parecem está fora do domínio dela, mas segundo Kühn a lógica da política não deixa de influência a formação das ciências.

Neste caso, pretende-se descrever as contribuições de Aristóteles para a ciência, analisar a revolução copernicana e a crise de paradigma na época de

Galileu. Para isso, faz-se necessário uma introdução ao pensamento de Aristóteles e sua obra.

Aristóteles e sua enorme influência

Antes de tudo é preciso entender que o termo ciência é praticamente novo na humanidade, nasceu no século XIX. No período anterior o estudo do mundo físico recebia o nome de filosofia natural (GRANT, 2009, p. 13). A filosofia natural se desenvolveu desde os primórdios da humanidade, quando o homem primitivo passava a entender a natureza, ao tentar domá-la e domesticá-la. Aristóteles nasceu em 384 a.C., na cidade de Estagira, na Macedônia. Estudou com Platão, sendo seu discípulo (GRANT, 2009, p.45). Aristóteles foi um dos pioneiros do estudo da biologia marinha, na Ásia Menor escreveu. Em 355 fundou o Liceu que rivalizava a Academia de Platão (GRANT, 2009, p. 46). No ano de 343 a.C. tornou tutor do filho de Filipe II, rei da Macedônia. A criança futuramente será conhecida como Alexandre, o Grande.

Aristóteles deixou uma obra vasta, com 46 títulos, sendo 16 considerados falsos por especialistas. Ao contar os trabalhos que sobreviveram e os que se perderam pela história, Aristóteles pode ter escrito cerca de 200 trabalhos. Entretanto, os especialistas fixam seus estudos em cerca de trinta obras consideradas genuínas, dos trabalhos que sobreviveram (GRANT, 2009, p.47). Existe uma controvérsia se Aristóteles realmente escreveu seus trabalhos, mas essa discussão foge muito a proposta desse artigo.

O legado textual de Aristóteles apresenta um pensador que não datava suas pesquisas, embora tentativas tenham sido feitas para sequenciar sua atividade de pesquisa, o enfoque dele ter sido um dos primeiros empirista parece ser apressado. Há argumentos que demonstraram que Aristóteles se moveu do empirismo para o platonismo (GRANT, 2009, p.51). Contudo no estudo que segue “[...] *a historia da filosofia natural, no qual Aristóteles é a figura suprema, tais problemas ao de pouca importância* (GRANT, 2009, p.51)”. Apesar de tudo, Aristóteles restringiu o escopo da filosofia ao subordiná-la como um ramo teórico abaixo da metafísica e da matemática, coisa que os escolásticos certamente

apreciaram (GRANT, 2009, p. 75). Sua influência e seus escritos foram enormes e já na Antiguidade comentavam seus trabalhos, que acabou sendo traduzido por cristãos nestorianos exilados na Síria e, depois, para árabe, fazendo surgir grandes comentadores de suas obras. Do árabe, os comentadores islâmicos acabaram influenciando a Europa Medieval e as universidades nascentes. Interessante notar que a influencia de Aristóteles no mundo islâmico não é tão grande assim. Houve resistência dos m teólogos mais ortodoxos aos comentaristas islâmicos, pois muitos dos comentários iam de encontro as ideias da cultura teológica islâmica. Pode-se dizer que os comentaristas islâmicos tiveram mais influência sobre o mundo cristão que o islâmico. Todavia, não há como negar a importância de Aristóteles dentro da civilização islâmica. Um dos comentaristas mais importante foi o Averrois, que a Península Ibérica marcou e espalhou para o resto da Europa suas obras. Entretanto, a filosofia natural de Aristóteles e a ciência grega não se difundiram na Europa antes do século XII. Contudo, os tratados de origem árabe e grega já eram conhecidos devido às traduções latinas. Aulas sobre Aristóteles já eram dadas nas universidades recentes europeias. A filosofia natural que dominará as universidades será a de Aristóteles. Sua ideia sobre um Deus, um ser imaterial de ato puro e perfeito, como um primeiro motor que causa os movimentos celestes agradava a comunidade acadêmica no período, claro que Aristóteles não tinha em mente a lei da gravitação, descoberta muito depois (ADLER, 2014, p.185). Entretanto, sua influência começa a diminuir conforme o paradigma Aristotélico começa a ser colocado em xeque pelo o que comumente será chamado de Revolução Copernicana. Uma mudança no paradigma começa

À época de Copérnico o sistema aristotélico-ptolomaico, apesar de ser aceito e imposto pela grande maioria dos estudiosos de astronomia, enfrentava uma série de dificuldades. Alguns problemas não podiam ser resolvidos dentro das condições dadas pelo paradigma dominante. Eis alguns deles; 1. oferecer uma explicação convincente sobre o movimento retrógrado dos planetas; 2. explicar porque Vênus e Mercúrio são vistos em oposição ao Sol; 3. explicar Marte, Júpiter e Saturno podiam ser vistos em oposição ao Sol; 4. explicar a ordem de afastamento dos planetas com relação ao Sol.¹

¹ ZANETIC, João. A revolução copernicana . Trechos das notas de aula de Gravitação. Disponível em: <toa.usp.br/daros/files/2856/16412/RevolucaoCopernicana.pdf>. Acesso em 20/07/2016.

Nota-se que a revolução copernicana está relacionada à astronomia e que acabava com o geocentrismo, da Terra estacionada no universo e sendo seu centro, o valor disso pode ser questionado, se ao retiramos a Terra de seu lugar fosse o ponto central dessa de uma crise paradigmática. A astronomia da Renascença era uma ciência para a forma prática, para solução dos problemas principalmente relacionados à navegação, era o período das grandes Navegações. Contudo,

O sistema copernicano precisava ser articulado para que saísse vitoriosos no confronto com os aristotélicos. Como já observamos o paradigma aristotélico-ptolomaico consistia-se não apenas num dogma científico, era também um dogma da Igreja, e esta tinha, nessa época, muito mais poder e influência de que tem hoje. Assim, pelo mais diversos motivos, científicos, estéticos, ideológicos, etc, os seguidores de Copérnico tiveram que lutar muito, criar ainda mais, para levar a carruagem para seu destino. Destino, aliás, que preocupava o próprio Copérnico [...] (*idem*)

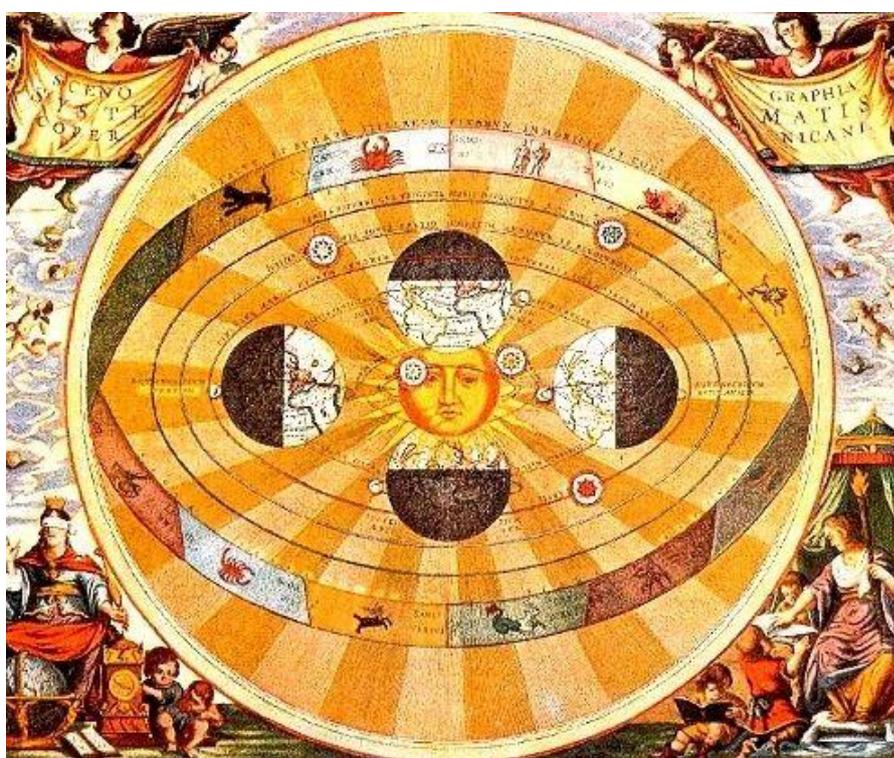
Nesse momento, pode-se apontar Galileu Galilei como um divisor de águas entre o mundo aristotélico e o nascimento de uma nova ciência. Portanto do nascimento de um novo paradigma. A anomalia diante do pensamento aristotélico parece contra o pano de fundo do proporcionado novo paradigma Copérnico.

Galileu Galilei, um cientista em meio à tempestade

No final do século XVI, especificamente em 1572, um astrônomo dinamarquês Tycho Brahe tentou acomodar as ideias de Copérnico com o do paradigma ptolomaico de terra estacionária com os movimentos dos corpos celeste da nova ciência emergente. Porém, as coisas já não podiam ser mais as mesmas diante das novas descobertas. O século XVII mudou o mundo com suas inovações artísticas, matemáticas e astronômicas. O pintor Caravaggio, o matemático Kleper², o médico Harvey, Newton e outros se juntam a Galileu nas

² Kleper descobriu uma lei que estabelece conexão em que respectivos planetas descrevem a sua orbita (WHITEHEAD, 2006, p.49)”

revoluções do século XVII. Quem era Galileu? O professor matemático³ Galileu⁴ ocupava uma cadeira na universidade de Pádua, nessa época beirava aos 40 anos. Lembrando que ao pensarmos sobre Galileu imaginamos como prodígio reconhecido mundialmente e aceito por todos. Hoje sua natureza mítica, no sentido, de que para muitos, ele é o arquétipo ocidental da luta entre ciência e religião. Ele é um dos pilares da ciência moderna tenta nublar a verdadeira pessoa, inserido em seu tempo e relativamente desconhecido, tendemos ao anacronismo quando formulamos sobre sua real pessoa.



Modelo Copérnico de Universo
Ilustração de Andreas Cellarius (1596 – 1665)
Livro *Harmonia Macrocosmica* (1660)

Em 1604, havia sido observada uma nova luz no mês de outubro, a discussão começou e os astrônomos não sabiam como definir, era ou não uma

³ A astronomia era considerada como ramo da matemática, então era comum os astrônomos da época ser chamados de matemáticos.

⁴Também era físico, astrônomo filósofo e literato.

estrela? Se fosse mudaria as concepções aristotélica-ptolomaicas vigentes de corpos celestes fixos. No início do século XVII ainda não havia ainda argumentos a favor do sistema Copérnico. Embora não houvesse instrumentos de precisão para medir as distâncias celestes o movimento das estrelas era uma ideia contrária da imutabilidade das estrelas. Galileu definiu-a como uma nova estrela, com isso Galileu ia contra a opinião dominante. As críticas de Galileu para que houvesse uma compreensão da existência de corpos variáveis, como fora descoberto através da observação também eram críticas ao ambiente acadêmico da época.

Influenciado pelo seu mentor Francesco Buonamici, Galileu acreditava em respeitar o papel fundamental da experiência e estabelecer regras para conhecer os fenômenos. Na revista da *Scientifican American*, num especial sobre Galileu Galilei⁵, fica estabelecido no seu segundo capítulo “o mundo sensível”, escreve o autor que o problema estava de que a filosofia natural não deveria mais prescindir da Metafísica para explicar os fenômenos. Lembremos essa separação já era observada há algum tempo pela academia, segundo Edward Grant. Tal observação com ênfase na Metafísica não explica bem a questão da crise de paradigma dos séculos XVI e XVII. Provavelmente, a crise geral não está numa competição entre a Metafísica e a Filosofia Natural, mas na ruptura com o pensamento aristotélico provocado pela astronomia e a nova matemática. O pensamento do filósofo da Antiguidade havia se tornado autoridade incontestável, portanto, estagnado. Aristóteles havia se tornado um dogma.

Segundo o professor de matemática Alfred North Whitehead (1861-1947) são três os fatores que chamam atenção para a mudança de paradigma que acontece no século XVI: o aparecimento da (nova) matemática; a crença em uma ordem na natureza; e o racionalismo da alta Idade Média (WHITEHEAD, 2006, p. 57). Esses fatores levam ao abandono dos antigos métodos para o estudo baseado em dados empíricos.

Em suas cartas e anotações, percebe-se que Galileu rompe com a proibição de comentar assuntos teológicos e pretende defender o sistema de

⁵ No qual, são baseadas as diversas informações deste artigo.

Copérnico a luz da Bíblia. Sua defesa é católica e ele faz isso numa época de Reforma Protestante, onde os ânimos políticos estão exaltados. Segundo essa defesa que transparece nas cartas, a interpretação de uma Terra estacionária com os astros girando ao seu redor seria um engano. Não que a Bíblia estivesse errada, mas seus interpretes que se enganaram

Os pormenores que V.P. disse, referidos pelo Sr. Arrighetti, me deram ocasião de voltar a considerar em geral algumas coisas a respeito de trazer a Sagrada Escritura em discussões de conclusões naturais; e algumas outras em particular sobre a passagem de Josué, proposta-lhe pela grã-duquesa mãe, como contradição à mobilidade da Terra e estabilidade do sol, com alguma réplica da Sereníssima Arquiduquesa (GALILEI, 2009, p.18).

A passagem de Josué, no livro de juízes, sobre o Sol parando a pedido do Juiz de Israel numa batalha é citada, como um exemplo da incompatibilidade com o heliocentrismo. Para Galileu a “*Sagrada Escritura não mentir ou errar*” (*Idem*, p.18);

Donde, assim como na Escritura encontram-se muitas proposições, as quais, quanto ao sentido nu das palavras, têm aparência diversa do verdadeiro, mas foram apresentadas deste modo para acomodar-se à incapacidade do vulgo, assim, para aqueles poucos que merecem ser separados da plebe, é necessário que os sábios expositores mostrem os sentidos verdadeiros e acrescentem-lhes as razões particulares por que foram proferidas sob tais palavras (GALILEI, 2009, p.19).

Galileu expõe que as Escrituras são de difícil entendimento é que não dá “plebe” entendê-la completamente. Temos, então, uma controvérsia teológica também, é um problema matemático, mas também uma querela teológica sobre a devida interpretação da Bíblia no seio católico. Tal atitude de Galileu aumentou o ataque de seus adversários. Inclusive, nos sermões de missa, havia acusações as suas ideias. Galileu se defende em suas cartas. Claro que as acusações de que estava ultrapassando os limites de um filósofo natural pesaram em sua condenação pelo Santo ofício.

Edward Grant, em sua obra “História da Filosofia Natural: *do mundo antigo ao século XIX*” deixa claro que uma das proibições:

Certas características da universidade medieval mostraram-se prejudiciais à mescla de teologia e da filosofia natural. Nas universidades medievais, elas eram ensinadas em duas faculdades distintas, na primeira faculdade de teologia e a segunda na faculdade de artes. Os professores de artes não eram instruídos na teologia e raramente introduziam problemas teológicos em suas aulas e seus escritos. Como se para reforçar essa tendência, a faculdade de artes da Universidade de Paris, que começara em 1272, exigia de todos os mestres que fizessem um juramento de que não introduziriam problemas teológicos em suas discussões (GRANT, 2009. p. 322).

Durante o século XIV, as discussões teológicas envolvendo a filosofia natural eram desencorajadas. Com algumas exceções, a filosofia natural no final da Idade Média era considerada um ramo independente. A finalidade da filosofia natural aristotélica era explicar os fenômenos sem recorrer a fontes sobrenaturais. Mas dos meados do XV em diante a filosofia natural de Aristóteles acaba tendo um poder parcial dentro da academia, pois novos textos gregos são introduzidos na Europa, e com isso surgem teorias rivais ao aristotelicismo entre elas o platonismo, estoicismo, neoplatonismo, hermeticismo e, finalmente, o copercianismo (GRANT, 2009, p. 354). A época da reforma também é um momento de contestação à filosofia naturalista escolástica aristotélica predominante nas universidades católicas. Nos séculos seguintes, o poderio da filosofia aristotélica estava reduzido, porém, mesmo na Alta Idade Média já existiam críticas sem antes derrubar seu poder, entretanto, as novas invenções, como o telescópio, e inovações matemáticas quebraram de vez com a velha escolástica. O século XVII é o século dos gênios (Galileu, Kleper, Bacon, etc) que sepultam o mundo acadêmico da Alta Idade Média.

Lembrando que o Aristotelismo estava entrincheirado nas universidades católicas europeias, nele acreditava-se que a Terra era o entro do universo, visto como corpos pesados se congregam. O fato de que a Terra ser de uma matéria mais pesada atraía os corpos (a terra é mais pesada que o ar, água ou o fogo). E isso explicava segundo Aristóteles, porque a terra deveria ser um corpo imóvel no universo (DANIELSON, 2009, p. 72). Sobre a suposta valorização da Terra, que muito dos admiradores da Revolução Copernicana, parece que os filósofos naturais pré-Copérnicos viam como um centro rude e sujo do que objetivam a Terra como o local máximo da criação. Com a libertação da Terra do seu centro

e a promoção do Sol, Copérnico dava uma nova dignidade a terra e transformava em uma estrela. Então o status da Terra no pensamento ptolomaico estava voltado para sua humildade. O *clichê* da importância do desalojamento da Terra do centro do universo parece ter surgido 100 anos após. Esse mito é muito bem aceito, amado e ampliado pelo Iluminismo ansioso em combater o poder cultural da Igreja. Ao que tudo indica, a verdadeira crise está no desaparecimento do apego à filosofia natural aristotélica.

Conclusão

A filosofia natural aristotélica entra na Europa através do contato com os comentaristas árabes. Porém, o naturalismo de Aristóteles acabou encontrando resistência dentro da teologia ortodoxa muçulmana. Hoje esses comentaristas são mais conhecidos no Ocidente que em seus próprios locais. Foram os ocidentais que preservaram, difundiram e ampliaram o valor desses comentaristas. Esses mesmos ocidentais também deram um status de valor enorme a Aristóteles que acabou nos séculos XVI e XVII sendo este ponto para a crise de paradigma da ciência, que avançava com a matemática.

Galileu Galilei foi um personagem histórico em meio à crise do paradigma e dos conflitos político-sociais que em parte envolviam diretamente a concepção de ciência da academia. Sua interpretação bíblica entrava em choque com a hierarquia católica que lutava contra a Reforma Protestante. A ciência nunca é isenta, sempre é influenciada pelos aspectos políticos de seu tempo. A Reforma também era uma oposição ao mundo acadêmico escolástico das universidades católicas dominadas pelo aristotelismo. Sua interpretação teológica ia de encontro com velhas proibições, e logo, por sair de seu papel *strictu* de filósofo natural alcançou a aura de heresia, levando a condenação de suas ideias.

BIBLIOGRAFIA

ADLER, Mortimer J. *Aristóteles para todos: introdução simples a um pensamento complexo*. São Paulo: É realizações, 2014.

NOUVEL, Pascal. *Filosofia da Ciência*. Campinas: Papyrus, 2013.

GALILEI, Galileu. *Ciência e fé: Cartas de Galileu sobre o acordo do novo sistema Copérnico com a Bíblia*. 2.ed. São Paulo: UNESP, 2009.

GALILEU: o ombro gigante da física. *Scientific American Brasil*. São Paulo: Duetto Editorial, 2012.

GRANT, Edward. *História da Filosofia Natural: do mundo antigo ao século XIX*. São Paulo: Masdras, 2009.

HARRISON, Peter. *Ciência e Religião*. São Paulo: Ideias e Letras, 2010.

NUMBER, Ronald L (org.). *Galileu na Prisão: e outros mitos sobre ciência e Religião*. Lisboa: Gradiva, 2012.

KÜHN, Thomas. *A estrutura das revoluções científicas*. 11ed. São Paulo: Perspectiva, 2011.

WHITEHEAD, Alfred North. *A ciência e o mundo moderno*. São Paulo: Paulus, 2006.

ⁱ Doutorando no programa de Pós-graduação em Humanidades, Culturas e Letras (UNIGRANRIO) onde desenvolve um projeto de tese sobre YouTube, Cibercultura, Ciência, Ateísmo e Religião. Tornou-se mestre em Ciências da Religião pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) onde estudou secularização e redes sociais virtuais. Possui licenciatura plena em História e especialização em História do Brasil ambos pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

ⁱⁱ Atualmente é professor adjunto doutor I da Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO), atuando no curso de graduação em Pedagogia e História e no Mestrado Acadêmico em Humanidades, Culturas e Artes da Escola de Educação, Ciências, Letras e Humanidades. Membro do Comitê de Ética e Pesquisa da UNIGRANRIO. Membro Pesquisador da Academia Paralímpica Brasileira. Bolsista de Produtividade em Pesquisa 1A - UNIGRANRIO / FUNADESP.