



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

GIULIANO AGOSTINHO RIDOLFI

**Da ciência helênica às heresias do renascimento:** as contribuições de Giordano Bruno e Galileu Galilei

Maringá  
2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

GIULIANO AGOSTINHO RIDOLFI

**Da ciência helênica às heresias do renascimento:** as contribuições de Giordano Bruno e Galileu Galilei

Monografia apresentada ao Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá, como requisito para o cumprimento da disciplina anual referente ao Trabalho de Conclusão de Curso.  
Área de concentração: Ciências exatas

Orientador: Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves

Maringá  
2013

GIULIANO AGOSTINHO RIDOLFI

**Da ciência helênica às heresias do renascimento:** as contribuições de Giordano Bruno e Galileu Galilei

Monografia apresentada ao Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá, como requisito para o cumprimento da disciplina anual referente ao Trabalho de Conclusão de Curso.

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves

---

Prof. Dr. Breno Ferraz de Oliveira

---

Prof. Me. Daniel Gardelli

---

Maringá  
2013

Dedico o trabalho a todos aqueles que me ajudaram na construção deste resgate histórico, e em especial ao meu orientador, por tê-lo viabilizado.

“O bom-senso é a coisa do mundo mais bem distribuída: todos pensamos tê-lo em tal medida que até os mais difíceis de contentar nas outras coisas não costumam desejar mais bom-senso do que aquele que têm.”

(<http://pensador.uol.com.br/frase/MTE5Mzg/>)

(RENÉ DESCARTES)

**Da ciência helênica às heresias do renascimento:** as contribuições de Giordano Bruno e Galileu Galilei

### **RESUMO**

Este estudo apresenta e analisa relatos de alguns historiadores modernos, medievais e antigos no que concerne à desconstrução do modelo cosmológico aristotélico escolástico e à sua substituição, esta motivada pela obsolescência das antigas doutrinas, pela metafísica de Giordano Bruno, bem como a física matemática de Galileu Galilei, ambas renunciadas nas inferências heliocêntricas de Nicolau Copérnico.

**Palavras chave:** Giordano Bruno. Nicolau Copérnico. Galileu Galilei. Cosmologia Aristotélica. Doutrina Escolástica. Inquisição. Renascimento.

**From the Hellenic Science to the heresies of the Renaissance: the contributions of Giordano Bruno and Galileo Galilei**

***ABSTRACT***

This review presents and analyses some reports of several modern, medieval and antique historians concerning the deconstruction of the scholastic Aristotelian cosmological model and its replacement, this one motivated by the obsolescence of the old doctrines, by the Bruno's metaphysics as well as the Galileo's mathematical physics, both prognosticated in the heliocentric speeches by Copernicus.

***Keywords:*** Giordano Bruno. Nicolaus Copernicus. Galileo Galilei. Aristotelian Cosmology. Scholastic Doctrine. Inquisition. Renaissance.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – O modelo de Filolau.....	56
Figura 2 – O modelo de Heráclides.....	56
Figura 3 - O universo aristotélico disposto em esferas concêntricas.....	57
Figura 4 – O deferente e o epiciclo.....	58
Figura 5 – Equante, epiciclos e excêntrico.....	58
Figura 6 – Nicolau Copérnico.....	59
Figura 7 – O modelo copernicano.....	60
Figura 8 – Giordano Bruno.....	61
Figura 9 – Galileu Galilei.....	61

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	DESENVOLVIMENTO TEÓRICO.....	11
2.1	A astronomia na Antiguidade.....	11
2.1.1	O nascimento e evolução da astronomia grega.....	11
2.1.2	Aristóteles de Estágira.....	15
2.1.3	O modelo aristotélico.....	16
2.1.4	O modelo ptolomaico.....	20
2.2	Cosmologia na Idade Média tardia.....	21
2.2.1	Os precedentes da revolução científica do fim da Idade Média.....	21
2.2.2	Uma apresentação de Nicolau Copérnico.....	24
2.2.3	Motivações copernicanas à crítica do modelo ptolomaico.....	25
2.3	Giordano Bruno.....	26
2.3.1	Bruno: do nascimento à condenação.....	26
2.3.2	Introdução à doutrina bruniana.....	34
2.3.3	O universo acêntrico e infinito.....	35
2.3.4	A influência de Nicolau de Cusa sobre Bruno.....	40
2.4	Galileu Galilei.....	42
2.4.1	Descrição biográfica de Galileu.....	42
2.4.2	A contribuição do pisano.....	47
3	CONCLUSÃO.....	53
4	REFERÊNCIAS.....	55
5	ANEXO – Ilustrações e imagens diversas.....	57

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho se propõe a traçar um perfil da evolução das concepções astronômicas e da mecânica celeste ao longo de aproximadamente dois milênios a partir do século VII a. C, que remonta aos primeiros pré-socráticos. Por mais que seja de conhecimento comum que os povos antigos tenham, de uma maneira geral, se voltado aos céus para lhes atribuírem um caráter fantástico e, assim, construírem a sua mitologia, uma atenção especial deve ser dada aos astrônomos gregos deste período (cuja civilização se estendia territorialmente desde o leste do que hoje é a Espanha até a porção oeste da costa do Mar Negro, ocupando também parte do Norte Africano e a porção sul da Península Itálica), que faziam o uso de uma geometria matemática axiomática capaz de prever os movimentos celestes de maneira a impor regularidade anual às estações ou mesmo definir os períodos semanais e mensais segundo as fases lunares.

Os primeiros modelos cosmológicos denominados pitagóricos eram essencialmente geocêntricos e advogavam a imobilidade terrestre. No entanto, dentro da escola pitagórica é que se haveria de encontrar o primeiro modelo cuja Terra não é imóvel. Apesar do que parece ser uma revolução em direção à descrição mais verossímil do universo tal qual se conhece atualmente, o modelo descrito pelo pitagórico Filolau foi aparentemente elaborado frente às exigências de perfeição numérica impostas por Pitágoras. Modelos heliocêntricos também foram cogitados neste período, ainda que em alguns destes a Terra continuasse no centro do universo e somente alguns planetas revolucionavam em torno da grande estrela. A fase final da astronomia grega é protagonizada por Ptolomeu, cujas ideias foram acessadas no período medieval por meio de sua compilação realizada por alguns eruditos islâmicos de origem ibérica, a exemplo de Avicena e de Averróis, o *Almagesto*. A astronomia ptolomaica resgata a matemática platônica, introduzindo movimentos circulares às trajetórias já circulares que realizavam os astros em seu modelo, de forma a preservar as aparências daquilo que se observava acontecer nos céus.

Dedica-se, também, durante esta dissertação, um capítulo à vida de Aristóteles, pelo fato de ser com base nas ideias deste filósofo a construção da mecânica celeste que imperava no período medieval. Sendo os mosteiros os últimos redutos de preservação das obras dos grandes filósofos da Antiguidade, é por meio de um Aristóteles já corrompido pelas interpretações escolásticas da Idade Média, que toda a metafísica deste período haveria de se basear. Por outro lado, a refutação de um modelo parece oportuna com a sua obsolescência em relação às demandas de uma sociedade cuja física gradualmente se distanciava da

necessidade última da resolução de problemas cotidianos da vida burguesa e se mostrava cada vez mais curiosa em relação à ampla mecânica dos planetas e satélites, o que certamente exigia uma readequação das dimensões espaciais de absolutamente tudo que fosse matéria: o homem, que segundo os medievais era criado à imagem e semelhança de Deus, tornava-se desprezível e desimportante.

Dos importantes eruditos da Idade Média tardia, o presente trabalho se volve, sobretudo, a Nicolau Copérnico, Giordano Bruno e Galileu Galilei, sendo a esses dois últimos voltada uma atenção especial, uma vez que dois capítulos exclusivamente dedicados às suas respectivas biografias estão presentes nesta dissertação.

A abordagem dada a Bruno diz respeito às suas refutações do modelo cosmológico aristotélico medieval, desconstruindo a metafísica escolástica segundo a qual o universo estaria disposto em camadas concêntricas. Nicolau de Cusa, eclesiástico alemão anterior a Bruno, antecipa algumas ideias, quiçá de forma tímida e ambígua, acerca da pluralidade de mundos, por meio das quais Bruno formaria sua própria metafísica. A biografia de Bruno vem a calhar com o objetivo de se mostrar que o nolano se fez proeminente no contexto filosófico renascentista também devido a seu caráter obstinado e contestador, desafiando uma ordem eclesiástica há muito assentada e disseminada como verdade indelével.

Ao se voltar a Galileu, a dissertação se torna mais técnica do ponto de vista da mecânica, sem, contudo, divergir do foco do trabalho. Afinal, é por meio da desconstrução de uma física que já reclamava um formalismo em sua abordagem observacional e matemática, que o cientista pisano se desponta. Sendo assim, já se torna possível a explicação de uma mecânica celeste coerente com conceitos de aceleração – variação da velocidade com o tempo – e algo que mais tarde Descartes chamaria de inércia. A formalização da invenção do telescópio também é mencionada, dada sua importância à refutação de um universo construído exclusivamente a partir de especulações e deduções lógicas estruturadas em premissas e conclusões, e não a partir da observação direta dos fenômenos.

Com isso, pretende-se traçar um perfil histórico das redefinições dos conceitos ligados à astronomia e à cosmologia mediante inferências de autores diversos, que por vezes se confrontam em relação a determinado tema. Com este recorte, intenta-se mostrar aqui uma análise pessoal dessas transformações, ainda que ligada severamente à disposição cronológica dos fatos.

## 2. DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

### 2.1 A astronomia na Antiguidade

#### 2.1.1 O nascimento e evolução da astronomia grega

A primeira fase da astronomia grega é protagonizada pelos pré-socráticos, os quais se ocupavam em compreender as variações cíclicas que se percebiam nos céus. Entre eles, pode-se destacar Thales de Mileto, Anaximandro, Pitágoras de Samos e Anaxágoras (ÉVORA, 1988). A maioria do conteúdo da astronomia grega primitiva pôde ser acessada por meio dos escritos de Aristóteles e de um discípulo seu, Teofrasto, do qual se encontram outros escritores em compilações mais recentes.

Ainda que se use de forma intercambiável o termo astronomia ou cosmologia para se dar nome às investigações celestes que se faziam na Antiguidade, é sustentada pelo filósofo contemporâneo Thomas Kuhn a distinção entre as “ciências” mesmo nesse período: “os cientistas helenísticos aceitavam sem nenhum mal-estar aparente uma tática e parcial separação entre astronomia e cosmologia” (ÉVORA, 1988, p. 48). Humberto Antonio de Barros-Pereira cita, em um artigo publicado em 2011, a concepção de Duhem, na qual a astronomia se conectava diretamente à geometria, tendo Eudoxo e Calipo como seus principais representantes; por outro lado, a cosmologia, esta atribuída sobretudo a Platão e Aristóteles, se preocupava com a natureza dos corpos e com a causa dos seus movimentos (BARROS-PEREIRA, 2011).

Para Fátima Évora, o historiador Arthur Berry (ÉVORA, 1988) chega a pontuar que um efetivo progresso astronômico só teria ocorrido a partir de Pitágoras de Samos e os pitagóricos. O sistema construído pelo próprio Pitágoras dispunha a Terra no centro do universo, em torno do qual as estrelas fixas giravam. O Sol, a Lua e os demais planetas também giravam, mas em sentido oposto à rotação diária das estrelas.

A Filolau é, por vezes, atribuída a autoria da primeira proposição de um movimento terrestre circular<sup>1</sup>, a despeito de alguns autores o atribuírem a Hicetas de Siracusa, também da escola pitagórica. Neste modelo, o universo consistia de uma grande esfera giratória na qual estavam as estrelas incrustadas, e, em seu centro se situava o Altar de Zeus, sob a forma de uma bola de fogo. Todos os astros descreviam um movimento circular em torno desse fogo

---

<sup>1</sup> Figura 1 – O modelo filolaico

central, inclusive aquele chamado de *antichton*, ou Antiterra. A razão a que se deve a implantação de um décimo astro – sendo os outros nove: Sol, Lua, Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno e a esfera das estrelas fixas – neste modelo cosmológico era puramente a fim de preservar a perfeição numérica dos pitagóricos, para eles contida no número dez, uma vez que este astro não tinha existência sensivelmente documentada, sendo sua invisibilidade justificada de acordo com a posição visualmente desprivilegiada do ser humano neste modelo de universo. Para Danhoni Neves, o sistema filolaico é “um modelo *ad-hoc*, cunhado para se moldar à exigência da perfeição pitagórica” (NEVES, 2011, p. 172), e não se atenta à fenomenologia observacional.

Évora não descarta a possibilidade de a implantação da Antitetra ser creditada à preservação da fenomenologia cosmológica. Em um trecho de a obra *De Caelo*, Aristóteles afirma que alguns pitagóricos teriam introduzido o décimo astro em virtude “de os eclipses da Lua serem mais frequentes que os do Sol: pois, além da Terra, cada um destes corpos móveis podem obstruí-la” (ÉVORA, 1988, p. 15). No entanto, para a autora, o estagirita torna claro o quanto os pitagóricos punham a preservação da estética matemática em detrimento da fenomenologia, esta última característica essencialmente atribuída aos peripatéticos. Vale frisar que Aristóteles desconstrói a música contida na harmonia das estrelas, sustentada pelos pitagóricos: em seu *De Caelo* (ROSS et al, 1930), o filósofo afirma ser um absurdo considerar que a harmonia dos céus, embora contida nos movimentos dos astros, possa produzir música, e que, devido às proporções gigantescas dos corpos celestes, esta música não se manifeste sob a forma de um ruído muito mais destrutivo que os trovões, estes capazes de explodir rochas e outros corpos muito resistentes.

Pitágoras influenciou até mesmo Platão, futuro tutor de Aristóteles, vendo-se no modelo cosmológico platônico aquele ideal pitagórico segundo o qual os números e a geometria das coisas deveriam determinar a natureza de seus movimentos, e que a esfera e o movimento circular corresponderiam, respectivamente, ao mais perfeito dos corpos e ao mais perfeito dos movimentos.

Segundo a divisão contemporânea dos saberes, as ideias de Platão continham em si muito mais meditações filosóficas que uma ciência sistemática. No entanto, o início das investigações astronômicas se deve à questão talvez por ele levantada, sobre quais deveriam ser os movimentos celestes que dessem conta de *explicar as aparências* (ÉVORA, 1988). Porém, essa pergunta, sobre “quais são os movimentos circulares, uniformes e perfeitamente esféricos que convém tomar como hipótese, a fim de poder salvar as aparências apresentadas pelos planetas” (BARROS-PEREIRA, 2011, p. 1), tem a autoria atribuída a Posidônio,

contrariamente ao que foi escrito no *De Caelo* de Aristóteles, segundo o qual Platão a teria formulado.

No modelo cosmológico platônico, o universo seria um globo perfeitamente esférico, localizando-se a Terra em seu centro. Também esférica, esta permaneceria imóvel, em torno da qual girariam os demais corpos celestes. Estes, por sua vez, seriam carregados por uma imensa esfera, num movimento que Platão chamou de “movimento do Mesmo”; individualmente, cada um deles apresentaria um movimento, também circular e uniforme, sobre o plano equador do universo, e a este movimento Platão chamou de “movimento do Outro”. Se a geometria do movimento desses planetas fosse descrita por um desenho, ver-se-ia uma trajetória que, apesar de não-circular, era composta de movimentos circulares uniformes, preservando, assim, o ideal platônico de perfeição.

É interessante mencionar que alguns conceitos precursores do heliocentrismo copernicano, que só viriam à tona após a refutação do modelo de Aristóteles, já se faziam presentes entre os filósofos gregos da Antiguidade. Dentre eles, se destacam Heráclides de Pontos, contemporâneo de Aristóteles, e Aristarco de Samos.

O modelo de Heráclides<sup>2</sup> se tratava de uma teoria semi-heliocêntrica, dispendo a Terra, que girava em torno do seu próprio eixo, no centro do universo. Mercúrio e Vênus giravam em torno do Sol, e este, por sua vez, assim como os demais planetas, girava em torno da Terra.

A solução de Aristarco para os movimentos celestes consistia num modelo heliocêntrico de fato. Segundo este, a Terra revolvía em torno do Sol, que se situava no centro do universo, limitado pela esfera das estrelas fixas. Para Aristarco (ÉVORA, 1988), esta esfera era muito grande, de modo que a grandeza da distância entre o centro desta e a Terra era comparável à grandeza da distância entre a Terra e a porção limítrofe da esfera. A descrição da sua cosmologia encontrava um forte suporte na matemática e na geometria euclidiana. Por exemplo, filósofo tratava, em virtude de suas aproximações, a Terra como ponto e centro em relação à órbita em torno da qual a Lua revolucionava, e assim também explicava a ausência de paralaxe estelar: o padrão visual das estrelas fixas deveria se manter igual para um observador na Terra em qualquer período de sua revolução, dado que a distância entre o planeta e a esfera das fixas seria incomparavelmente maior que as proporções terrestres.

---

<sup>2</sup> Figura 2 – O modelo de Heráclides

Mesmo que os modelos heliocêntricos tenham sido cogitados durante a Antiguidade, a recorrência ao geocentrismo perdurou até o fim da Idade Média também devido à impossibilidade de se explicarem alguns fenômenos, cuja observação era limitada pelas dificuldades práticas da época. A Apolônio de Pérgamo (NEVES, 2011) deve-se creditar a introdução do deferente e do epiciclo ao movimento da Terra, dando conta, assim, de explicar as retrogradações planetárias, variação de brilho dos astros e as irregularidades temporais nos períodos de revolução ao longo da eclíptica. A ele também se deve a aplicação de círculos excêntricos móveis a Marte, Júpiter e Saturno, para corrigir as irregularidades desses planetas, não explicadas somente pela introdução dos excêntricos à Terra.

Hiparco de Niceia, nascido no ano da morte de Apolônio, foi responsável pelo modelo que, levando em consideração as quatro estações, punha a Terra no centro de um deferente sobre o qual, por sua vez, revolucionava um epiciclo. O Sol, sobre esse epiciclo, estava descentrado em relação à Terra, motivo pelo qual Hiparco conseguiu demonstrar a existência do periélio e do afélio (correspondentes às distâncias mínima e máxima em relação à Terra, respectivamente).

Finalmente, Cláudio Ptolomeu, nascido no segundo século depois de Cristo, foi o responsável pela compilação da cosmologia dos filósofos gregos prévios numa obra cujo título, após sucessivas corrupções devidas às traduções ao longo da história, chegaria até a contemporaneidade sob o nome de *Almagesto*. Nesta obra, Ptolomeu emprega a ciência fenomenológica observacional trazida de Aristóteles e o tratamento matemático de Platão.

Para Évora (1988), existe uma divergência entre as opiniões de Kuhn e Crombie, também filósofo contemporâneo da ciência, sobre o tema: o primeiro sustenta a opinião de que a matemática usada no modelo ptolomaico era a fim de preservar as aparências, não servindo apenas de meandro para uma investigação fenomenológica, pondo, portanto, a lógica em detrimento da observação da realidade; por outro lado, a autora parece concordar com o segundo, que afirma que Ptolomeu

foi guiado, parece, não por um critério arbitrário [para a suposição inicial de um universo esférico e móvel, em cujo centro estaria a Terra, imóvel], mas antes por considerações físicas e metafísicas, as quais ele via como empiricamente testadas 1 (ÉVORA, 1988, p. 48)

Ou seja, Ptolomeu teria considerado, em primeiro lugar, as premissas acerca do funcionamento da mecânica celeste a partir de supostas observações já executadas, para a

construção da sua cosmologia, ao invés de forjá-las por necessidades matemáticas. O modelo de Ptolomeu se caracteriza sobretudo pela introdução de um *ponto equante* e pela refutação das esferas concêntricas encontradas nos platônicos.

Foi descrito, neste capítulo, o processo de amadurecimento da filosofia e da ciência gregas – completamente interconectadas – voltadas à descrição de uma dinâmica cosmológica satisfatória segundo as necessidades concernentes ao seu respectivo contexto.

Os modelos aristotélico e ptolomaico serão mais bem explicados no decorrer deste trabalho, pela relevância que tem o primeiro para a metafísica medieval, e por aquela que tem o segundo para a construção do sistema copernicano.

### 2.1.2 Aristóteles de Estágira

Aristóteles nasceu em Estágira, na costa do mar Egeu, em 385 a.C., filho de Pitias e Nicômaco, médico pessoal do pai de Felipe da Macedônia. Graças a isso, Aristóteles e seus pais se mudaram para a capital da Macedônia, Péla.

Os pais do estagirita morreram precocemente, deixando o jovem sob os cuidados dos amigos da família, especialmente de Proxenos de Artanea.

Aristóteles ingressou, aos dezessete anos, na Academia – nome da escola dedicada a Platão, o herói Academos –, que, sob muitos aspectos, assemelhava-se a uma universidade: contava com uma biblioteca, um refeitório, alojamentos para estudantes, um museu e um bosque de oliveiras. A organização que dispunha a Academia pode ter sido o motivo pelo qual a escola tenha perdurado por quase novecentos anos (NEVES, 2008). De acordo com a cronologia de Apolodoro (LAÉRCIO, 1925), Platão teria feito de Aristóteles seu tutelado durante vinte anos, chegando mesmo até a morarem juntos.

Polemiza-se em torno da ruptura de Aristóteles com o seu mestre, Platão. Diógenes Laércio, também filósofo grego da Antiguidade, ao qual é atribuída a autoria de várias biografias de outros filósofos, sustenta o ponto de vista favorável ao rompimento, uma vez que menciona o abandono da Academia por Aristóteles enquanto Platão ainda estava vivo, e parafraseia uma frase atribuída a este último: “Aristóteles me desprezou, assim como os novilhos fazem com a mãe que lhes deu à luz”<sup>3</sup> (HICKS, vol. 5, 1925). Por outro lado, para Neves (2008), tal ruptura representa uma inverdade:

---

<sup>3</sup> Tradução do original (feita pelo autor): “Aristotle spurns me, as colts kick out at the mother who bore them”

Muitos afirmam que Aristóteles permaneceu na Academia até romper com o mestre Platão. Diógenes Laércio chega a afirmar que Platão teria sido chutado por Aristóteles. Mas isso parece ser uma inverdade, uma vez que o estagirita cuidou da edição póstuma das lições de Platão.

Neves também rebate Diógenes Laércio com o excerto de uma fala de Aristóteles a Platão, em *Ética a Nicômaco*. Nesta fala, o estagirita clarifica seu ponto de vista em relação à doutrina platônica, criticando-a, entretanto, vê-se forçado, por razões políticas, a não atacá-la: “De acordo com o senso comum, talvez seja melhor e até mesmo indispensável, a fim de salvaguardar a verdade, sacrificar nossas opiniões pessoais [...]” (NEVES, 2008, p. 65). A doutrina platônica diz respeito à teoria das ideias, ao passo que a aristotélica diz respeito à compreensão sensível da fenomenologia natural.

Em 347 a.C., com a morte de Platão, Aristóteles deixou Atenas, junto a Xenócrates e Teofrasto, desiludidos com a nomeação de Espeusipo como novo dirigente da Academia. Foi em Atarneos, perto de Lesbos, onde o estagirita provavelmente produziu seus escritos de biologia, porque a existência de uma das espécies ali descritas só foi reportada nessa região. Antes de retornar a Atenas, o estagirita ainda se casara por duas vezes, tendo sido a primeira com a filha de seu amigo Hérmiás, um ex-escravo morto por um general grego, e a segunda com Herfílis, que lhe rendera o seu único filho. Também ele, neste período, tornara-se tutor do filho de Felipe da Macedônia, em 342 a.C.

Com aspectos bastante contrastantes com as ideologias da Academia, a escola de Aristóteles foi fundada em Atenas, sob o nome de Liceu. Um templo a Apolo de Liceo, num bosque onde a escola foi construída, foi o motivo que lhe rendera o nome. Sua dinâmica de funcionamento baseava-se na divisão das turmas de acordo com a vastidão de conhecimento que se pretendia abarcar: à manhã ele destinava o ensino esotérico, essencialmente teórico, e, à tarde, o ensino exotérico, mais acessível e dedicado a um público mais vasto (NEVES, 2008, p. 64). Aristóteles ocupou-se em ensinar no Liceu durante treze anos, e, por ministrar suas aulas durante passeios ao ar livre, os seus discípulos passaram a ser chamados de peripatéticos.

Acusado de impiedade por Eurimedonte, o estagirita se dirigiu à região da Calcídia. Para Favorino, a opinião de Demófilo sobre os motivos de se terem suscitado denúncias a Aristóteles também se fundamenta nos hinos que ele dedicava a Hérmiás. Nesses hinos, o estagirita denunciava o assassinato desse velho amigo pelo oficial grego que lhe traíra, a serviço da Pérsia. Aristóteles morreu nesta mesma região, na ilha de Eubeia, aos sessenta e três anos de idade.

### 2.1.3 O modelo aristotélico

Sob muitos aspectos o modelo aristotélico se assemelha ao platônico. De Platão, vê-se que Aristóteles tomou emprestado o conceito da divisão do universo em esferas concêntricas, bem como o de que a Terra deveria ocupar o centro de tudo. Sob outros aspectos, entretanto, é possível se constatarem divergências entre os sistemas. Aristóteles critica, de Platão, sobretudo a abordagem quase puramente matemática e geométrica do que se refere à descrição do universo, enquanto advoga que a verdadeira percepção dos fatos deveria acontecer sob um olhar voltado à fenomenologia natural. Por exemplo, Aristóteles pontua, no *De Caelo*, uma distinção, ausente para os platônicos, entre o *centro geométrico* dos corpos materiais e o seu *centro natural* (ÉVORA, 1988). O estagirita também materializa os constructos matemáticos elaborados por Eudoxo e Calipo, as esferas motrizes homocêntricas, em entidades corpóreas compostas por éter, e, assim, torna concretos alguns conceitos abstratos para a construção do seu universo físico (BARROS-PEREIRA, 2011).

A dinâmica aristotélica dividia o movimento em duas classes: a dos movimentos naturais e a dos movimentos forçados. A natureza desses movimentos estava determinada de acordo com o lugar natural de um corpo, de forma que, longe deste, qualquer coisa descreveria um movimento, natural, em direção ao local de origem.

Por outro lado, os movimentos forçados estavam ligados à violação de um estado de equilíbrio natural, este último podendo se manifestar sob a forma de repouso ou movimento. Deslocar um corpo de sua posição natural em direção a qualquer outro local representava sempre um movimento forçado.

Para Aristóteles, segundo Neves (2008), além de dividir os movimentos sob o ponto de vista de sua causa (natural ou forçada), ele também o faz sob o ponto de vista de sua natureza, podendo os movimentos ser retilíneos ou circulares. O movimento retilíneo era uma atribuição à física terrestre, que, sendo imperfeito, admitia opostos (para cima e para baixo), enquanto que os movimentos circulares eram considerados perfeitos, atribuídos à física celestial.

O modelo aristotélico colocava a Terra no centro do universo, onde permaneceria imóvel. As esferas celestes seriam dispostas em esferas móveis, numa ordem hierárquica. As

esferas mais externas moveriam as mais internas, e a mais externa de todas elas era chamada de “primeiro móvel”.<sup>4</sup>

A primeira esfera deveria conter a Lua, uma vez que, além de estar visivelmente mais próxima à Terra que as demais esferas, apresentava irregularidades em sua superfície, o que não deveria acontecer a um corpo mais excelso.

A segunda e a terceira esferas estariam ocupadas por, respectivamente, Mercúrio e Vênus.

O Sol ocuparia a quarta esfera, e os demais planetas – Marte, Júpiter e Saturno – ocupariam respectivamente a quinta, a sexta e a sétima esferas.

Na oitava esfera – ou firmamento – estariam as estrelas fixas, todas equidistantes à Terra. A nona e última esfera, o primeiro móvel, era também chamada de primeira causa (*causa prima*) ou motor supremo. Esta última esfera limitaria o universo esférico, material, do imaterial, a morada do Deus supremo.

Não cabia, neste modelo, o vácuo. O universo deveria ser inteiramente contínuo, de forma que todo o movimento dos corpos celestes fosse devido à fricção das esferas contíguas umas às outras. Além disso, nessa porção supralunar, os movimentos se executariam uniformemente e circularmente.

Os quatro elementos pitagóricos – terra, água, ar e fogo – existiriam somente no mundo sublunar. A disposição desses elementos, segundo a gravidade<sup>5</sup> intrínseca a eles, deveria determinar toda a topografia terrestre.

Os elementos graves – terra e água – deveriam ocupar o centro da Terra, e, qualquer movimento que fizesse naturalmente um corpo composto majoritariamente por um desses elementos seria em direção ao seu lugar natural. Isso explicava por que uma pedra ou uma gota de chuva tende a cair em direção ao solo. Contrariamente, os corpos leves – ar e fogo – deveriam sempre ascender em direção à região supralunar.

O mundo supralunar, por sua vez, em nada se assemelharia à Terra: todos os corpos celestes seriam compostos de éter ou, como também era chamado, quintessência.

Para Évora (1988), a dinâmica aristotélica impunha algumas restrições à mecânica terrestre, como a impossibilidade do movimento da Terra ao redor do seu próprio eixo – proposta por Heráclides de Pontos, platônico –, uma vez que esse movimento não natural não se perpetuaria eternamente distante da presença de um motor. Aristóteles parece, desse modo,

---

<sup>4</sup> Figura 3 – O universo aristotélico disposto em esferas concêntricas

<sup>5</sup> Gravidade era uma característica dos corpos graves (ou pesados) em contraposição aos corpos leves. Portanto, tratava-se de um conceito diferente daquele elaborado por Newton no século XVII.

reforçar a ideia segundo a qual “nada finito pode causar um movimento que dure um tempo infinito” (ÉVORA, 1988, p. 31). A razão de se atribuir a qualidade de movimento forçado à rotação da Terra remete ao fato de que a cinética terrestre não poderia admitir movimentos circulares, segundo os peripatéticos, restringindo-se apenas aos retilíneos.

Segundo este modelo aristotélico, a Terra e o homem que a habitava eram vis e corruptíveis, sendo que as substâncias que os compunham, bem como as leis físicas a que estavam sujeitos, refletiam sua defectibilidade, o que evidentemente não poderia ser encontrado na perfeição do éter celestial.

Também Aristóteles fez algumas considerações ao seu sistema cosmológico, procedentes à constatação de que seu modelo teria inconsistências segundo a mecânica de Eudoxo (CAMPOS, 2008). Para se prevenir de que os corpos de camadas contíguas interfiram um no outro, o estagirita introduziu mais outras esferas de maneira a totalizarem, no fim, 59 esferas.

A mecânica aristotélica, embora incongruente sob o ponto de vista da ciência contemporânea, não deve ser entendida como uma construção ingênua desprovida de reflexão. Conforme diz C. M. Porto (2010), a descrição de sua física se fundamenta basicamente em percepções empíricas e numa filosofia apriorística, das quais faz uso para a refutação da concepção do movimento a partir da ideia paradoxal da passagem do *ser* para o *não ser*, e, assim, explica-o com base na transição da *potência* ao *ato*.

Para Aristóteles, a causa de todo o movimento está sempre associada à essência do corpo em questão ou a uma finalidade que atende a exigências de harmonia, valor e ordem.

Ainda sobre a aquisição dos valores aristotélicos pelo homem medieval, é possível constatar também sob a forma de metáforas em relação aos conceitos de espaço e tempo, sobretudo em trabalhos iconográficos (PERSPICILLUM, 1992). As gravuras desse período obedecem a um rigor metodológico segundo a divisão aristotélica hierárquica espacial: idêntica à organização do Cosmos em camadas concêntricas, a divisão do espaço urbano era feita também em camadas. No centro, estabelecia-se a ordem garantida pelo poder do castelo, e, fora deste, no caos da selva, encontrava-se o perigo do incógnito.

Também o tempo medieval demonstra uma importante comunicação com os valores aristotélicos. É importante dizer que os eventos litúrgicos constituíam a forma predominante de parametrização temporal, e, sendo cíclicos, atestavam a própria finitude do tempo, se vista com o olhar voltado individualmente aos ciclos. Por outro lado, esse mesmo tempo, por se repetir em ciclos indefinidamente, de maneira circular, se fazia infinito.

Ainda, Antonio Banfi (1986), sobre a corrente dos renascentistas neoplatônicos, diz:

O neoplatonismo da Academia florentina, na sua grande tentativa de reunir numa síntese especulativa, conforme o ideal humanístico e ao aberto espírito dos tempos novos, o íntimo motivo religioso do Cristianismo, enquanto, por um lado, se liga novamente à tradição do platonismo cristão, agostiniano e místico renovando e alargando a consciência nele implícita da espontaneidade espiritual, por outro lado, integra-a numa concepção estético-matemática, como organismo vivo de uma íntima e autônoma harmonia, concepção esta cuja influência se estende de Leonardo a Kepler. (BANFI, 1986, p. 27-28)

Portanto, o autor pontua que o contexto acadêmico renascentista europeu já contava com a desestruturação de uma cosmologia essencialmente aristotélica, e destaca que isso se fez de forma difusa. No entanto, todas as correntes que caminhavam nesse sentido mantinham em comum a tendência da ruptura do vínculo da interpretação natural aos pressupostos teológicos.

#### 2.1.4 O modelo ptolomaico

##### A astronomia na Antiguidade – o modelo ptolomaico

Muitos dos princípios físicos tomados por Ptolomeu correspondem a leis que ele mesmo não se julgava em posição de questioná-las. Certamente os movimentos circulares e uniformes, bem como a forma esférica dos corpos celestes, muito claras nos aristotélicos, constituíram a base dos princípios a partir dos quais Ptolomeu introduziu sua dinâmica ao funcionamento do universo, por meio do uso de uma matemática que atendia sempre à preservação da essência das coisas materiais, estas sempre sujeitas ao constante processo de geração e corrupção (BARROS-PEREIRA, 2011).

No entanto, ainda que essencialmente aristotélico, o seu modelo era dotado de artifícios – a saber, excêntrico, epiciclo, deferente e *equante* – e parecia não atender a todas as imposições mecânicas de um universo hierarquicamente e contiguamente organizado, motivo pelo qual Évora acredita que Ptolomeu tenha atribuído às esferas concêntricas um caráter metafórico (ÉVORA, 1988).

O excêntrico<sup>6</sup> consistia na deslocação de um astro de sua posição central em relação a sua órbita para um ponto próximo ao centro, no qual permanecia imóvel. Damasio (2011)

---

<sup>6</sup> Figura 4 – O deferente e o epiciclo

afirma que, por isso, os modelos que utilizam o excêntrico para a Terra devem ser chamados de geostáticos ao invés de geocêntricos. O deferente, por sua vez, consistia numa trajetória circular descentrada em relação ao astro que a descrevia. O corpo em questão ainda poderia ser transportado pelo epiciclo, círculo menor com o centro sobre o deferente. O Sol e a Lua, seguindo o modelo ptolomaico, não necessitavam de epiciclos. Um ponto se deslocando sobre o epiciclo não o faria uniformemente em relação ao centro do deferente que o continha, motivo pelo qual Ptolomeu introduziu ao seu sistema outro ponto, localizado próximo ao centro deste deferente, chamado de *equante*<sup>7</sup>.

Na figura 3, que não está em escala, a trajetória do planeta é descrita de acordo com a combinação dos movimentos relativos ao deferente e ao epiciclo. A partir de um ponto equante, deslocado em relação ao centro cósmico, o movimento do planeta é aparentemente uniforme.

## 2.2 Cosmologia na Idade Média tardia

### 2.2.1 Os precedentes da revolução científica do fim da Idade Média

Muitos dos princípios físicos tomados por Ptolomeu correspondem a leis que ele mesmo não se julgava em posição de questioná-las. Certamente os movimentos circulares e uniformes, bem como a forma esférica dos corpos celestes, muito claras nos aristotélicos, constituíram a base dos princípios a partir dos quais Ptolomeu introduziu sua dinâmica ao funcionamento do universo, por meio do uso de uma matemática que atendia sempre à preservação da essência das coisas materiais, estas sempre sujeitas ao constante processo de geração e corrupção (BARROS-PEREIRA, 2011).

No entanto, ainda que essencialmente aristotélico, o seu modelo era dotado de artifícios – a saber, excêntrico, epiciclo, deferente e *equante* – e parecia não atender a todas as imposições mecânicas de um universo hierarquicamente e contiguamente organizado, motivo pelo qual Évora acredita que Ptolomeu tenha atribuído às esferas concêntricas um caráter metafórico (ÉVORA, 1988).

O excêntrico consistia na deslocação de um astro de sua posição central em relação a sua órbita para um ponto próximo ao centro, no qual permanecia imóvel. Damasio (2011) afirma que, por isso, os modelos que utilizam o excêntrico para a Terra devem ser chamados

---

<sup>7</sup> Figura 5 – Equante, epiciclos e excêntrico

de geostáticos ao invés de geocêntricos. O deferente, por sua vez, consistia numa trajetória circular descentrada em relação ao astro que a descrevia. O corpo em questão ainda poderia ser transportado pelo epiciclo, círculo menor com o centro sobre o deferente. O Sol e a Lua, seguindo o modelo ptolomaico, não necessitavam de epiciclos. Um ponto se deslocando sobre o epiciclo não o faria uniformemente em relação ao centro do deferente que o continha, motivo pelo qual Ptolomeu introduziu ao seu sistema outro ponto, localizado próximo ao centro deste deferente, chamado de *equante*.

A filosofia medieval se caracteriza pela introdução do saber helenístico por meio de alguns pensadores da Antiguidade tardia, a exemplo de Agostinho, Basil e Orígenes. Para Évora (1988), deve-se atribuir a Plínio, o Velho, vários trabalhos enciclopédicos sobre história natural, que conservam, além de outras coisas, a teoria semi-heliocêntrica de Heráclides de Pontos.

O clima de relativa estabilidade política que gozava a sociedade medieval no século X possibilitou o comércio entre a Europa Ocidental e o Mundo Árabe, de forma que muitos dos escritos gregos traduzidos e compilados pelos islâmicos puderam ser acessados pelos europeus, a exemplo do *Almagesto* ptolomaico. Despontam-se, entre os muçulmanos responsáveis por essa compilação, Avicena, Avempace e Averróis. De acordo com Bittar, a preservação da cultura helênica se deve consideravelmente a Averróis, num contexto – marcado pelo advento do Cristianismo – em que o saber antigo estava fadado a sucumbir ante a restrição da sua preservação ao jugo eclesiástico:

A efervescência do contexto de Averróis em torno do helenismo é de extrema importância, na medida da própria preservação, conservação e disseminação das idéias [sic] peripatéticas, uma vez que, desde 529 d.C., poder-se-ia dizer, o destino do helenismo seria o desaparecimento. E isso porque esta é a data em que Justiniano determina o fechamento das diversas escolas que ainda sobreviviam no mundo ateniense. Se o mundo antigo desaparece, e juntamente com ele seu legado se enfraquece e se fragmenta, é certo que, no mundo medieval emergente, as abadias se tornarão o primeiro reduto de conservação e preservação de um patrimônio intelectual e cultural, que se haverá de redescobrir por diversas vezes ao longo dos séculos posteriores; é assim que elas terão função primordial de conservação e transmissão da cultura clássica. (BITTAR, 2009, p. 2)

As teorias de Aristóteles, por um lado, já traziam consigo ideias contrárias à fé cristã medieval. O pensamento do estagirita trazido à tona pelos muçulmanos, portanto permeado pelo islamismo, foi duplamente criticado. Crombie ressalta que “eles [Alkindi, Alfarabi, Avicena e Averróis] interpretavam isso [a ideia de criação no sistema aristotélico] de modo a

negar o livre arbítrio não apenas ao Homem mas até mesmo ao próprio Deus” (ÉVORA, 1988, p. 61), e, também, que negavam a imortalidade individual da alma, de maneira que, após o perecimento do corpo, esta retornaria a algo que foi chamado pelos aristotélicos de Intelecto Ativo, também responsável pelo movimento das esferas celestes.

É um pouco mais tarde, no século XIV, que Buridan apresenta o seu conceito de *impetus* em contraposição à mecânica aristotélica (PERSPICILLUM, 1992). Esta última sistematizava a dinâmica de movimento de um projétil da seguinte forma: o ar que a flecha em suspensão atingia era o mesmo ar que, retornando à base desta, impelia-a para que o movimento se sucedesse. O *impetus* de Buridan é a sua adaptação ao conceito de força motriz incorpórea de Filopono, segundo o qual esta força, subtraída da resistência do meio, deveria ser proporcional à velocidade do projétil.

Para Neves (2008), por exemplo, conforme relatado em seu *Evoluções e Revoluções*, a apropriação dos valores aristotélicos por parte da sociedade medieval não foi feita de maneira a respeitar a integridade da filosofia do estagirita, tendo os escolásticos, a exemplo de Tomás de Aquino e Santo Agostinho, moldado aquilo que o filósofo escrevera séculos antes segundo as exigências de uma sociedade cristã:

Teremos então um Aristóteles falseado pelo tomismo tradicional e que será, posteriormente, acusado de assassinar a reflexão humana, graças ao uso dogmático e intolerante que o cristianismo fará da obra do Estagirita. Aristóteles, e aquele inventado pela Escolástica, fundir-se-ão numa interpretação equivocada. Francis Bacon tratará o filósofo como um pedante (NEVES, 2008, p. 68).

Banfi (1986) ressalta que Platão, do qual Aristóteles se faria discípulo, já reconhecia uma nítida distinção entre conhecimento racional e sensível, de forma que, a despeito da autonomia da razão, “a ideia não deve ser considerada objeto em si do saber, mas como ponto de vista metódico para uma resolução racional da experiência” (BANFI, 1986, p. 32). O que foi, entretanto, também emprestado aos escolásticos consistia numa acepção teológica da natureza que, operando sobre a sua dinâmica, impunha-lhe limites, uma vez atribuindo a esta uma ordem finalística, o caráter acabado de um sistema metafísico preconcebido.

Ainda segundo Banfi, a revolução filosófica ocorrida entre os séculos XV e XVI denunciava o crescente processo de esterilização científica promovido pelos escolásticos, de forma que uma “concepção estético-matemática na da natureza, como organismo vivo de uma íntima e autônoma harmonia” (BANFI, 1986, p. 28) viria a tomar lugar, protagonizada

inicialmente por Leonardo durante o *Renascimento*, em que os estudos mecânicos se voltavam ao interesse prático de se resolverem problemas técnicos ligados à balística, hidráulica e construção, e se estenderia até Kepler, sobretudo com a introdução de suas três leis, de caráter fundamentalmente matemático, que regem os movimentos dos planetas em torno do Sol.

### 2.2.2 Uma apresentação de Nicolau Copérnico

É importante frisar aquilo que foi proposto pelo astrônomo e matemático polaco Nicolau Copérnico<sup>8</sup> (1473-1543) em seu tratado *Sobre a Revolução das Esferas Celestes* (*De Revolutionibus orbitum coelestium*). Neste livro, ele estrutura o seu modelo cosmológico, no qual a Terra é descentrada do lugar que ocupara durante todo o período medieval (COPÉRNICO, s.d.). Ainda que revolucionário, o modelo cosmológico<sup>9</sup> proposto pelo astrônomo não teria se sustentado por si só. Fez-se, consoante à mudança radical da estrutura física do modelo cosmológico vigente, uma revolução também filosófica, reforçada por Giordano Bruno. A metafísica bruniana deu às ideias de Copérnico as bases para que uma revolução cosmológica se realizasse de fato.

Em seu *De Revolutionibus*, são postuladas inicialmente a esfericidade do universo, a da Terra e a razão pela qual água “está presa” ao planeta. Em primeiro lugar, a esfericidade do universo copernicano corrobora com a hierarquia dogmática aristotélica, na qual aos corpos celestes é atribuída o caráter de perfeição. Em segundo lugar, Copérnico comprova a esfericidade da Terra por meio dos seguintes argumentos: um observador, em terra firme, que mira a ponta do mastro de um veleiro desaparecer no horizonte; ou mesmo a impossibilidade de se visualizarem determinadas constelações quando se está ao sul ou ao norte do globo<sup>10</sup>. O astrônomo também refuta a interpretação geométrica de outros filósofos gregos da Antiguidade, segundo os quais a Terra não seria chata, de acordo com Empédocles e Anaxímenes, não teria a forma de um tambor, de acordo com Leucipo, nem a forma de tigela, de acordo com Heráclito, e nem teria extensão superficial infinita e espessura infinitesimalmente diminuta, como pensava Xenófanes (COPÉRNICO, s.d.). Também ele argumenta que é possível visualizar a esfericidade terrestre com base na forma que assume a sombra da Lua, projetada sobre a Terra, durante um eclipse, a qual descreve perfeitamente um arco de circunferência. Copérnico não deixa de mencionar a imperfeição topográfica terrestre:

---

<sup>8</sup> Figura 6 – Nicolau Copérnico

<sup>9</sup> Figura 7 - O modelo copernicano

<sup>10</sup> Esses argumentos também foram utilizados por Aristóteles para defender a esfericidade da Terra.

apesar de esférica, a Terra não o seria perfeitamente. O astrônomo desconstrói a distinção, sustentada pelos peripatéticos, feita entre o centro de magnitude e o centro de gravidade terrestres; conseqüentemente, sua geometria se torna capaz de sustentar um modelo geográfico no qual a porção constituinte de terra seria maior que a porção ocupada pela água, contrariamente ao que imaginava Aristóteles. No entanto, vale dizer aqui que, embora forte crítico da teoria aristotélica, o astrônomo ainda “reteve muitas das concepções aristotélicas” (DAMASIO, 2011).

Em seguida, Copérnico se volta à descrição dos movimentos celestes. Ele os sustenta com base na ideia segundo a qual os movimentos celestes eram regulares, circulares e uniformes. Tal ideal de perfeição fora emprestado de Pitágoras, por Platão. Copérnico retoma, assim, a cosmologia platônica para atacar a astronomia ptolomaica.

O astrônomo trouxe novamente à tona os conceitos de excêntrico, epiciclos e deferentes, contestando a introdução do *equante*, que fora introduzido para satisfazer o funcionamento do modelo cosmológico proposto por Ptolomeu. O *equante* violava a perfeição platônica da uniformidade de movimento dos corpos celestes, mas a solução apresentada no modelo copernicano ainda utilizava o conceito de excêntrico. Segundo o modelo heliocêntrico de Copérnico, o Sol está fixo, e, em torno dele, um ponto imaginário deveria revolucionar, em torno do qual, por sua vez, todos os planetas o deveriam fazer também.

O modelo copernicano desbancaria, de fato, a imobilidade e a centralidade terrestres a partir de 1577, com a aparição do Halley, forçando posteriormente Tycho Brahe à proposição de um modelo cosmológico mais satisfatório<sup>11</sup>, com base no que inferira o matemático polonês.

### 2.2.3 Motivações copernicanas à crítica do modelo ptolomaico

O debate principal acerca das motivações que teriam levado Copérnico a contestar o modelo ptolomaico se divide entre opiniões que as atribuem a razões internas à ciência astronômica e a aquelas que advogam que ele o teria feito por motivos de natureza exclusivamente filosófica.

Para Évora (1988), o sistema ptolomaico, do ponto de vista da correspondência com a realidade física, apresentava-se mais verossímil que o copernicano, uma vez que Copérnico, por exemplo, estendera o tamanho do universo a um ponto que era considerado inadmissível para a época, a fim de explicar a ausência de paralaxe estelar. Segundo a autora, o astrônomo

---

<sup>11</sup> O modelo de Tycho Brahe também é semi-heliocêntrico, semelhante ao de Heráclides.

estava preocupado, antes de tudo, em atender à “salvação dos fenômenos”. Felipe Damasio, ao afirmar que “tanto a hipótese de Copérnico como a de Ptolomeu eram inconsistentes com muitos fatos observacionais conhecidos”<sup>12</sup>, parece dar suporte à opinião descrita por Évora. No entanto, ele ressalta que a medição da paralaxe estelar, ainda que executada equivocadamente por Copérnico, seria aperfeiçoada a partir de seu modelo em 1838 – cerca de trezentos anos depois. Essa extensão do universo, proposta por Copérnico, é explanada por Koyré:

No entanto, ele [Copérnico] nunca nos afirma que o *mundo visível*, o mundo das estrelas fixas, seja infinito, mas apenas que não é mensurável (*immensum*), que é tão grande que não só a Terra, em comparação com o céu, é “como um ponto” (o que, aliás, já tinha sido afirmado por Ptolomeu), mas também o é toda a orbe do círculo anual da Terra ao redor do Sol; que não conhecemos nem podemos conhecer o limite e as dimensões do mundo. KOYRÉ, 1986, p. 40)

## 2.3 Giordano Bruno

### 2.3.1 Bruno: do nascimento à condenação

Bruno<sup>13</sup> nasceu em Nola, uma pequena cidade no vale fértil da região de Campânia, na Itália, em 1548. Filho de Flaulisa Savolino e Giovanni Bruno, o nolano recebera originalmente o nome de Filippo, tendo-o mudado para Giordano ao vestir o hábito no convento dominicano de São Domenico.

A cidade de Nola, nesse contexto, estava subjugada ao despótico Reino Espanhol de Nápoles, com o qual nada se identificava grande parte dos napolitanos. O despotismo instalado naquela região era uma resposta ao avanço da Reforma Protestante, à expansão dos domínios adeptos às novas ideologias reformistas. Tal clima opressivo não apenas teria levado Bruno a não considerar Nápoles como sua terra natal, como também ter-lhe-ia motivado a cometer o seu primeiro ato de rebeldia, no convento de São Domenico. A um companheiro noviço que se entregava à leitura d’As Alegrias da Virgem, Bruno recomendou que deixasse o

---

<sup>12</sup> Nesse excerto, a suposição do universo ptolomaico segundo o modelo descrito se refere àquela mencionada no início do *Almagesto*.

<sup>13</sup> Figura 8 – Giordano Bruno

livro de lado e passasse a ler a vida dos padres da Igreja. Apesar de ter sido denunciado por tê-lo feito, esse ato por si só talvez não tivesse sido suficiente para suscitar a antipatia generalizada dos inquisidores, posteriormente. O nolano decidiu-se por retirar todas as imagens de seu dormitório, restando-lhe, por fim, apenas um crucifixo. Além disso, alguns anos depois, envolveu-se numa acalorada discussão com teólogos sobre a relevância das opiniões de Sabélio, teólogo cristão do início da Idade Média considerado herege por se manifestar contra a ortodoxia do dogma da Santíssima Trindade. Bruno disse que as opiniões de Sabélio não foram corretamente interpretadas, e aquilo que dissera não feria, na verdade, o dogma em questão.

À medida que as relações lhe se tornavam tensas em Nápoles, Bruno decidiu fugir para Roma, certo de que o Papa Gregório XIII atenderia a um pedido seu: anular seus votos religiosos. Entretanto, rumores alarmantes a seu respeito haviam se espalhado, como o fato de terem sido encontrados com ele alguns diálogos do teólogo humanista holandês Erasmo de Roterdã, suspeito de se aliar aos reformistas. Por essas razões, o Papa não demonstrou nenhuma inclinação para conceder a Bruno o seu pedido.

Bruno resolveu, por fim, deixar Roma. Outra acusação lhe teria sido suficiente para tomar essa decisão, a de que teria se envolvido no assassinato de um frei dominicano. Por algum tempo, o nolano vagou de cidade em cidade, em busca de liberdade para ensinar, publicar opiniões e levantar discussões sobre o que quisesse, publicamente ou em particular. Florença lhe teria sido um bom destino, se é levado em consideração que o ducado toscano gozava de alguma independência política. Entretanto, a cidade ducal já havia deixado de ser a república florentina do *Quattrocento* (século XV), estando sob o jugo da arquiduquesa Joana da Áustria. Portanto, mesmo que detivessem o poder de proteger Bruno dos inquisidores romanos, os duques toscanos não apresentavam qualquer interesse em fazê-lo.

A primeira cidade a que o nolano chegou após a partida de Roma foi Gênova. Mesmo que lhe oferecesse vantagens para que desenvolvesse seu trabalho, a cidade já contabilizava mortes devidas à peste negra. Noli, uma pequena cidade próxima a Gênova, de nome semelhante à sua cidade natal – pela qual era grande o seu apreço –, pareceu-lhe uma escolha segura. Lá permaneceu por quatro meses, onde ensinou astronomia à nobreza genovesa, e gramática para seus filhos. A viagem seguiu seu curso em direção a Veneza, onde publicaria seu primeiro livro, *De' Segni de' Tempi* (Dos Sinais dos Tempos).

Não obstante, o alvo do nolano era, a princípio, a Universidade de Pádua, onde Copérnico estudara medicina e aprendera grego (1501-1503). A universidade detinha um histórico de violentos embates ideológicos entre aristotélicos e humanistas. Não se sabe com

certeza o motivo pelo qual Bruno deixou a cidade apenas oito semanas depois de se instalar por ali. No entanto, conjectura-se que a razão para tal seja o apelo feito pela Ordem Dominicana para que o ex-frei voltasse a vestir seu hábito de clérigo.

Embora estivesse disposto a não fazê-lo, voltar a vestir o hábito lhe foi a alternativa mais segura às reações hostis de seus conterrâneos. Bruno foi a Bergamo, onde conseguiu um novo hábito, e instalou-se numa próspera cidade ao sul da França, Lyon. Ali entrou para o convento dominicano, permanecendo por lá durante todo o inverno de 1578-1579.

Tendo experimentado um tratamento frio por parte dos franceses, Bruno sentiu-se tolhido fora de sua terra natal. Um amigo lhe teria dito algo que viria a calhar: “à medida que você viaja para o interior, agrava-se-lhe a hostilidade, e, portanto, é melhor esquecer Lyon e ir à Suíça... a Genebra, eu sugeriria”<sup>14</sup> (MENDOZA, 1995, p. 18). Ora, Gênova encontrava-se sob o regime ideológico calvinista, o qual parecia muito atraente ao nolano, que não tardou a percebê-lo como ilusório: a cidade não estava livre do fanatismo religioso experimentado por ele em outras cidades italianas. Em Gênova, Bruno não hesitou em tornar público vinte erros contidos em um dos discursos do calvinista De la Faye, acadêmico autoritário de grande renome. Isso o levou à prisão, e, para deixá-la, foi preciso que se retratasse perante o tribunal.

Mais uma vez Bruno deixou a Itália e se dirigiu à França, instalando-se em Toulouse. O clima lhe parecia amigável na universidade, e isso era em parte devido à presença dos huguenotes (protestantes franceses) na região sudoeste francesa. Foi convidado, então, para que ensinasse astronomia, no entanto almejando o cargo de professor de filosofia, para o qual necessitava ser um “Mestre de Artes”. Tendo conquistado o cargo, Bruno passou a ensinar o tratado aristotélico *De Anima*, bem como alguns outros temas a respeito dos quais se conjectura serem reações contra Aristóteles e os matemáticos gregos.

Assim que explodira a guerra civil religiosa em Toulouse, Bruno foi forçado a deixar a cidade. Paris detinha um grande prestígio acadêmico, e a filosofia ministrada na universidade local equilibrava-se completamente sobre pilares aristotélicos. O grande renome que detinha a instituição parisiense junto ao fato de que a desconstrução da sua ideologia aristotélica lhe parecia um grande desafio foram certamente as razões pelas quais o nolano se dirigiu para lá.

Várias eram as estratégias utilizadas por Bruno contra o aristotelismo. Ele conseguiu, após demonstrar vasto conhecimento de técnicas mnemônicas baseadas num aprofundado estudo do filósofo catalão Raimundo Lúlio, a cadeira de professor na universidade de Paris, entregando-se à palestra da “arte da memória”. O nolano dominava a língua latina com

---

<sup>14</sup> Tradução do original (feita pelo autor): “the farther you travel inland, the worse the hostility gets so you’d better forget about Lyon and go to Switzerland instead... to Geneva, I would suggest”

fluência e demonstrava compreender toda a filosofia aristotélico-tomista. Ele identificara, também, o calcanhar-de-aquiles do aristotelismo, o modelo geocêntrico, e encontrara em Copérnico o suporte teórico necessário para a desconstrução desse modelo cosmológico crescentemente obsoleto. Alguns eventos ainda o colocaram em posição vantajosa de ataque às velhas ideologias: Bruno negou ao rei francês Henrique III que sua “arte da memória” se tratasse de mágica, que contivesse em si qualquer misticismo; reconhecido o talento do nolano, este conseguiu uma promoção acadêmica ao cargo de professor “extraordinário”. Não obstante, existem razões para considerar o modelo alternativo cosmológico bruniano como incompleto. Afinal, para Mendoza:

Somente uma coisa ainda estava faltando, na verdade uma condição indispensável para o êxito de seus planos. Mesmo que consciente das falhas do aristotelismo e ainda que capaz de refutar os erros do filósofo em debates públicos, Bruno ainda não tinha elaborado uma cosmologia convincente o bastante para desafiar as antigas cosmologias [aristotélica e ptolomaica] com sucesso e eventualmente suplantá-las. Em todo caso estivera claro a Bruno que uma cosmologia muito mais convincente que a heliocêntrica copernicana teria de ser aperfeiçoada antes que fosse arriscado um confronto aberto com as forças aristotélicas. A esse respeito ele ainda estava despreparado e, por isso, bem vulnerável, pois nenhuns dos trabalhos publicados na França lidaram diretamente com o problema cosmológico. (MENDOZA, 1995, p. 22)<sup>15</sup>

Bruno talvez tivesse encontrado as condições ideais para o afloramento do seu trabalho na residência do embaixador francês, Michel de Castelnau, marquês de Mauvissière, em Londres. Acolheu-o bem a rainha Elizabete em território inglês, uma vez que ela também se opunha à contrarreforma romana e espanhola. As razões pelas quais o nolano se dirigiu à Inglaterra são contestáveis. John Bossy, historiador britânico, infere que a intenção de Bruno era espionar o embaixador francês; por outro lado, o forte apreço do italiano à Universidade de Oxford parece ser mais plausível.

Em Oxford, Bruno já dispensava a necessidade de se mostrar um teólogo especialista em Tomás de Aquino ou Aristóteles, e pôde ministrar filosofia e cosmologia, conforme

---

<sup>15</sup> Tradução do original (feita pelo autor): “Only one thing was still missing, indeed an indispensable requirement for the success of his plans. However aware Bruno was of the flaws of Aristotelianism, and however capable he was of refuting Aristotle’s errors in public disputations, he still had not elaborated a cosmology coherent and compelling enough to challenge successfully and eventually supplant the Aristotelianism and Ptolomaic cosmology. In any case it was clear to Bruno that a cosmology far more convincing than Copernicus’ heliocentric one had to be worked out before an open confrontation with the Aristotelian forces could be risked. In this respect he was still unprepared and hence quite vulnerable, for none of the works he had published in France dealt directly with the cosmological problem.”

pretendido. Em agosto de 1583, ele começou a ministrar palestras sobre cosmologia, apresentando publicamente as cinco esferas (*quintuplici sphaera*) e a imortalidade da alma. Isso lhe rende discussões ferrenhas entre ele e os aristotélicos de Oxford. Em seu livro, *A Ceia das Cinzas (La Cena delle Ceneri)*, há um trecho selecionado por Mendoza, que descreve o debate em questão:

Esses são os filhos da Inglaterra; e procure o quanto quiser, você há de encontrar todos eles, hoje, doutores em gramática, na pátria feliz onde reina uma constelação da mais obstinada ignorância pedante junto à presunção misturada a uma grosseria áspera [...] se não acredita, vá a Oxonia [nome latino dado a Oxford], e peça para que lhe digam o que aconteceu ao nolano quando ele disputara publicamente com estes doutores em teologia [...] Peça para que lhe informem como fizeram por fim às suas palestras, a respeito da imortalidade da alma e as cinco esferas. (1995, p. 26)<sup>16</sup>

A filosofia bruniana conquistou a maturidade na Inglaterra, entretanto, passou a germinar em Paris a partir da composição do *De umbris idearum* (Sobre as sombras das ideias), onde, pela primeira vez se encontram estruturados os conceitos da alma do mundo (*anima mundi*). Mesmo que se se referisse às ideias de Bruno como originais, o próprio nolano preferia apresentá-la como sendo o renascimento das ideias dos pré-socráticos – Parmênides, Heráclito, Anaxágoras e Demócrito – assim como de Epicuro, Lucrecio e Plotino. Vê-se, também, calcar esta filosofia sobre elementos comuns a três doutrinas monoteístas: o cristianismo, o islamismo e o judaísmo. Em sua descrição cosmológica, permeada de metáforas, são muitas as alusões à unidade divina várias vezes referida como “mente cósmica”. Esse intento sincretista, que claramente visava à coexistência pacífica dessas religiões, foi certamente o motivo pelo qual Lorenzo de Médici teria ordenado a Ficino que interrompesse a tradução de Platão para se dedicar à tradução do *Corpus Hermeticum*, trazido recentemente de Constantinopla a Florença, segundo Mendoza. É importante mencionar que o poderio intelectual de Florença nesse contexto pré-renascentista era extremamente proeminente: a academia florentina detinha todo o acervo de Platão traduzido para o latim. Além disso, vê-se também que o nolano não buscava apenas destituir dogmas e repudiar o despotismo eclesiástico, mas transformar toda a estrutura política vigente europeia,

---

<sup>16</sup> Tradução do original (feita pelo autor): “These are the fruits of England; and search as much as you wish, you will find all of them to be doctors in grammar [sic] in these our days, in which there reigns in the happy fatherland a constellation of pedantic, most obstinate ignorance and presumption mixed with a boorish rudeness [...] if you don’t believe it, go to Oxonia [Oxford], and have them tell you the things that happened to the Nolan when he publicly disputed with those doctors in theology [...] Have you them inform you how they made him put end to his public lectures, and to those on the immortality of the soul and on the five spheres.”

uma vez que compreendia integralmente sua ética e seus valores sociais. Para Mendoza, o filósofo italiano teria antecipado ideias que só muito tempo depois seriam estruturadas por filósofos contemporâneos, como Nietzsche:

Sua abrangência foi universal, por ele ter compreendido ética, religião e até a organização política europeia de forma integral. Isso representou uma ruptura genuinamente nietzschiana com todos os valores tradicionais, que incluía a proposta audaz de uma nova religião acessível a toda humanidade [...] (MENDOZA, 1995, p. 23)<sup>17</sup>

Quando Castelnau retornou a Paris, Bruno também o fez, sentindo-se enfim mais preparado para confrontar abertamente os aristotélicos. O filósofo, então, publicou *Cento e Vinte Artigos sobre a Natureza e o Mundo contra os Peripatéticos [Aristotélicos]*, convidando os palestrantes reais e os professores da universidade para que o desafiassem. Inesperadamente, um jovem advogado de nome Rodolfo Calério afirmou que o nolano sequer era digno de resposta às investidas anti-aristotélicas. O advogado começou a defender Aristóteles e a contra-atacar os argumentos de Bruno. Sem reações, o filósofo vê-se forçado a deixar a cidade mais uma vez e buscar um local mais seguro.

Bruno fixou-se por seis anos na Alemanha luterana, de 1586 a 1592. Lá encontrou novamente um ambiente fecundo para a publicação das suas ideias contra Aristóteles e os matemáticos, dedicando ao imperador Rodolfo II um livro no qual descreditava a validade da geometria euclidiana. Em Frankfurt, ele publicou seus livros de maior significância ontológica e cosmológica, em 1591: *De natura rerum* (Sobre a Natureza das Coisas), *De triplice minimo et mensura* (Sobre as Três Entidades e Medidas), *De monade, numero et figura* (Sobre a Mônada, Número e Figura). Estes trabalhos, dispostos em poemas, consistem numa imitação dos poemas didáticos cosmológicos de Lucrecio. Por fim, o último trabalho de Bruno sobre cosmologia foi publicado ainda no mesmo ano, *De imenso et innumerabilibus* (Sobre o Imenso e o Inumerável). Outros nove trabalhos de menor relevância foram escritos posteriormente e publicados até mesmo depois de trezentos anos.

Wittenberg, onde Bruno se instalara ao chegar à Alemanha, estava então se submetendo às exigências eclesiásticas calvinistas, que a ele lhe pareceram hostis demais para que continuasse por lá. O italiano, então, aloca-se em Helmstedt, em Braunschweig, após um

---

<sup>17</sup> Tradução do original (feita pelo autor): “Its scope was universal, for it comprehended ethics, religion, and even the entire European political order. It was a genuinely Nietzschean overturn of all traditional values, which included the daring proposal of a new religion acceptable to all mankind [...]”

período em Praga. Em Braunschweig, associa-se à Academia Juliana, tornando-se membro da faculdade de filosofia. Sua estadia na Alemanha termina nesta cidade, da qual partiria mais uma vez a Veneza.

Em maio de 1592, o trono papal é ocupado por Clemente VIII, e Bruno vislumbra na Itália uma possibilidade de reconciliação política.

Roberto Bellarmino, feito cardeal pelo papa Clemente VIII, viria a aconselhar mais tarde Galileu Galilei para que tomasse a teoria copernicana como hipótese. Ele claramente visualizava Bruno e sua doutrina como ameaças à contrarreforma romana, e especula-se que houvera um diálogo entre o jesuíta e o nolano na sua estadia alemã.

Foi em Veneza que Bruno recebera um convite para ser hóspede de Gioanne Mocenigo, para que o nolano lhe ensinasse a “arte da memória”. Não obstante Bruno ter recebido convites, com benevolência, para que ensinasse suas técnicas mnemônicas – a exemplo do que se sucedera com Henrique III –, este convite já lhe parecia suspeito. Mocenigo demonstrou que o convite era, na realidade, um pretexto para a execução de um stratagem que levaria Bruno aos tribunais da Inquisição Veneziana.

Em maio de 1592, Mocenigo expôs à Inquisição os pensamentos heréticos de Giordano Bruno. Vários eram os motivos apontados por ele para que aquilo que o nolano teria pronunciado fosse blasfêmia, fosse ameaçador à fé católica e às ideologias contrarreformistas.

Em primeiro lugar, Bruno é acusado de blasfemar contra a Trindade, a Divindade e a Encarnação. Mocenigo afirma, no processo contra Bruno:

[Giordano Bruno] disse-me que não existia trindade em Deus, e que era uma grande ignorância e blasfêmia dizer que Deus era três e um. E afirmou que, hoje, o mundo nunca havia visto tanta ignorância, e se vangloriava de saber aquilo que não compreendia, isto é, a Trindade, porque em Deus não existem estas três pessoas, e que era uma loucura afirmar tal fato (NEVES, 2004, p. 68).

Por outro lado, deve-se atentar à resposta de Bruno frente à acusação de seu delator, na qual o filósofo compreende os elementos da Trindade comuns à mesma essência, indissolúveis, portanto, sob o ponto de vista filosófico. Giordano Bruno metaforizou a tríade, relacionando-a aos seguintes atributos: potência, sapiência e bondade, ou, mente, intelecto e amor. Também ele atribuiu uma relação hierárquica para razão de ser de “todas as coisas”, ou a essência de tudo aquilo que existe: em primeiro lugar a razão da mente, em segundo, a razão do intelecto e, em terceiro, a razão do amor. Entretanto, Bruno não negou que duvidara da

distinção entre o Filho e o Espírito Santo, uma vez que não compreendia “como essas duas pessoas podem ser indistintas do Pai, se não da forma como disse antes, filosoficamente, e dando o intelecto do Pai para o Filho e o amor para o Espírito Santo (...)” (NEVES, 2004, p. 70). Em seguida, dirigiu a sua defesa contra a acusação de blasfemar contra a Divindade, afirmando que era possível, de fato, atingir a compreensão da distinção dos elementos da Trindade, por meio da razão e do intelecto. Negou blasfemar contra a Encarnação, porém disse não a ter compreendido integralmente. Segundo Bruno, era possível de se compreender indiretamente este conceito – tomado evidentemente de forma literal pelos eclesiásticos – sob uma perspectiva pitagórica, segundo a qual o “Criador” teria preenchido todo o universo de forma a materializar sua potência criativa infinita. Por fim, finalizou a sua defesa atribuindo a Tomás de Aquino a autoria da incompreensibilidade da união dos elementos da Trindade, na tentativa de demonstrar que essa impossibilidade de se entenderem alguns mistérios divinos não eram, de fato, heresia.

Inúmeras outras acusações lhe foram dirigidas, e a todas elas Bruno parece responder de maneira bem articulada. A respeito dos “múltiplos mundos” aos quais se referia em muitos dos seus tratados cosmológicos, lhe foram cobradas as devidas satisfações pelas heresias que teria pronunciado. Segundo os delatores, Bruno punha em pé de igualdade Deus e o resto do universo, uma vez que tudo que existe se interdependia, numa relação que desconstruía grande parte da hierarquia dogmática cristã. Ainda mais, não apenas afirmava que a existência de infinitos mundos era em virtude da potência infinita de Deus, mas também atribuía às estrelas e a outros corpos celestes a capacidade de abrigar outras civilizações: mais uma vez contrariava a visão hierárquica cristã aristotélica, na qual o que é terrestre é mundano e vil, e em nada se deve comparar à qualidade divina dos corpos celestes.

Faz-se necessário dizer que Bruno recorreu sempre, até o dia de sua condenação, à argumentação e à tentativa de convencimento do tribunal inquisidor a aceitar suas ideias. O filósofo insistiu, durante todo o processo dirigido contra ele, em provar que suas afirmações não eram heréticas, não feriam de forma alguma a fé católica. Em vão, enviou ao Papa uma carta na qual suplicava o encerramento do processo. Ao invés de considerar seu apelo, Clemente VIII sequer leu sua carta e ordenou ao Tribunal do Santo Ofício que se prosseguisse o seu julgamento. Por fim, o nolano foi levado ao Campo das Flores (*Campo dei Fiori*), em Roma, com um trapo amarrado de maneira a restringir-lhe qualquer fala, foi despido completamente e lhe foi retirado o direito a qualquer apelo final. Por lá o queimaram vivo, mas, antes de acender-se o lume fatal, um monge lhe estendeu um crucifixo em direção à boca. A essa última possibilidade de redenção, Bruno apenas virou-lhe a face.

Em *The Acentric Labyrinth*, Mendoza (1995, p. 66-67) torna clara a sua visão a respeito da revolução bruniana. Para ele, a agressividade contida nos discursos de Bruno, o ímpeto insistente em atacar as tão resistentes estruturas dogmáticas cristãs, representam a proeminência dos efeitos da revolução por ele promovida. Mesmo que se veja com clareza que o principal motivo de sua condenação tenha sido a desconstrução do universo antropocêntrico, foi a sua rebeldia que lhe rendeu as bases para a execução de uma revolução que, iniciada por ele, ter-se-ia prosseguido por outros filósofos:

O que os juízes que condenaram Bruno à morte mais temiam era uma cosmologia que desferisse um golpe final ao seu universo antropocêntrico. Entretanto, algo lhes era simplesmente intolerável: a agressividade intelectual irreprimível do nolano. Foi precisamente essa agressividade – o resultado da conjunção notável da rebeldia bruniana e a imaginação criativa de seu intelecto poderoso – aquilo que mais ameaçou o assente edifício religioso e sua fundação filosófica subjacente.<sup>18</sup>

### 2.3.2 Introdução à doutrina bruniana

O modelo astronômico de Bruno não se baseia em constatações empíricas, nem em cálculos matemáticos apurados, mas numa retórica apoiada no bom-senso e numa vívida imaginação. Bruno resgatou a filosofia dos pré-socráticos: de Heráclito, Bruno retomou o conceito de fluxo eterno a que tudo no universo está sujeito, da condição de eterna transformação das coisas. Também de Heráclito, bem como de Anaxágoras e dos estoicos, Bruno resgatou o conceito de *logos* ou *nous* (mente), onde estrutura a natureza do movimento; ocorrido de dentro de um corpo para fora, o movimento seria executado por um princípio anímico, que não somente os corpos vivos contêm, mas qualquer tipo de matéria. Ele também resgatou o conceito de um universo infinito temporalmente e espacialmente em Epicuro e Lucrécio, e a indivisibilidade da matéria para além da unidade fundamental, o átomo.

No ensaio escrito em 1584 intitulado *Sobre o Infinito*, dedicado a Michel de Castelnau, Bruno estrutura em diálogos sua retórica contra o pensamento aristotélico. Nesta obra, a conversa acontece entre Filóteo (com quem Bruno identifica a si mesmo), Fracastório,

---

<sup>18</sup> Tradução do original (feita pelo autor): “What the judges, who condemned Bruno to death, dreaded most was a cosmology that dealt the finishing stroke to their anthropocentric universe. However, there was something just as intolerable for them: Bruno’s irrepressible intellectual aggressiveness. It was precisely this aggressiveness – the result of a remarkable conjunction of Bruno’s rebelliousness and the creative imagination of his powerful intellect – that posed the greatest threat to the established religious edifice and its underlying philosophical foundation.”

Elpino e Búrquio. Os dois últimos representam, respectivamente, um aluno de Bruno e a erudição tradicionalista aristotélica.

De acordo com Banfi (1986), enquanto o pensador calabrês Telesio, contemporâneo a Bruno, mantinha convicções puramente físicas acerca da filosofia natural, o nolano justifica suas inferências com base numa metafísica calcada na unicidade do todo, a qual lhe confere seu caráter infinito e, ao mesmo tempo, numa dissolução deste todo em partes às quais é atribuída a finitude. Portanto, para Banfi:

“[...] em Bruno, a interpretação metafísica do naturalismo afirma-se de forma radical. Criticados todos os conceitos representativos do dualismo escolástico aristotélico, reconhecia a infinidade dos mundos e do universo que os envolve, dissolvida a finitude de cada ser numa limitada correlação, a natureza revela-se como acto [sic] de uma substância divina unitária, que se desenvolve num processo infinito de vida.” (BANFI, 1986, p.29)

### 2.3.3 O universo acêntrico e infinito

O primeiro alvo de Bruno é a finitude do universo. Professor Lovejoy afirma, num excerto encontrado em Mendoza (1995, p. 95), de seu livro *Great Chain of Being*:

Dentre muitos, é Giordano Bruno quem deve ser considerado o principal representante da doutrina do universo descentralizado, infinito e infinitamente povoado; por não apenas tê-la apregoado pela Europa Ocidental com o fervor de um apóstolo, como também por ter dado de início uma declaração completa dos motivos pelos quais o público deveria lhe dar o devido crédito (LOVEJOY, In: MENDOZA, 1995, p. 116).<sup>19</sup>

Apesar de críticas contemporâneas removerem de Bruno o mérito da originalidade em propor um universo infinito, em relação a Thomas Digges, as opiniões de Koyré são favoráveis àquilo que afirma Lovejoy.

A ideia do infinito horrorizava os peripatéticos. Aristóteles, em primeiro lugar, na descrição de sua metafísica, afirma que o infinito não é possível de se conhecer sob dois aspectos: o quantitativo e o qualitativo. Ou seja, o infinito seria, por si, uma característica de seres dos quais nada se pode inferir sobre suas dimensões ou quantidade, por serem infinitos

---

<sup>19</sup> Tradução do original (feita pelo autor): “In several quarters, it is Giordano Bruno who must be regarded as the principal representative of the doctrine of the decentralized, infinite, and infinitely populous universe; for he not only preached it throughout Western Europe with the fervor of an evangelist, but also first gave a thorough statement of the grounds on which it was to gain acceptance from the general public.”

em extensão ou número, nem sobre as características das substâncias que os compõem, por serem infinitos na variedade de suas qualidades.

Em segundo lugar, postula que a grandeza das partes que compõem o todo define, propriamente, a sua grandeza; uma vez que é impossível, por exemplo, que as partes de um animal – carne, ossos e sangue – sejam por si sós infinitas, logo o próprio animal jamais poderia ser infinito em extensão.

A sua terceira colocação diz respeito à reciclagem da matéria, conceito que sustenta a impossibilidade do crescimento indefinido de um corpo, uma vez que, para tal, é necessária a aquisição indefinida de matéria por meio de alguma fonte; por exemplo, toda vez que a água, para ser extraída da carne, retira-lhe uma quantidade de matéria, é preservada a quantidade das partículas em questão, sendo impossível a extração infinita da substância.

Por outro lado, para Bruno, os sentidos humanos são enganosos no juízo da qualidade ou da quantidade de um determinado ser. Para ele, os sentidos cumpririam a função de testemunhar sobre os fatos, de inferir proposições, a despeito de estarem sujeitos a perturbações físicas. Desta forma, o desconhecimento do infinito por meio dos sentidos não deveria excluir a possibilidade de sua existência. O italiano também sustenta um modelo cosmológico segundo o qual um universo infinito resolveria as demais contradições aristotélicas a respeito deste tema.

A ideia do vácuo também perturbava os aristotélicos. A limitação técnica em se reproduzirem experimentos que atestassem a existência do vácuo levou os peripatéticos a rejeitarem a ideia: para eles, todo o espaço físico está preenchido por matéria, e, assim que uma determinada porção do espaço passa a ser ocupada por algum corpo, o corpo que anteriormente a ocupava se faz ausente. Portanto, não havia lugar para a admissão do vácuo.

Bruno retoma a definição peripatética de lugar, na qual este não é definido “como corpo continente, nem como espaço determinado, mas como uma superfície do corpo continente [...]” (BRUNO, In: PESSANHA, 1983, p. 17).

O nolano aponta que a cosmologia aristotélica continha em si uma contradição no que diz respeito à definição de lugar, pois, se tal é definido como superfície do corpo continente, então, a nona e última esfera celeste, que não era contida por nenhuma superfície, não deveria estar em lugar algum.

Ora bem, não estar em lugar algum implicaria na sua não existência, sendo isso um absurdo. Em seguida, Bruno diz não ser possível fugir ao vácuo. Filóteo, no seu diálogo com Fracastório e Búrquio, afirma que o continente tem apenas atribuições matemáticas, sendo ele

incorpóreo e imóvel; por outro lado, o conteúdo tem atribuições físicas, sendo ele corpóreo e móvel.

Portanto, para além da última esfera, não existindo nenhum corpo continente, a esse *nada* incorpóreo Bruno deu o nome de *vácuo*. O modelo cosmológico peripatético continha, mais uma vez, uma contradição; segundo ele, dizer que o “universo está contido em si mesmo”, não respondia às inconsistências do sistema proposto por Aristóteles. Por outro lado, vê-se que a conjectura do vazio não teria sido feita originalmente por Bruno, afinal, como pode ser visto em Oresme, “[o vácuo é] nada mas que o próprio Deus, o qual é sua própria imensidade indivisível e Sua própria eternidade como um todo e todos em um” (ÉVORA, 1988, p. 72).

O filósofo italiano também antecipa conceitos da astronomia contemporânea, como a isotropia do universo, por meio da ideia da multiplicidade dos mundos. Apesar de ele não fazer uso do método científico, dispensando o empirismo e experimentação, a antecipação do conceito de isotropia foi de suma importância para que se construísse, de fato, uma mentalidade capaz de admitir ideias que tão fortemente contradiziam as concepções peripatéticas.

A persuasão aristotélica em relação à finitude espacial de seu modelo cosmológico é trazida à tona por Elpino em *Sobre o Infinito*. Elpino argumenta que, para Aristóteles, a multiplicidade de mundos é restrita pela própria vontade do Criador. A este, por sua vez, são atribuídas as infinidades extensiva e intensiva, porém não a absoluta, pois a potência motriz divina é limitada segundo sua própria razão. A limitação da potência motriz divina, segundo o arbítrio do próprio Criador, é a condição necessária para que a última esfera se mova eterna e regularmente, em oposição ao movimento instantâneo que se sucederia se a potência motriz divina fosse absolutamente infinita. Portanto, limitado pela própria vontade ao finito, a Deus aprazeria criar um único mundo e um universo espacialmente limitado.

Filóteo, para responder-lhe, afirma que absurdo seria o finito impor limites ao infinito, ou seja, a criação jamais poderia limitar o ato de um criador de potência infinita. No Criador, para Bruno, não deve haver distinção entre potência, operação e efeito; a segregação entre potência e ato deve ocorrer apenas em coisas mutáveis. Segundo ele:

[...] Por que pretender que o centro da divindade, que pode infinitamente amplificar-se numa esfera infinita (se assim podemos dizer), prefira permanecer estéril, como um avaro, em vez de ser comunicativo, como um pai fecundo, gracioso e belo? (BRUNO, In: PESSANHA, 1983, p. 20)

Nesse diálogo, Elpino admite a existência do infinito somente sob a forma incorpórea, manifestada em Deus. Filóteo concorda com Elpino no que diz respeito à infinidade divina, e nisso parece haver um consenso entre os interlocutores. No entanto, Filóteo explica as atribuições do seu infinito corpóreo: a natureza pode até não admitir a extensão infinita de espécies corpóreas, no entanto, a infinidade ainda se manifesta no número em que essas espécies se dispõem.

O universo, segundo Filóteo, a despeito de não ter limites ou fronteiras, poderia ser visto como finito se é interpretado como a composição infinita de partes finitas, as quais tendo seus devidos limites. No entanto, o universo é de fato infinito se se considera o infinito potencial criativo do Criador manifestado na eterna transformação de tudo o que existe. Bruno pontua, portanto, um universo não só desprovido de limites físicos, mas infinito também temporalmente.

Outro argumento peripatético que impõe restrições à multiplicidade dos mundos diz respeito à mecânica terrestre de Aristóteles. Évora (1988), sobre o funcionamento deste modelo, reafirma que, no universo peripatético, as coisas teriam, cada uma delas, o seu lugar natural. Assim que se fossem deslocadas as espécies corpóreas dos lugares correspondentes às suas substâncias, o seu movimento se faria naturalmente em direção ao seu local natural. Segundo Aristóteles:

Todo o corpo, ou se move, ou permanece imóvel. E este movimento ou permanência ou é natural ou é forçado. Além disso, todo o corpo, onde não permanece por violência mas naturalmente, aí fica imóvel, não por violência, mas por natureza; e onde não se move por violência, aí permanece naturalmente. De sorte que, tudo aquilo que é violentamente movido para o alto move-se naturalmente para baixo, e vice-versa. Daqui se infere que não existe multiplicidade de mundos, se considerarmos que, se a terra, que está fora desse mundo mover-se-á naturalmente para o meio daquele [...] A causa de tudo isso é que, se aceitarmos a existência de mais terra, precisamos admitir que a potência de uma seja semelhante à potência da outra, assim como a potência daquele fogo será semelhante à potência deste fogo (BRUNO, In: PESSANHA, 1983, p. 62).

De acordo com a proposição peripatética de acordo com a qual todos os quatro elementos, ainda que estivessem presentes em outros mundos, continuam pertencendo à mesma essência, a tendência destes elementos se agruparem segundo as suas naturezas levaria à amalgamação desses mundos num único.

Na resposta de Bruno a essa questão, o nolano infere que a tendência dos corpos se agruparem segundo a natureza de seus elementos está restrita a cada mundo, sendo improvável que um corpo se afaste para além de seu continente<sup>20</sup>. Para Bruno, os astros se dispõem de forma semelhante uns em relação aos outros, da mesma forma como se dispõem os seres vivos; para exemplificar a inconsistência do modelo aristotélico, o nolano menciona que as partes constituintes de animais distintos, ainda que semelhantes, não tendem a tomar o lugar dos corpos que lhes são estranhos. Portanto, assim como os animais se mantêm íntegros e semelhantes, também se manteriam íntegros e semelhantes os diversos mundos existentes no universo bruniano.

Argumentos contra a multiplicidade dos mundos podem ser acessados naquilo que escrevera Averróis (CAMPOS, 2008), que parafraseia os argumentos de Aristóteles em relação à restrição (da multiplicidade) com base na definição de lugar natural dos corpos e a consequente necessidade de fusão dos mundos.

Por outro lado, já se encontrava antes de Bruno uma refutação à imposição de um mundo único também em Oresme. Para este último, a possibilidade de sua multiplicidade poderia ocorrer sob três formas. A primeira atesta a pluralidade no tempo, e os mundos, no seu processo cíclico de criação e destruição, seriam tantos quanto conviesse ao Criador. A segunda diz respeito à possibilidade da Terra, bem como de outros astros, de abrigarem outros mundos em seu interior (aqui, o próprio Oresme faz uma consideração de que isso seria improvável porque, para tal, “seriam necessários vários deuses ou várias inteligências” (CAMPOS, 2008, p. 84)). A terceira diz respeito ao fato de alto e baixo serem construções relativas à definição aristotélica de lugar. Segundo esta, no meio celeste, o que está “sobre a cabeça” é posto acima, e aquilo que está “sob os pés”, abaixo. Na Terra, em contrapartida, essa orientação é definida de acordo com o lugar natural dos corpos. Ora, uma vez que carece ao meio celeste a orientação das coisas segundo sua substância, os mundos poderiam se fazer múltiplos, não ocorrendo a migração de matéria de um planeta a outro e, conseqüentemente, sua fusão seria evitada. Esses argumentos também puderam ser verificados no *Sobre o Infinito*, de Bruno.

---

<sup>20</sup> Em sua obra de 1543 intitulada *As Revoluções dos Orbes Celestes*, Copérnico já havia apresentado uma ideia semelhante:

“Quanto a mim, penso que a gravidade não é outra coisa senão um certo desejo natural introduzido nas partes pela divina Providência do autor do universo para que se encontrem na sua unidade e integridade, reunindo-se em forma de esfera. E é de se crer que esta tendência escrita também no Sol e na Lua, assim como em outros planetas, para que por seu efeito, elas possam conservar a forma esférica com que se apresentam” (COPÉRNICO, *As Revoluções dos Orbes Celestes*, p. 45).

Por outro lado, Bruno desconstrói em seu quinto diálogo a atribuição de gravidade e leveza absolutas a corpos terrestres, de maneira que “nada é pesado ou leve em seu próprio lugar” (BRUNO, In: PESSANHA, 1983, p. 84), ou seja, a água contida numa vasilha sobre a terra torna-se grave, ao passo que a água de um rio não é percebida como tal pelos corpos nela submersos. Subsequente à desconstrução da hierarquia dos elementos segundo sua gravidade, Bruno também o faz em relação à disposição destes na Terra. Ele prova ser falaciosa a afirmação peripatética de que os elementos se organizariam de forma a maximizar a distância entre aqueles de qualidades opostas. Ora, o que confere densidade e solidez à terra é a água, de maneira que a composição dos corpos terrestres contenham, em si, uma fusão de componentes de qualidades opostas, que lhes conferem a sua própria identidade. De acordo com a lógica de Aristóteles, seria necessário que o céu se interpusesse entre a terra, grave, e o fogo, leve, visto que o éter celestial não é leve, nem grave. Ou, ainda, seria absurdo admitir que o ar, quente e úmido, pudesse estar próximo à terra, fria e seca, uma vez que têm qualidades opostas.

#### **2.3.4 A influência de Nicolau de Cusa sobre Bruno**

A ideia de um universo infinito e, conseqüentemente, acêntrico também é encontrada nas ideias do cardeal alemão Nicolau de Cusa (PORTO, 2010), segundo o qual é impossível atribuir o centro do mundo a qualquer orbe celeste, por causa dos seus diversos movimentos. Em seguida, o cusano apresenta um argumento contra a aparente imobilidade terrestre, que consiste na observação da água enquanto se está sobre um barco: se não se vê quaisquer margens, o observador não é capaz de identificar, tampouco, quaisquer movimentos. Dessa forma também havia de acontecer à Terra. Giordano Bruno encontraria um forte suporte às suas ideias a partir das do cusano (NEVES, 2004).

Alexandre Koyré estende a influência do cusano não apenas a Bruno, mas a outros grandes expoentes da ciência pós-medieval:

Realmente, e assim ele foi interpretado [sic] por Giordano Bruno, por Kepler e por finalmente Descartes, que numa carta bastante conhecida a seu amigo Chanut (Chanut relata algumas reflexões da Rainha Cristina da Suécia, a qual duvidava que, no universo infinitamente expandido por Descartes, o homem ainda pudesse ocupar a posição central que, segundo os ensinamentos da religião, lhe fora dada por Deus na criação do mundo), diz-lhe que afinal de contas ‘o cardel de Cusa e vários outros teólogos já supuseram o mundo infinito, sem serem jamais repreendidos pela igreja; ao contrário, acredita-se que fazer suas obras grandíssimas agrada a Deus

KOYRÉ, 1986, p. 13).

No entanto, Koyré deixa claro que, para atender às exigências dogmáticas cristãs, o cusano não afirma a infinitude positiva do universo. Na realidade, o universo não deveria ser infinito no sentido integral da palavra, mas, mais propriamente, intérmino. Essa atribuição reconhecia a impossibilidade da cognoscibilidade plena no universo, ou seja, a este sempre faltam precisão e rígida determinação. À admissão de um universo desconhecível plenamente e sempre restrito à descrição parcial, Nicolau de Cusa chamou de *docta ignorantia* (douta ignorância), princípio citado por vezes em Bruno.

Sua filosofia descreve que quando se estende as grandezas atribuídas a um corpo ao infinito ou ao infinitesimal, aquelas perdem a validade de seu significado; como, por exemplo, é sensato considerar que o movimento e o repouso são opostos e, ainda, que essa oposição seja máxima se considerados o repouso absoluto e o movimento em velocidade infinita. Com efeito, se não existe movimento no repouso e nem na velocidade infinita, não devem existir movimentos máximos ou mínimos, dentro do conceito de movimento, do ponto de vista absoluto, mas sempre do relativo. Por consequência, esses dois conceitos adversos devem, no fim, coincidir. Nicolau de Cusa justifica essa coincidência com base no argumento de que, tanto ao se expandir uma circunferência a extensões infinitas ou infinitesimais, o centro perde sua posição, coincidindo com a própria circunferência:

Não podemos deixar de admirar a ousadia e a profundidade das concepções cosmológicas de Nicolau de Cusa, que culminam na espantosa transferência para o universo da pseudo-hermética caracterização de Deus: “uma esfera cujo centro está em toda parte, e cuja circunferência está em parte alguma” (KOYRÉ, 1986, p. 28).

Segundo Banfi, Nicolau de Cusa anunciava uma tendência em direção à não transcendência plena do divino, de forma a considerar o pensamento humano como a manifestação individual de um Deus sob a forma da unidade da realidade natural:

N. de Cusa, apesar das bases ainda escolásticas do seu pensamento, ao negar, segundo o princípio da *docta ignorantia*, a cognoscibilidade da realidade divina absoluta na qual os opostos coincidem, tinha reconhecido ao pensamento humano, como sua função própria, a saliência das relações que constituem a estrutura unitária da realidade natural, e tinha vindo a acentuar cada vez mais, nos seus últimos

escritos, uma tendência imanentista (BANFI, 1986, p. 28).

Não obstante, por falta de uma ciência suficientemente avançada relativa à época, não se pode afirmar que o cusano, embora tendo influenciado até mesmo Descartes na sua concepção de um universo infinito, tenha considerado “a forma achata da Terra, as trajetórias elípticas dos planetas, a relatividade absoluta do espaço, a rotação dos corpos celestes em torno de seus eixos” (KOYRÉ, 1986, p. 28-29), uma vez que não atribui o movimento de rotação a nenhum planeta, nem mesmo à Terra, e chega mesmo até a afirmar luz própria provinda daquela e também da Lua. No fim, sua principal contribuição fica sendo a “rejeição da estrutura hierárquica do universo e, particularmente, sua negação da posição singularmente baixa e desprezível atribuída à Terra pela cosmologia tradicional, juntamente com sua posição central” (KOYRÉ, 1986, p. 29).

## 2.4 Galileu Galilei

### 2.4.1 Descrição biográfica de Galileu

Galileu Galilei<sup>21</sup> nasceu em 15 de Fevereiro de 1564, na cidade de Pisa, mas foi em Florença que completou seus primeiros estudos, e também para onde retornou após ter passado um período em sua cidade natal para estudar medicina.

Orientado por Ostilio Ricci, discípulo de Tartaglia, Galileu se voltou à resolução de problemas técnicos de balística, mecânica e hidráulica. Provas da influência deste orientador, ligado à Academia Florentina de Desenho, são encontradas em escritos tais como *La Bilancetta*, parafraseados por Banfi em que

[...] Galileu retoma o problema de Arquimedes relativo à determinação do peso específico dos corpos, e os estudos sobre os baricentros dos sólidos, que lhe deram fama de sagacidade e doutrina, a que ele deveu, mediante o empenho do marquês Guidobaldo del Monte, a nomeação para a cátedra de matemática da Universidade de Pisa. (BANFI, 1986, p. 18)

---

<sup>21</sup> Figura 9 – Galileu Galilei

Évora (1988) ressalta que consoante à orientação de Ricci, o qual mais tarde haveria de se tornar o matemático grão-duque de Toscana, Galileu fundou seus estudos, sobretudo, sobre os escritos de Arquimedes e Euclides.

Para Banfi, a temporada na cidade conhecida pela torre à qual se atribui o famoso e controverso experimento da queda dos corpos foi marcada pela “hostilidade do ambiente acadêmico [...] e a necessidade de melhorar as condições financeiras” (BANFI, 1986, p. 18), além da morte do pai como um fator agravante à situação em que se encontrava o cientista pisano.

Ainda que o tempo em que Galileu estivera em Pisa tenha sido marcado por alguns desencontros, Motta BRUNO destaca que é ao período passado nesta cidade que se creditam as

primeiras investigações no campo da física, particularmente em mecânica, tentando descrever os fenômenos em linguagem matemática. (BRUNO, In: PESSANHA, 1983, p. 95)

Além disso, essa época representa a primeira ruptura galileana com a metafísica aristotélica, a qual repudiava o emprego matemático à dinâmica natural. Como consequência da intrepidez dos argumentos de Galileu, é suscitada

violenta oposição da ciência oficial, representada pelos seguidores de Aristóteles, que discordam da aplicação da matemática nos domínios da física. Essa nova orientação metodológica seria a maior contribuição de Galileu à história das ideias (BRUNO, In: PESSANHA, 1983, p. 95).

A despeito disso tudo, foi na Universidade de Pádua que Galileu passou a pertencer à cátedra de matemática, em 1592, e parece ter encontrado uma realização profissional maior que aquela experimentada em Pisa. Foi em Pádua que o ensino privado do pisano atraiu a atenção de italianos e estrangeiros desejosos em conhecer as técnicas matemáticas empregadas na decifração de alguns enigmas mecânicos. Em algumas de suas obras são verificadas tais técnicas, em que se percebe uma acepção gradual dos fenômenos naturais sob o ponto de vista propriamente científico, a saber, “um Trattato dela sfera o Cosmografia, de 1603, com a exposição escolástica do sistema ptolomaico, uma Breve istruzione

sull'architettura militare, um Trattato di fortificazione e, por fim, Le meccaniche [...]” (BANFI, 1986, p. 18).

Galileu era dono de um espírito prático e de uma notável habilidade técnico-prática, que lhe valeram seu sucesso acadêmico – boa remuneração e cargo vitalício na universidade – em Pádua, por meio da fabricação de um telescópio sobre o qual o pisano teria ouvido rumores, e daquele teria não mais que alguns indícios a respeito de sua fabricação.

Na obra *De uitvinding der verrekijkers (A invenção do telescópio)*, Cornelis de Waard menciona que a invenção da luneta ocorrera por volta de 1600, na Itália, a qual teria servido de modelo à construção de uma versão mais aperfeiçoada do instrumento em Middleburg, nos Países Baixos, em 1604. Este novo modelo, por sua vez, fora requerido em 1608 por um fabricante de lentes chamado Hans Lippersheim para a construção de um telescópio (ÉVORA, 1988).

Para a autora acima, é durante este período que Galileu ouvira rumores acerca da construção desse instrumento holandês. Entretanto, destaca que Paolo Sarpi teria sido o primeiro na Itália a ouvir falar de sua invenção. A autora comenta que Jacques Badovere, aluno do pisano entre 1597 e 1599, mantivera correspondência com Sarpi e a este teria informado sobre os “óculos holandeses”. Tendo ouvido tais notícias por intermédio de Sarpi, Galileu procedeu com o aperfeiçoamento do telescópio, e, durante os primeiros meses de 1610, escreveu suas primeiras observações no seu *Sidereus nuncius (Mensageiro das Estrelas)*. Diz Galileu, neste contexto, citado por Évora:

Há cerca de dez meses chegou aos meus ouvidos uma notícia de que um certo belga tinha construído um pequeno telescópio por meio do qual objetos visíveis, embora muito distantes dos olhos do observador, eram vistos claramente como se estivessem perto. Desse efeito, verdadeiramente notável, várias experiências foram relatadas, às quais algumas pessoas me davam crédito enquanto outras as recusavam. (ÉVORA, 1988, p. 28)

Estas verificações foram especialmente importantes ao cientista no que diz respeito à desconstrução do modelo cosmológico aristotélico por meio de uma técnica observacional muito mais apurada que aquelas utilizadas pelos seus antecessores. Galileu pôs em dúvida o conjunto de valores da sociedade medieval que advogavam a perfeição dos céus, uma vez que as observações do pisano negavam a luz própria dos planetas e demonstravam que, assim como os corpos terrestres, os celestes estavam sujeitos à mudança e à corruptibilidade.

Em meados de 1610, Galileu tornou-se o primeiro matemático da Universidade de Pisa, sem obrigação de residência ou ensino. A despeito do conforto mental que tal situação lhe poderia proporcionar, sua índole combativa o levava a questionar cada vez mais os velhos paradigmas acadêmicos a que se estavam sujeitos a sociedade da época, e, assim, pôs em xeque algumas opiniões aristotélicas por meio dos princípios hidrostáticos de Arquimedes, na polêmica obra *Discorso intorno alle cose che stanno sull'acqua* (*Discurso sobre as Coisas que Estão sobre a Água*), e também da demonstração da existência das manchas solares, na *Istoria e dimostrazione intorno alle macchie solari* (*História e Demonstração sobre as Manchas Solares*).

De forma gradual, o matemático de Pisa se via cada vez mais em dissonância com a filosofia aristotélica, motivo que lhe teria forçado a se justificar perante as Sagradas Escrituras por meio de uma carta endereçada a um fiel discípulo em 1613, onde proclamava a legitimidade de se pensar livremente dentro da ciência. Isto, porém, não fez mais que acentuar a sua antipatia em relação ao Tribunal da Santa Inquisição, que lhe deu uma sentença em fevereiro de 1616 devida à herética ideia de que a Terra deveria se mover diariamente em torno de seu próprio eixo.

Com o aparecimento de três cometas em 1618, Galileu recuperou o seu orgulho ferido pelas acusações, e, apresentando no *Saggiatore* inferências de acordo com as quais esses astros seriam “produto da reflexão solar sobre emanações que se elevam nos altos estratos da atmosfera” (BANFI, 1986, p. 21), o pisano apresentou uma réplica ao ataque do padre Orazio Grassi à sua obra *Discorso delle comete*. É importante frisar que a concepção astronômica galileana sobre os cometas é completamente equivocada sob o ponto de vista científico, no entanto, de acordo com Banfi, a significância da obra está na “polêmica contra o método errado das pesquisas, contra o processo ingênuo e dogmático que Sarsi tinha em comum com o saber oficial do seu tempo” (BANFI, 1986, p. 21).

Galileu viveu o período de maior serenidade em sua vida após a elevação de Urbano VIII ao pontificado em 1623. A partir de então até 1629, o matemático se dedicou, sobretudo, ao refinamento de suas ideias com base naquilo que escrevera Copérnico. Atribuindo, pois, o significado galileano às teorias copernicanas, o pisano não só caminhava em direção à sistematização do seu conhecimento por intermédio de novos métodos, como também via nisto um meandro para a formação de uma nova civilização, dona de seu próprio destino.

Como afirma Motta BRUNO (1983), neste período Galileu estivera em silêncio, tendo vindo a terminar o seu *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* (*Diálogo sobre os Dois Maiores Sistemas do Mundo*) em 1630, e a publicá-lo somente em 1632. Se, por um

lado, Galileu encontrava forte subsídio à exposição de sua nova física no seu público e no grão-duque, por outro, o pisano se via tolhido devido às pressões de sua passada acusação, bem como à hostilidade que encontrava no ambiente acadêmico.

E esta hostilidade foi aos poucos aumentando, mesmo por parte do papa Urbano, a quem Galileu enxergava alguma tolerância, esta cada vez mais apagada em meio às exigências por parte do pontífice para que Galileu alterasse o título e parte de sua obra, e acrescentasse a esta alguns trechos explicativos de autoria papal. O repúdio por parte da igreja ao *Dialogo* foi deixado finalmente às claras quando, após uma amistosa acolhida pública da obra, fora decretado que se interrompesse a sua venda e que Galileu comparecesse mais uma vez ao Tribunal do Santo Ofício, partindo a Roma em 20 de Janeiro de 1633.

Acusado de ter violado os decretos do julgamento de 1616, por meio da publicação de um tratado essencialmente copernicano – neste período a Igreja já decretara como falsa e herética a cosmologia copernicana –, no qual o autor muito provavelmente incorporara a Simplício a personalidade do próprio pontífice, atribuindo-lhe toda a ortodoxia dogmática aristotélica, Galileu se defendeu inicialmente dizendo que não advogava nem contra nem a favor das teorias copernicanas no *Dialogo*, e que, após o decreto de 1616, nunca mais voltara a considerar as premissas do polêmico heliocentrismo.

Segundo Koyré, por outro lado, o *Dialogo* era uma obra que a todo o momento atacava a metafísica de Aristóteles, entretanto com o emprego muito escrupuloso por parte do autor no sentido de se esquivar de possíveis acusações:

o *Dialogo* é um livro dirigido ao ‘grande público’, um livro que visa à destruição da concepção aristotélica de mundo em favor da de Copérnico, um livro que finge, de resto, não fazê-lo, e no qual, portanto, assuntos difíceis e perigosos devam ser obviamente evitados (KOYRÉ, 1986, p. 98).

Em 1633, após um rogo que lhe suprimira da tortura física, o velho pisano foi condenado à prisão perpétua após abjurar dentro do cárcere do Santo Ofício. Sua pena foi atenuada para que a cumprisse, primeiramente, na embaixada da Toscana, em seguida no arcebispado de Siena e, depois, junto à sua filha numa propriedade rural em Arcetri que adquirira no passado. Já fisicamente impotente devido à cegueira e a artrite, ele pôde ser transferido finalmente a Florença, porém não sem a vigilância da consciência inquisitória.

Os últimos anos de Galileu não significaram, a despeito de suas condições, o esgotamento de sua produtividade, de forma que em 1638 os *Discorsi intorno a due nove scienze* foram publicados e, como afirma Banfi, neles

discute-se sobre a estrutura da matéria, a queda livre dos corpos, o movimento pendular e problemas particulares de hidrostática. Na segunda [parte da obra] encara-se o problema da resistência dos sólidos com base nas leis sobre a alavanca que proporcionam o fundamento de uma sistemática dedução teórica. Na terceira e na quarta partes, tratando-se do movimento local e da trajetória dos projecteis [sic], expõem-se os princípios gerais da dinâmica. A quinta e a sexta partes foram publicadas incompletas e postumamente (BANFI, 1986, p. 25).

Pouco tempo antes de sua morte em 1642, Galileu mantivera contato com diversos homens da ciência, nos quais contemplava o êxito das implicações de suas inferências heréticas, e que mais tarde as tomariam adiante de maneira a reorganizar a interpretação do espaço cosmológico, entre eles Torricelli e Viviani. Mesmo até o último instante em que permanecera vivo e agonizado pela febre, o pisano conservou o espírito lúcido e sereno.

#### **2.4.2 A contribuição do pisano**

O método científico galileano sistematiza a aquisição da fenomenologia natural de maneira que, após recolhidas informações por meio de observação, estas possam ser traduzidas em linguagem matemática. Assim, a formulação de leis de regularidade de um determinado sistema pode ser obtida exclusivamente através da manipulação matemática desses dados empíricos. Este método não deve ser confundido nem com a adequação de princípios generalizados a condições particulares, nem com o contrário, ou seja, a interpretação forçosa de uma situação em função de princípios outrora estabelecidos. O método trabalha de forma a atender reciprocamente à relação do “facto [sic] singular em função da lei e da lei em função do facto” (BANFI, 1983, p. 39).

Segundo Motta BRUNO, a importância da formulação do método científico foi muito maior que a das constatações observacionais de Galileu, no que diz respeito às implicações da ciência galileana na construção de um novo saber científico, uma vez que muitas das inferências do pisano acerca da dinâmica celeste eram equivocadas. Diz BRUNO:

Galileu tornou-se o criador da física moderna, quando enunciou as leis fundamentais do movimento; foi também um dos maiores astrônomos de todos os tempos, pelas observações pioneiras que fez com o telescópio. Essas descobertas, contudo, foram resultado de uma nova maneira de abordar os fenômenos da natureza e nisso reside sua importância dentro da história. No campo das ideias filosóficas, Galileu é mais importante pelas contribuições que fez ao método científico do que propriamente pelas revelações físicas e astronômicas encontradas em suas obras (BRUNO, In: PESSANHA, 1983, p. 97)

Por outro lado, Banfi parece defender com mais ardor a opinião de que muito pouca relevância do campo filosófico pode ser atribuída ao pisano. Aos paradigmas aristotélicos vigentes, os quais se assentavam “no pressuposto de um sistema metafísico, em que os princípios racionais são fixados e determinados em função de uma particular visão e valoração da realidade”, e que se tornava gradualmente “a fonte de arbitrariedade e da esterilidade de todo o saber” (BANFI, 1986, p. 36), Galileu não apresenta em contrapartida uma versão finalizada de sua epistemologia, e apenas faz menção a suas teorias gnosiológicas algumas vezes para validar alguns aspectos do seu método científico. Finalmente, o que Galileu faz é, essencialmente, “substituir o problema da essência da realidade, do seu fim absoluto, do seu significado último, pelo problema da sua estrutura fenoménica [sic]” (BANFI, 1986, p. 37).

O aspecto primário do método científico consiste na observação (BRUNO, In: PESSANHA, 1983, p. 97). Mas é uma observação condicionada a pressupostos indutivos que caminham em direção à essência do sistema em questão. A regularidade exigida na fenomenologia observada torna os dados obtidos – em linguagem matemática – possíveis de migrarem ao plano abstrato, a partir dos quais se torna viável a previsão do comportamento desse sistema, e tira-se, portanto, conclusões bem determinadas acerca de sua regularidade. Por outro lado, a lógica aristotélica opera de maneira muito pouco abstrata: nesta, o comportamento de um dado objeto é univocamente referível a este, assim, o conhecimento do funcionamento de um todo só é viabilizado se são observados os aspectos particulares de cada uma das partes que o compõem. Não se pode, segundo essa lógica, aplicar uma dinâmica generalizada ao funcionamento de um sistema segundo grandezas físico-matemáticas a que se referem seus componentes, de forma que aí sempre opere o *princípio da identidade*. Em contraposição à segurança de uma conclusão obtida por vieses matemáticos, a dinâmica aristotélica se construía por meio de silogismos.

A experimentação é o segundo passo em que consiste o método. Galileu direciona a sua atenção exclusivamente aos eventos mecânicos, e, para ele, aspectos que, segundo essa

metodologia de interpretação fenomenológica, não podem ser quantificados, como o cheiro e o sabor, são irrelevantes às suas determinações experimentais. Galileu nega o peripatetismo no que se refere à suposição de que o princípio antirracional e o acidental levavam à constituição da matéria, uma vez que sobre esta última é calcada toda a racionalidade do método galileano; e também no que diz respeito à suposição do infinito e do infinitesimal, condições necessárias de acordo com as quais sua dinâmica deve operar.

Ainda sobre a experimentação galileana, muito se controverte em torno do suposto evento ocorrido em Pisa, em que Galileu teria deixado cair corpos de diferentes massas a partir de uma mesma altura, no alto da torre, para provar que o argumento peripatético segundo o qual corpos de massas diferentes devem apresentar tempos de queda diferentes era falacioso.

Évora relata que entre 1591 e 1592 o pisano se ocupou com a elaboração do *De Motu*, tratado anti-aristotélico que, entre outras coisas, desmitificava essa concepção errônea sobre queda livre. Também ela adverte que o experimento da torre pode, na realidade, ser um mito, se considerado que pouca ou nenhuma implicação nos meios acadêmicos se sucedeu com uma experiência que, se de fato tivesse ocorrido, teria chamado a si uma atenção histórica muito maior que aquela que foi voltada ao evento. O que se sabe sobre isso hoje é com base nos relatos de Viviani, e, para Koyré, estes parecem inverossímeis devido às condições relativas ao contexto das universidades da época, cujos costumes não admitiriam que uma assembleia de professores assistisse à execução de um experimento tão “ridículo”, em que o argumento utilizado vinha sido discutido no ambiente acadêmico havia cem anos. Stillman Drake, em contrapartida, apesar de não considerar o evento descrito por Viviani como um experimento, mas sim uma demonstração de algo cujas conclusões já haviam sido formuladas por Galileu previamente, parece não corresponder à inconsistência da falta de repercussão do acontecimento (ÉVORA, 1988).

Importantes observações celestes são inauguradas por Galileu através do *perspicillum*, instrumento a que faz menção no *Sidereus Nuncius*, e àquele atribui autoria própria. Acerca dessas observações viabilizadas pelo seu novo instrumento, Galileu comenta, na citação de Koyré:

Tudo isso foi observado e descoberto há alguns dias, por meio dos *perspicilli* inventado [sic] por mim através da graça divina, que previamente iluminou meu espírito (KOYRÉ, 1986, p. 90).

Neste capítulo de sua obra, o matemático descreve que as rugosidades da superfície da lua, as quais qualquer pessoa pode perceber, confirmadas pelos sentidos, também que a natureza daquilo que compõe as nebulosas é, na realidade, muito diferente do que se acreditava até então, e relata a existência de mais quatro planetas, nunca observados previamente, cujos movimentos ora são retardados, ora progressivos, mas sempre em torno do sol.

Vale dizer aqui que, devido à concepção peripatética de acordo com a qual as substâncias terrestres e celestes são essencialmente diversas, assim como as leis de dinâmica que as regem, a luz oriunda da Terra não poderia interagir com os corpos dos céus, de forma a possibilitar a interpretação dos astros por meio dos instrumentos que aqui se dispunha. Por outro lado, os óticos que se ocupavam em desvendar os mistérios do espaço pareciam negligenciar esse impedimento cosmológico promovido pelos silogismos aristotélicos. Estes observadores eram, às vezes, até mesmo ignorantes ou alheios à alteração de material a partir do limite dos céus. Para Feyerabend, “uma vez mais a ignorância, a superficialidade, a falta de senso revelaram-se uma bênção” (ÉVORA, 1988, p. 67).

As interpretações galileanas acerca da observação que fizera das estrelas, por um lado, atribuem uma teoria à dimensão das estrelas mais tarde contestada por Kepler. Galileu afirma que, durante a observação de um céu noturno, as estrelas no firmamento apresentam em seu entorno uma franja luminosa que as revolve, de forma a aumentar o seu diâmetro aparente e, conseqüentemente, a induzir o observador a considerá-las muito grandes. Se tal procedimento observacional é aplicado a astros em torno dos quais não se vê quaisquer franjas o aumento através das lentes apresenta-se muito maior. O pisano infere que “os astros, tanto os fixos como os errantes, nunca têm suas dimensões ampliadas na mesma proporção em que os outros objetos, e a própria Lua, mudam de tamanho” KOYRÉ, 1986, p. 92). Após ter reduzido o diâmetro das estrelas fixas de 2 minutos para 5 segundos, Galileu pôde destruir

a base da mais impressionante – para seus contemporâneos – das objeções de Tycho Brahe à astronomia heliocêntrica. Segundo essa objeção, se o sistema copernicano fosse exato, as estrelas fixas deveriam ser tão grandes, ou antes, muito maiores do que todo o orbis magnus do circuito anual da Terra (KOYRÉ, , In: EVORA 1986, p. 93)

Por outro lado, uma leitura kepleriana permite analisar tal fenomenologia não de forma exógena, ou seja, não mais se atribuindo à luz solar a amputação das franjas luminosas das estrelas, mas sim ao funcionamento do próprio olho humano. Diz Koyré, via Évora:

os pontos luminosos enviam seus cones ao cristalino, e devido à refração produzida atrás dele se concentram de novo em um ponto. Mas, devido a que o tal ponto não chega até a retina, se dispersa de novo ocupando uma pequena área da retina em lugar de um ponto. Assim, a intervenção do telescópio faz com que, graças a outra refração, tal ponto se encontre na retina. Portanto, não é o caso que alguns raios cheguem ao olho procedentes do resplendor que rodeia por fora as estrelas, senão que, pelo contrário, os raios que provêm do próprio corpo luminoso se dispersam pelo efeito da refração e dilatação noturna da abertura da pupila, projetando um resplendor em torno do ponto da retina que deveria representar a estrela. (ÉVORA, 1988, p. 79)

Ou seja, o aparecimento de franjas luminosas em torno das estrelas representa o desfoque da imagem observada, o qual pode ser corrigido por meio de lentes, concentrando o ponto luminoso em questão no centro da retina.

O terceiro e último aspecto do método científico se refere à tradução de toda a aquisição observacional em linguagem matemática. A esse respeito devem ser comentados os principais pontos acerca da dinâmica de movimento segundo Galileu. Para Banfi, a importância de sua nova ciência matemática é tão grande que

adquire uma tal organicidade e universal conexão de problemas, de modo a poder reconhecer também a originalidade e a universalidade de seu método, avaliar portanto a sua vasta eficácia e pressentir a radical transformação que ele deveria trazer a todo o campo do saber (BANFI, 1986, p. 32).

Galileu advoga a relatividade de todo o movimento, apesar que argumentos acerca da relatividade óptica já terem surgido durante o período medieval em favor da preservação da dinâmica cosmológica copernicana. O que é inédito até Galileu é a constatação de que o movimento compartilhado por vários corpos não os afeta em particular. Ele também, durante a formulação de sua física, elabora conceitos rudimentares dos princípios da inércia.

Uma aproximação quantificada visivelmente precedente ao suposto experimento da torre permite analisar a velocidade de queda dos objetos com base nas variáveis peso específico dos corpos e peso específico do meio. Diz-se que essa quantificação, expressa no

*De Motu*, foi formulada anteriormente àquele polêmico evento porque naquela se via, ainda, um tempo de queda livre dependente da massa dos corpos. Ainda que primitiva essa formulação matemática expressa por meio da diferença entre os pesos específicos igual à velocidade de queda punha em jogo a concepção aristotélica segundo a qual o movimento no vácuo era impossível, e que a densidade do meio deveria contribuir à execução do movimento. Agora, segundo essa nova equação, o vácuo deveria corresponder à igualdade “velocidade de queda igual ao peso específico do corpo em questão”.

Em contrapartida, o pisano parece concordar com Aristóteles uma vez que afirma que a tendência dos corpos pesados é a de se mover em direção ao centro da Terra, enquanto que todo o movimento ascendente é forçado. Entretanto, discorda dos peripatéticos quanto à possibilidade de composição de movimentos: um corpo em queda livre, nas vizinhanças da Terra, deveria descrever, por um lado, o movimento descendente já automaticamente considerado, mas também, por outro, um movimento circular que acompanhasse a rotação diária da Terra. Logo, o movimento de queda livre é uma composição de movimentos de naturezas diferentes, o qual se torna, portanto, oblíquo. Aqui Galileu desconstrói a natureza diferente de cada movimento – retilíneo e circular – destruindo a simultânea execução.

Ele parece fazer uso de uma inércia circular através da qual seriam justificadas algumas situações problemáticas, como aquela em que se põe em dúvida o movimento oblíquo associado à queda livre já que não se constata visualmente nenhum indício de circularidade na queda de uma pedra do alto de uma torre, por exemplo. É por meio do uso de sua inércia circular que Galileu agrupa toda a classe de fenômenos da Terra à sujeição de seu movimento rotacional diário.

O que ele negligencia, entretanto, é que o movimento circular pode ser detectável em sentido absoluto, e isso contraria o seu princípio no qual a percepção de um movimento, quando uniforme, é apenas detectável visualmente, quando confrontado com o movimento relativo a outro corpo.

A não uniformidade do movimento circular uniforme reside na variação constante do sentido da velocidade (ainda que tenha módulo invariável), e isso já torna um corpo rotacional sujeito à uma ação de natureza não inercial. Uma implicação da inconsistência da relatividade galileana é apresentada por Rocco, por meio da citação de Évora. O argumento dele consiste na situação em que, se um pássaro se move em torno de um caçador, e este último pretende atingi-lo com o projétil, não terá êxito se apontar a sua arma de forma que esteja sempre alinhada com o pássaro; é necessário que se aponte mais à frente. Vê-se, aí, uma constatação

empírica de que alguns movimentos, mesmo que não detectáveis do ponto de vista visual, em sentido absoluto se fazem percebidos.

Finalmente, discorre-se mais um pouco sobre mecânica celeste galileana, que representa especial relevância à presente dissertação. Essa mecânica, embora heliocêntrica em seu período maduro, não se mostrava copernicana primordialmente. Évora (1988) argumenta, por outro lado, que essa postura não representava um conservadorismo isolado por parte do pisano, uma vez que mesmo Kepler, com suas órbitas elípticas, já objetava ao copernicanismo. Galileu parece mostrar ter abandonado a fonte cosmológica ptolomaica a partir de “uma longa carta que ele enviou, em 30 de maio de 1597, a Jacopo Mazzoni, seu antigo aluno em Pisa” (ÉVORA, 1988, p. 16), na qual refuta a imobilidade e centralidade terrestres de Mazzoni em favor do seu movimento, para o pisano, muito mais prováveis.

### **3. CONCLUSÃO**

Poderia ser construída, aqui, uma conclusão convencional à luz dos protocolos aplicáveis aos trabalhos acadêmicos. No entanto, deve ser ressaltado aqui que, embora os fatos apresentados durante esta dissertação digam respeito a uma época finda, a uma revolução que pôde ser delimitada muito bem temporalmente, a dinâmica, por meio da qual esses fatos se desenrolaram em direção à implantação de uma nova ordem social e intelectual regida por ideias então revolucionárias, é essencialmente a mesma dinâmica que ao longo de todo o processo histórico estruturou as relações entre acadêmicos, teólogos e filósofos, alguns dos quais que, apregoando novas doutrinas mesmo que o fizessem com base em pensadores antiquíssimos, resgatando deles o que fosse conveniente à sua época, invariavelmente sofriam sanções por parte das mentes mais conservadoras, para as quais nenhuma mudança deveria se sobrepor à continuidade dos velhos paradigmas.

No caso abordado, em particular, os espíritos revolucionários dizem claramente respeito a Bruno e a Galileu, uma vez que, por meio de um olhar atento àquilo que os conservadores se esforçavam em negligenciar, buscaram nos pensadores antigos o suporte teórico à execução de suas revoluções. Já os conservadores em questão pareciam sempre se materializar sob a forma de grandes instituições, como a Universidade e a Igreja, posto que as velhas doutrinas, até o momento de sua ruptura, gozaram de um tempo generosamente farto concedido pela inércia dos antigos costumes, suficiente para se organizarem e, à sua volta, construírem fortificações.

Por fim, se esse discurso parece genérico, é porque de fato o é. A resistência às mudanças é algo que acompanhou toda a história do saber humano, e, talvez desafortunadamente, isso é algo impossível de se perceber aos contemporâneos à revolução da qual, surpreendentemente, fazem parte.

#### 4. REFERÊNCIAS

ARISTÓTELES. *De caelo*. Oxford University Press. < Disponível em: <http://tinyurl.com/aristotledecaelo>> Último acesso em: 25/09/2013 [Tradução da obra original de Aristóteles]

BANFI, Antonio. *Galileu*. Lisboa: Edições 70, 1986.

BARROS-PEREIRA, Humberto Antonio de. Esferas de Aristóteles, círculos de Ptolomeu e instrumentalismo de Duhem. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo (SP), v. 33, n. 2, 2602. jul. 2011.

BITTAR, Eduardo C. B. O aristotelismo e o pensamento árabe: Averróis e a recepção de Aristóteles no mundo medieval. *Rev. Port. de História do Livro*, Lisboa, n. 24, 2009.

BRUNO, Giordano. Sobre o infinito. In: PESSANHA, José Américo Motta (Org.). *Bruno Galileu Campanella*. 3 ed. São Paulo: Abril Cultural, 1983.

CAMPOS, Alexandre. *A teoria do impetus de Nicole Oresme e a possibilidade do movimento diurno no Le livre du ciel et du monde*. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2008. 117 p. Mestrado em História da Ciência, Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência.

COPÉRNICO, Nicolau. *De revolutionibus orbitum coelestium*. Baltimore/London: The Johns Hopkins University Press Baltimore and London. <Disponível em <http://tinyurl.com/derevolutionibusbyncopernicus>> Acesso em: 25 set. 2013

DAMASIO, Felipe. O início da revolução científica: questões acerca de Copérnico e os epiciclos, Kepler e as órbitas elípticas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 33, n. 3, 3602. out. 2011.

ÉVORA, Fátima Regina Rodrigues. *A revolução copernicana-galileana: astronomia e cosmologia pré-galileana*. Campinas (SP): Unicamp, 1988, 134 p. vol. 3. Tese (Doutorado) - Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência da Universidade Estadual de Campinas.

KOYRÉ, Alexandre. *Do mundo fechado ao universo infinito*. 2 ed. São Paulo: Ed. Da Universidade de São Paulo, 1986.

LAÉRCIO, Diógenes. *Live of the Eminent Philosophers*. Loeb Classical Library, 1925. vol. 5-8. <Disponível em: [en.wikisource.org/wiki/Lives\\_of\\_the\\_Eminent\\_Philosophers](http://en.wikisource.org/wiki/Lives_of_the_Eminent_Philosophers)> Acesso em: 25 set. 2013

MENDOZA, Ramon. *The acentric labyrinth – Giordano Bruno's prelude to contemporary cosmology*. 1 ed. Shaftesbury: Element, 1995.

NEVES, Marcos Cesar Danhoni. *Astronomia e cosmologia – fatos, conjecturas e refutações*. Maringá (PR): Eduem, 2011.

NEVES, Marcos Cesar Danhoni (org.). *Do infinito, do mínimo e da inquisição*. Ilheus (BA): Editus, 2004.

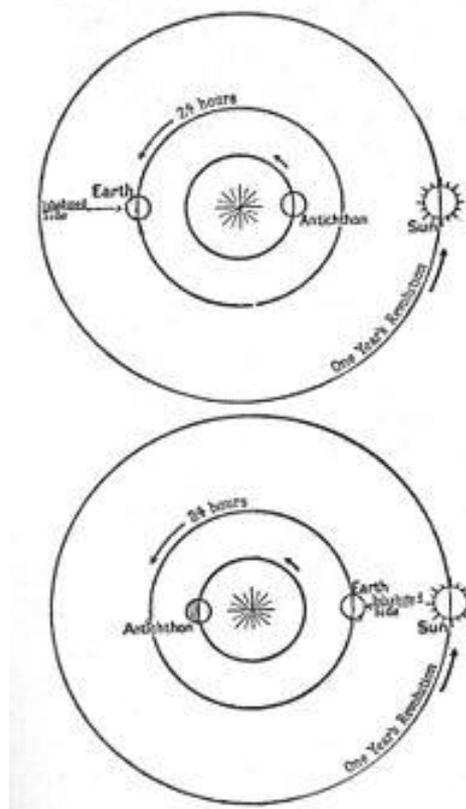
NEVES, Marcos Cesar Danhoni (org.): SILVA, Josie Agatha Parrilha da (orgs.). *Evoluções e Revoluções*. 21 ed. Maringá (PR): Massoni, 2008.

PERSPICILLUM. Rio de Janeiro (RJ): Alberto Delerue, v. 1 n. 1 (maio de 1987), v. 6 n. 1 (novembro de 1992). [Sob responsabilidade do Museu de Astronomia e Ciências Afins, do CNPq /SCT]

PORTO, C.M. A física de Aristóteles: uma construção ingênua?. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 31, n. 4, 4601. Dezembro 2009.

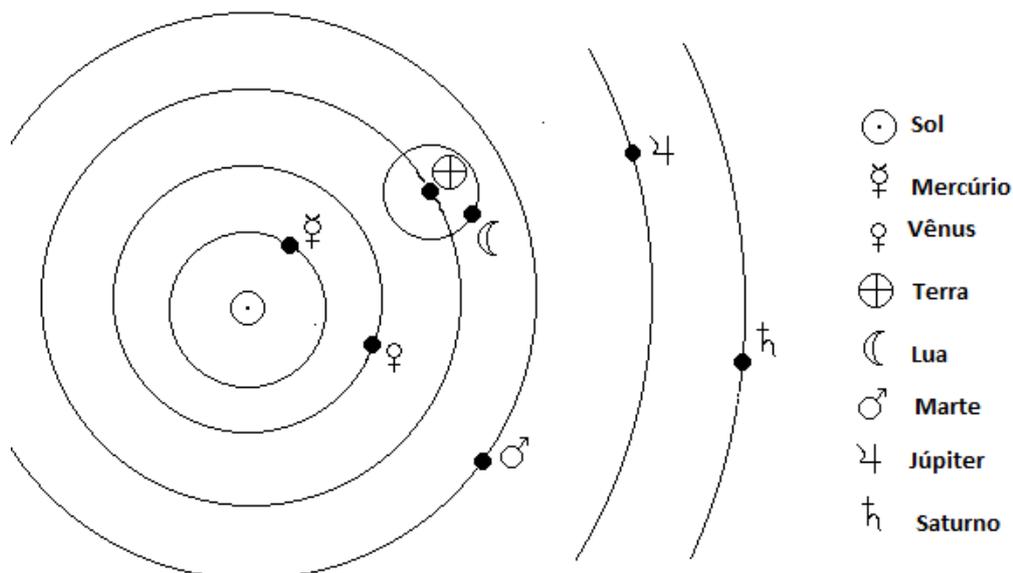
## 5. ANEXO – Ilustrações e imagens diversas

Figura 1 – O modelo de Filolau



(fonte: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Antichthon.jpg>)

Figura 2 – O modelo de Heráclides



(fonte: <http://abyss.uoregon.edu/~js/ast121/lectures/lec02.html>)

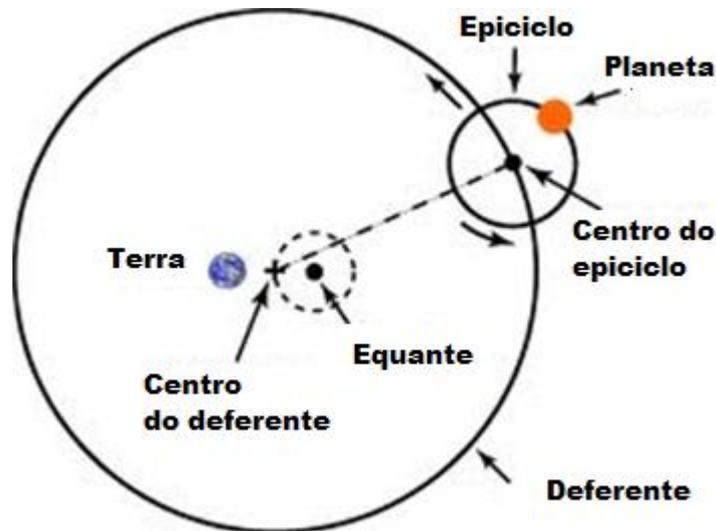
Figura 3 – O universo aristotélico disposto em esferas concêntricas heteroaxiais



(fonte: <http://www.sirbacon.org/henryalchemist.htm>)

Aqui, tem-se a Terra alocada ao centro do universo, e os nomes dos planetas a que se referem as esferas estão escritos em latim. A frase latina que circunda esta representação gráfica diz respeito à morada de Deus, o império do divino, para além de todas as esferas.

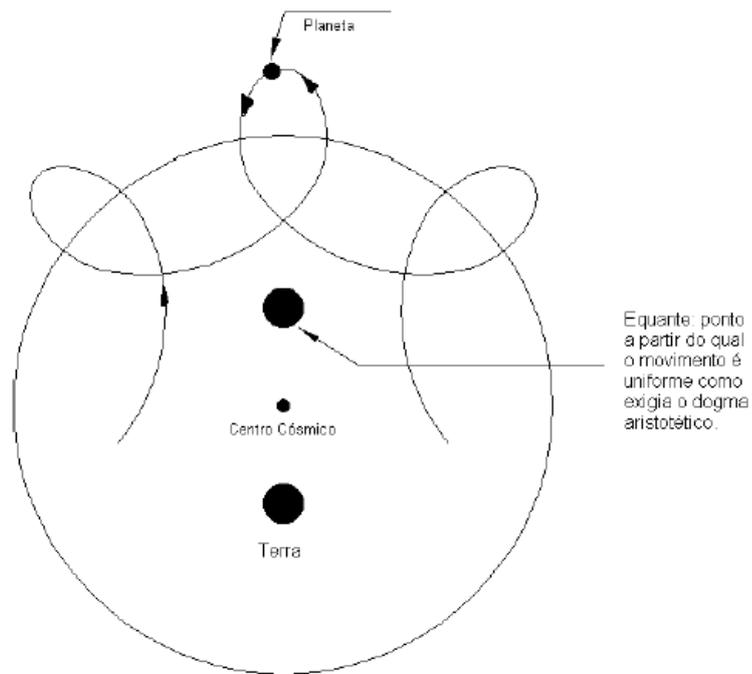
Figura 4 - O deferente e o epiciclo



(fonte: <http://www.myastronomybook.com/Plato-Aristotle-history-of-astronomy.htm>)

Vê-se o centro do epiciclo deslocar-se em torno do centro do deferente, do lado do qual, por sua vez, projetam-se de forma antissimétrica dois pontos: um deles é a Terra e o outro, o equante. Para um observador num desses pontos, o movimento é uniforme.

Figura 5 – Equante, epiciclos e excêntrico



(fonte: DAMASIO, 2011)

O planeta que descreve o movimento composto por vários ciclos sobrepostos numa só sucessão linear estaria, para Copérnico, violando o princípio platônico de perfeição. A figura está fora de escala.

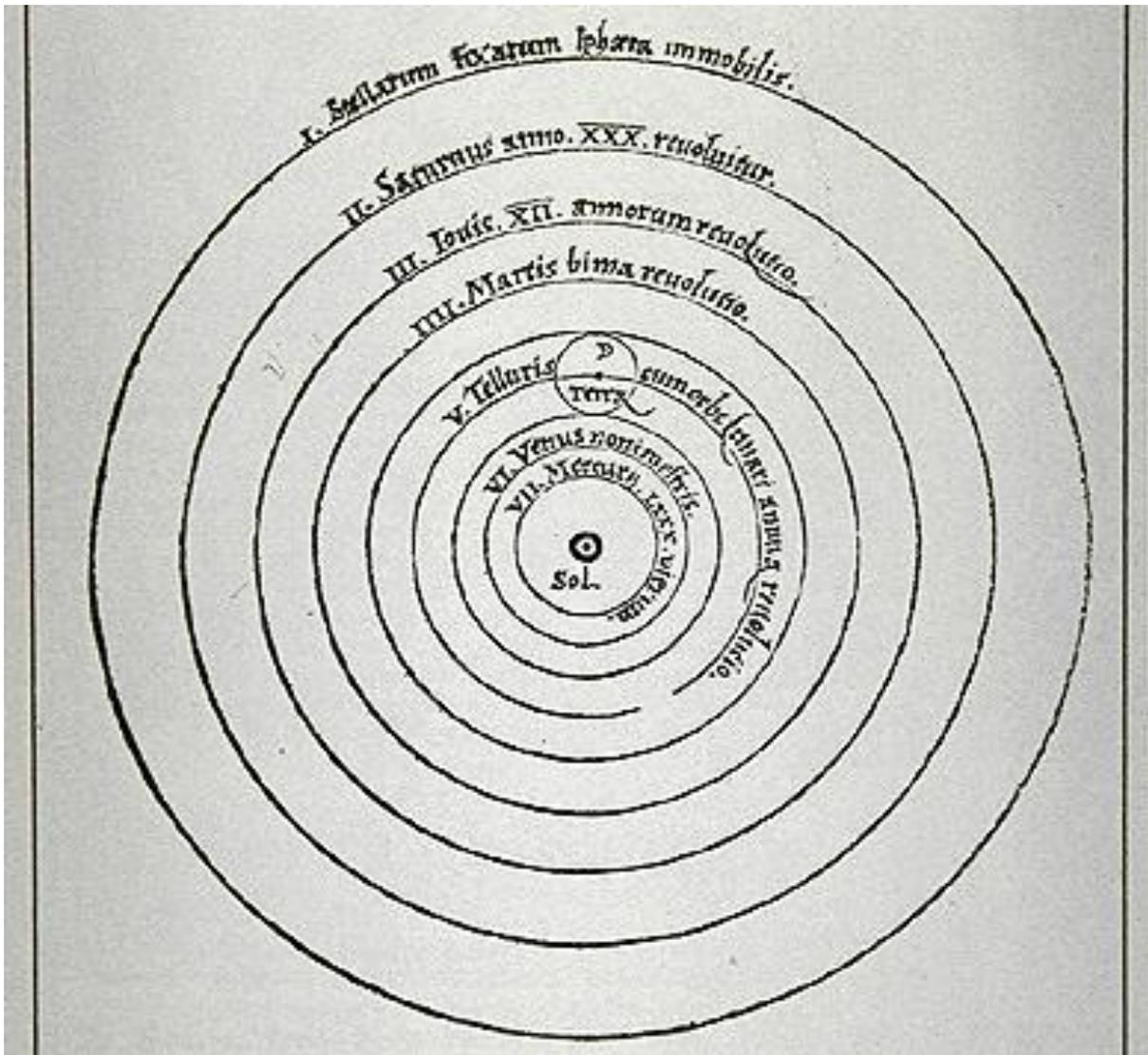
Figura 6 – Nicolau Copérnico



(fonte: <http://www.crystalinks.com/copernicus.html>)

A representação acima faz menção a um devoto Nicolau Copérnico, o que, de fato, parece corroborar com algumas interpretações: ainda que revolucionária, sua visão do universo era dotada de muitos aspectos dogmáticos medievais.

Figura 7 – O modelo Copernicano



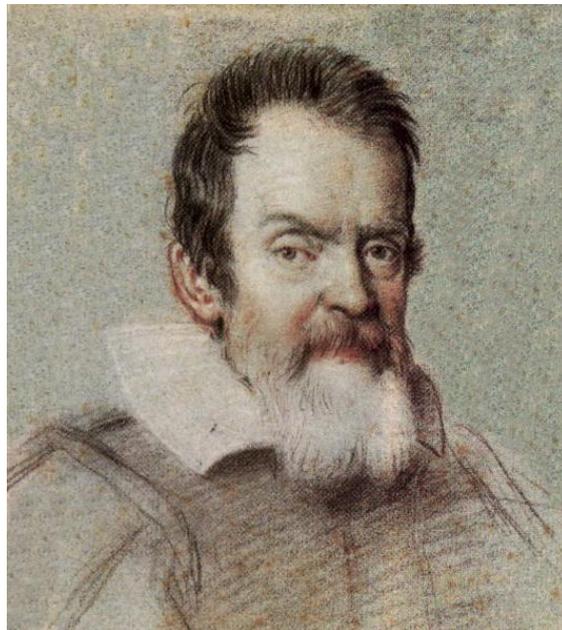
(fonte: <http://vcande.blogspot.com.br/2010/04/412-elegance-in-science.html>)

Figura 8 – Giordano Bruno



(fonte: <http://www.thehistoryblog.com/archives/date/2012/02/19>)

Figura 9 – Galileu Galilei



(fonte: <http://foglobe.com/galileo-galilei.html>)