

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**INSTITUTO DE FILOSOFIA**

**GIOVANA DE ANDRADE ZANOTTO**

**A REVOLUÇÃO NA COSMOLOGIA**

**UBERLÂNDIA/ MG**  
**JUNHO/2023**

**GIOVANA DE ANDRADE ZANOTTO**

**A REVOLUÇÃO NA COSMOLOGIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Filosofia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Filosofia. Sob orientação do Prof. Dr. José Benedito de Almeida Jr.

**UBERLÂNDIA/ MG**  
**JUNHO/2023**

**GIOVANA DE ANDRADE ZANOTTO**

**A REVOLUÇÃO NA COSMOLOGIA**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Filosofia pelo Instituto de Filosofia da Universidade Federal de Uberlândia, sob orientação do Prof. Dr . José Benedito de Almeida Jr.

Uberlândia, 17 de junho de 2023

## **BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. José Benedito de Almeida Jr. - Orientador

Prof. Dr. Marcos César Seneda

Doutoranda. Maryane Stella Pinto

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todos os indivíduos que contribuíram na composição do quadro geral desta graduação e a conclusão deste trabalho.

Primeiramente, agradeço aos meus pais, Mauricio e Rosana, pelo amor incondicional, pelo apoio emocional e financeiro. Sem o apoio de vocês, eu não teria concluído nem metade do que fiz até agora. Devo também agradecer aos meus avós, pois o espírito curioso de vocês me instigou a desejar conhecer sempre mais e admirar o conhecimento independente do adereço que o envolve.

Agradeço também ao meu orientador, Prof. José Benedito de Almeida Jr, por sua dedicação em ensinar, por sua orientação brilhante, mas principalmente por sua imensa paciência e compaixão. Este trabalho jamais teria sido concluído sem a sua orientação.

Agradeço aos técnicos e docentes do Instituto de Filosofia da Universidade Federal de Uberlândia, pelos exemplos dados ao longo do curso. Em especial, aos professores Marcos César Seneda, Marcio Chaves-Tannús, Maria Socorro Ramos Militão por todo o conhecimento transmitido e todo suporte ao longo da graduação.

Agradeço aos meus amigos, sendo eles do curso ou não, pela companhia, pela paciência, pelas discussões e pelos dramas ao longo de todos esses anos. Suas contribuições foram essenciais para o meu crescimento pessoal.

Devo agradecer a todos os pesquisadores, tradutores e autores, responsáveis por toda a fonte bibliográfica desta pesquisa e que, portanto, contribuíram com o embasamento teórico da mesma.

## RESUMO

O presente trabalho versa sobre a teoria astronômica de Copérnico, tendo como referência principal a obra *De Revolutionibus* publicada em 1543. Por tratar-se de uma obra complexa fundamentada em conhecimentos matemáticos é importante afirmar que este trabalho não abrange esta perspectiva, restringindo-se a expor a estrutura propositiva básica da teoria. E deste modo, o trabalho abarca os seguintes elementos: a apresentação da obra, apresentação do contexto geral da astronomia, breve passagem pelos antecedentes fundamentais da teoria, a biografia do autor e por fim, a exposição específica da teoria copernicana. A finalidade deste percurso é facilitar a compreensão do leitor por meio da contextualização, seja esta, da obra, do contexto geral da disciplina, do que foi pensado anteriormente e por fim da perspectiva copernicana.

**Palavra-Chave:** Copérnico, Revolução Copernicana e cosmologia.

## ABSTRACT

The present work deals with the astronomical theory of Copernicus, having as its main reference the work *De Revolutionibus* published in 1543. Because it is a complex work based on mathematical knowledge it is important to state that this work does not cover this perspective, restricting itself to expose the basic propositional structure of the theory. And in this way, the work encompasses the following elements: the presentation of the work, a presentation of the general context of astronomy, a brief passage through the fundamental antecedents of the theory, the biography of the author, and finally, the specific exposition of the Copernican theory. The purpose of this course is to facilitate the reader's understanding through the contextualization, be it this, of the work, of the general context of the discipline, of what was thought previously, and finally of the Copernican perspective.

## SUMÁRIO

<b>Introdução</b>	<b>11</b>
Apresentação da Obra - As Revoluções dos Orbes Celestes	14
Contexto Geral	18
<b>Capítulo I - Os antecessores</b>	<b>20</b>
Platão	21
Aristóteles	22
Ptolomeu	23
<b>Capítulo II - Copérnico</b>	<b>27</b>
Biografia	28
Sobre As Revoluções dos Orbes Celestes	29
Argumentos Contra o Terraplanismo	34
<b>Considerações Finais</b>	<b>36</b>
<b>Referências</b>	<b>38</b>

## Introdução

O que é na verdade mais belo que o céu, que, certamente, contém todos os atributos da beleza? Isto é proclamado pelos seus verdadeiros nomes [em latim], *caelum* e *mundus*, este último significando clareza e ornamento, como a escultura antiga. (Copérnico, 2014, Introdução do Livro I, p.13)

O objetivo deste trabalho é explorar a teoria astronômica de Copérnico, com base principalmente em sua obra *De Revolutionibus* publicada em 1543. É importante ressaltar que, devido à sua complexidade matemática, este trabalho não se aprofundará nesse aspecto, mas se concentra na apresentação da estrutura básica da teoria. Assim, serão abordados os seguintes elementos: a introdução da obra, o contexto geral da astronomia, uma breve revisão dos antecedentes fundamentais da teoria, a biografia do autor e, por fim, a exposição específica da teoria copernicana. O objetivo desse percurso é proporcionar uma compreensão mais clara ao leitor por meio da contextualização, considerando a obra em si, o contexto geral da disciplina, as ideias anteriores e, por fim, a perspectiva copernicana.

Sendo assim, a parte inicial deste trabalho é constituída de uma breve apresentação do livro de referência *As Revoluções dos Orbes Celestes* de Nicolau Copérnico e uma menção ao contexto histórico, mais especificamente referente ao atraso de publicação e ao prefácio acrescentado, sem a devida autorização, pelo pastor luterano Andreas Osiander durante a publicação. A questão essencial no que tange este prefácio reside na interpretação ambígua do termo "hipótese", visto que Copérnico utiliza o termo para designar uma proposição fundamental, enquanto Osiander o usa para representar uma conjectura. As consequências disso são o equívoco comum de que Copérnico não julgava que sua própria teoria fosse verdadeira e o uso instrumental<sup>1</sup> dos cálculos e tabelas como formas facilitadas de obter a posição dos astros. Em seguida, há uma introdução geral dos capítulos que versa sobre a transição ou especificação das áreas/subáreas da ciência, pois, o que Aristóteles chamava de cosmologia, tornou-se o que Copérnico chamava de astronomia, mas que é divergente do que atualmente entendemos por astronomia.

O primeiro capítulo é composto por uma breve noção sobre as teorias precedentes da Copernicana, com o enfoque em Platão, Aristóteles e Ptolomeu. A menor

---

<sup>1</sup> Uso instrumental refere-se à apropriação dos cálculos em conjunção com a rejeição da estrutura do sistema do qual os cálculos fazem parte.

parte é referente a Platão<sup>2</sup>, mas não se refere a teoria cosmológica platônica e sim ao mandato, visto que o ponto de congruência entre as teorias fundamenta-se na esfera como símbolo de perfeição e harmonia. Na cosmologia aristotélica são expostas a estrutura organizacional, (ou seja, oito esferas concêntricas sendo o centro do universo a Terra, seguida respectivamente da Lua, do Sol e dos cinco planetas<sup>3</sup> e a esfera final sendo a das estrelas fixas) os elementos, seus movimentos e lugares naturais. No que diz respeito a estrutura geométrica presente na teoria de Ptolomeu, são introduzidos o deferente, os epiciclos, as excêntricas e o equante, pois, a partir destas estruturas geométricas fundamenta-se esta perspectiva matemática do movimento corpos celestes.

O segundo capítulo retoma Copérnico, tomando como ponto referencial o movimento dos corpos celestes, a fim de que a estrutura seja delineada pela própria. Dentre os movimentos destacam-se os aparentes do Sol, os da Lua e da esfera das estrelas fixas. Os aparentes do Sol são, na realidade, os movimentos da Terra, a atribuição de movimento, conjuntamente com a remoção da centralidade, são os argumentos que planetizam a Terra. Estes [movimentos] são os responsáveis pelos fenômenos como os dias (rotação), os anos (translação) e os equinócios e solstícios (precessão). Segundo Copérnico, os movimentos principais da Lua são: de órbita em torno da Terra, rotação em seu próprio eixo e um deslocamento sobre o eixo. Os dois primeiros são os responsáveis pelas fases da lua e, portanto, a percepção temporal do mês e por serem sincronizados não vemos alteração na fase exibida da Lua. Já o último, segundo Copérnico, refere-se à variação de distância entre a Terra e Lua<sup>4</sup>. No que tange ao movimento da esfera das estrelas fixas é um ponto similar ao movimento Solar, mas que Copérnico afirma que a mobilidade de uma esfera imensa como esta necessitaria de uma velocidade exorbitante para percorrer a distância e que, portanto, a mobilidade terrestre possui maior probabilidade.

Assim como sugere a epígrafe desta introdução, a autora afirma que o céu é dotado de magnífico esplendor, mediante a este [esplendor], não poderia ter escolhido um tema de estudo e conclusão da jornada "filosófica" distinto deste. Pois, desde o momento em que entrou em contato com a temática, no segundo semestre da graduação, encontrou-se enfeitiçada pela curiosidade e pela beleza, observáveis no objeto de estudo.

Apesar de a tecnologia ter substituído a necessidade de adquirir conhecimentos práticos acerca do céu e do universo, o mesmo não pode ser dito em relação à perspectiva

---

<sup>2</sup> É também uma referência ao conhecimento pitagórico, mas as fontes secundárias consideram mais importante a referência a Platão.

<sup>3</sup> Os cinco planetas visíveis sem uso de equipamentos. Sendo eles: Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno.

<sup>4</sup> É uma das principais divergências entre as teorias de Ptolomeu e Copérnico.

filosófica. Isso decorre do fato de que esta é uma das grandes questões da humanidade e, como tal, desta forma mantém constante relevância na história do pensamento humano. Além disso, considerando que a teoria proposta por Copérnico é um marco histórico, não apenas para a ciência e a astronomia, mas para a história em geral, justifica-se a relevância do estudo de sua obra na atualidade.

Algumas passagens evidenciam a importância dada ao astrônomo e sua pesquisa, além de sua importante influência em autores como Galileu Galilei, Johannes Kepler e Isaac Newton. Dentre estas [passagens] há o resgate feito por autores icônicos como Alexandre Koyré, em *Do mundo fechado ao universo infinito*. Ou também a importância da teoria copernicana para a formulação dos paradigmas por Thomas Kuhn em sua obra intitulada *A estrutura das revoluções científicas*. E no fato de um autor como Kant referir-se à mudança fundamental de sua filosofia como “revolução copernicana”, o que densifica o impacto que a teoria proposta por Copérnico gerou, na filosofia, na ciência e mesmo na vida civil.

Quanto à atualidade do conteúdo em questão é fundamental destacar a importância social referente à resolução de alguns equívocos encontrados, sobre o astrônomo, em textos de divulgação. Como o caso do portal C & T Jovem<sup>5</sup> do Ministério da Ciência e Tecnologia, corrigido pelo Doutor em Lógica e Filosofia da Ciência Roberto de Andrade Martins. Sendo os equívocos mais destacáveis: o uso de uma imagem de Galileu afirmando ser Copérnico, sobre o astrônomo exercer a profissão de professor e desenvolver sua teoria em resposta ao questionamento de um aluno acerca das proposições pitagóricas.

Assim, o objetivo deste trabalho é fornecer uma fonte didática que possa servir como material complementar para o ensino básico da teoria proposta por Copérnico. Pretende-se, dessa forma, promover o resgate deste conhecimento em um contexto atual, com o intuito de auxiliar no combate ao negacionismo científico, particularmente ao terra-planismo, considerando que Copérnico mesmo rejeitava esta perspectiva. Em outras palavras, a proposta aqui é que, por meio da explicação da teoria heliostática, seja possível compreender as bases teóricas que deram origem ao nosso entendimento do sistema solar, além de fornecer uma resposta à onda negacionista que se faz presente no início do século XXI.

---

<sup>5</sup> O portal não está mais disponível para consulta.

## Apresentação da Obra AS REVOLUÇÕES DOS ORBES CELESTES

A obra é composta por seis livros. Desses seis o primeiro livro<sup>6</sup> detém catorze capítulos, em que o assunto trabalhado é a organização estrutural do universo e uma menção geral aos movimentos nele contidos. O livro II contém catorze capítulos, e trata principalmente de uma investigação acerca da composição geométrica. O livro III tem vinte e seis capítulos, sendo os doze primeiros referentes aos equinócios e os subsequentes referentes ao Sol. O livro IV possui trinta e dois capítulos e a sua temática principal é referente à Lua. O livro V é formado por 36 capítulos e é referente aos planetas e seus movimentos. O livro VI contém nove capítulos e versa sobre a latitude e a inclinação dos planetas. Ou nas palavras do autor:

Assim também em todo o desenvolvimento da obra segui esta ordem: descrevo no primeiro livro todas as posições das esferas juntamente com os movimentos da Terra — os que lhe atribuo — de maneira que este livro contenha como que a constituição geral do Universo. E nos restantes livros a seguir, comparo os movimentos dos demais planetas e de todas as esferas com o movimento da Terra, para que daí se possa concluir até que ponto será possível conservar os movimentos e comportamentos aparentes dos restantes planetas e esferas, se os confrontarmos com os movimentos da Terra. (COPÉRNICO, 2014, p. 9 e 10)

*As Revoluções dos orbes celestes* (1543) é a segunda obra publicada do autor, sendo a primeira *Commentariolus - Pequeno comentário acerca das hipóteses dos movimentos celestes* (1510). Segundo os estudiosos, a diferença entre ambas é que a primeira consiste em uma versão inicial<sup>7</sup> e incompleta daquela apresentada no *De*

---

<sup>6</sup> **LIVRO 1- Capítulo I** - O Universo é Esférico. **Capítulo II** - A Terra também é esférica. **Capítulo III** - Como a Terra forma um só globo com a água. **Capítulo IV** - O movimento dos corpos celestes é uniforme, perpétuo e circular ou composto de movimentos circulares. **Capítulo V** - Convém o movimento circular à Terra? Qual a sua posição? **Capítulo VI** - A imensidade do céu comparada com o tamanho da Terra. **Capítulo VII** - Por que razão os antigos pensaram que a Terra não se move, estando no meio do Universo e sendo o seu centro. **Capítulo VIII** - Refutação das razões apresentadas e a sua insuficiência. **Capítulo IX** - Podem atribuir-se vários momentos à Terra? O centro do Universo. **Capítulo X** - Ordem das Esferas Celestes. **Capítulo XI** - Demonstração do Tríplice movimento da Terra. **Capítulo XII** - A extensão das cordas de um círculo. **Capítulo XIII** - Os lados e ângulos dos triângulos planos e retilíneos. **Capítulo XIV** - Triângulos Esféricos.

<sup>7</sup> É descrito nos comentários do tradutor no texto *Commentariolus* “Entretanto, há uma explicação simples. Como Kant, que, dois séculos depois, escreveu a grande obra sobre a teoria do conhecimento, *A Crítica da Razão Pura*, e uma versão sintética da mesma, *Os Prolegômenos*, Copérnico além do *De Revolutionibus* deixou este pequeno tratado sobre o mesmo tema, o *Commentariolus*. Só que ao contrário de Kant que fez a síntese após a obra principal para torná-la mais acessível, Copérnico expôs primeiramente sua teoria no *Commentariolus* — de forma incompleta, ainda que contendo as ideias essenciais.” (*Commentariolus*, página 3)

*Revolutionibus*, pois no *Commentariolus* ele utiliza 34 círculos e no *De Revolutionibus* são utilizados 48 círculos. Como pode ser evidenciado pela citação a seguir:

Assim, na última frase do *Commentariolus* ele conclui: « Portanto, bastam no universo 34 círculos com os quais fica explicada toda a estrutura do mundo e a dança dos planetas». Entretanto, no *De Revolutionibus*, com assinala Martins, vieram a ser usados 48 círculos, mais do que os 40 da versão ptolomaica simplificada” Apresentação de Luiz Pinguelli Rosa. (COPÉRNICO, 2003, p. 4)

Entretanto, as ideias essenciais estão presentes em ambas as obras. As ditas ideias essenciais são referentes ao deslocamento do centro do universo, que até aquele momento era considerado quase que exclusivamente geocêntrico, para um ponto próximo ao Sol. E como este entendimento implica em uma nova interpretação acerca dos movimentos dos planetas<sup>8</sup>. Contudo, dentre as diferenças é possível destacar o maior detalhamento de questões matemáticas no *De Revolutionibus* do que é observado no *Commentariolus*, visto que neste último são encontrados apenas parâmetros sem identificação do método utilizado para obter ou da forma como podem ser utilizados para outros cálculos.

A obra *De Revolutionibus* teve sua publicação adiada por volta de 36 anos<sup>9</sup>, a partir de uma consideração entre as datas das publicações origina-se um problema, pois, segundo os registros há atraso de 36 anos na publicação *De Revolutionibus*, contudo, sua data de publicação é 1543 sugerindo que a mesma estaria pronta por volta de 1507, o que no que lhe concerne antecede a publicação de *Commentariolus*, sob o qual não há especulação de atraso de publicação<sup>10</sup> e segundo os próprios estudiosos é uma versão prévia do que seria o *De Revolutionibus*. O motivo principal para tal adiamento é mencionado por Copérnico no

---

<sup>8</sup> O tradutor faz uso do termo “errante” em conjunção ao termo “planeta”, contudo segundo sua origem e sua definição já contém a propriedade de ser errante e desta forma, julgo que o acréscimo do termo “errante” utilizado pelo tradutor resulte em uma redundância.

<sup>9</sup> “[...] Foi ele na verdade que frequentemente me exortava e, de mistura por vezes com censura, me instava a que deixasse publicar e dar finalmente a lume esta minha obra que estava escondida, retida em minha casa, não apenas há nove anos, mas há quatro vezes nove.” (Copérnico, *De Revolutionibus*. Prefácio de Nicolau Copérnico aos livros sobre as revoluções, dedicado a sua santidade Paulo III, sumo pontífice. Página 6)

<sup>10</sup> 1510 - **Aproximadamente em 1510, Copérnico escreve o *Commentariolus*, sua primeira obra de descrição da teoria heliocêntrica.** Algumas cópias do manuscrito são circuladas entre amigos.

1515- Em torno de 1514, é convidado a participar dos trabalhos de reforma do calendário, porém recusa por considerar que não existiam ainda informações seguras sobre os movimentos da Lua e do Sol. Aproximadamente nesta época, Copérnico realiza algumas das suas poucas observações astronômicas e **inicia a redação de *Revolutionibus*.**

1543- Em março desse ano, termina a impressão do *De Revolutionibus*. Um exemplar é levado a Copérnico, que o recebe horas antes de morrer, no dia 24 de maio. Nicolau Copérnico foi enterrado na Catedral de Frauenburg. (Cronologia de Nicolau Copérnico, *Commentariolus*, páginas 99, 100 e 104)

prefácio dedicado ao Papa Paulo III. Inclusive, é possível compreender a partir desta dedicatória que o autor possui clareza em relação às ideias que compartilha e suas repercussões no momento descrito.

Seguramente bem posso, Santíssimo Padre, **ter a certeza de que certas pessoas**, ao ouvirem dizer que atribuo determinados movimentos ao globo terrestre, nestes meus livros escritos acerca das revoluções das esferas do universo, **imediatamente hão-de gritar a necessidade de eu ser condenado juntamente com tal opinião.** (...) **E embora eu saiba que as ideias de um filósofo não estão sujeitas ao julgamento do vulgo**, uma vez que a preocupação daquele é inquirir da verdade em todas as circunstâncias até onde tal é permitido à razão humana por Deus, todavia penso que as opiniões totalmente errôneas devem ser evitadas. (COPÉRNICO, 2014, p.5 Destaque nosso).

A razão deste destaque ser necessário reside no parecer acrescentado à obra, sem autorização legítima, pelo pastor luterano Andreas Osiander que abre caminho para a formação de, principalmente, duas opiniões acerca do posicionamento de Copérnico. A primeira delas baseia-se em um duplo sentido do termo "hipótese", sob o qual, estudiosos com Edward Rosen expõe que o sentido empregado pelo astrônomo é o de uma proposição fundamental, entretanto, o uso empregado pelo pastor é a aplicação usual do termo, significando conjectura.

Há anos **Edward Rosen, profundo conhecedor da obra de Nicolau Copérnico, chamou a atenção para o sentido ambíguo com que o vocábulo «hipótese» é usado neste contexto.** De facto, no grande livro do Astrônomo, a palavra hipótese nunca é utilizada com o significado de «conjectura»; nesse sentido, podia ser ou não ser apropriada à explicação pretendida, e, por outro lado, estando conforme com os dados iniciais sobre os fenômenos de que se pretendia ter uma compreensão correta, poderia não ser suficiente para tal fim, e propôr para todos os factos em dúvida apenas uma justificação aproximada; neste caso, certamente que a conjectura inicial, se não era só o insuficiente, teria de estar também em desacordo com as observações, a menos que os dados delas obtidos enfermassem de erros grosseiros. **Para Nicolau Copérnico, porém, uma «hipótese» teria sempre o sentido de «proposição fundamental» e basilar, sendo portanto, e de cero<sup>11</sup> modo, indiscutível.** (COPÉRNICO, 2014. P. viii. Destaque nosso).

Uma forma conhecida de exposição proveniente desta opinião é a de que o modelo cinemático do sistema copernicano é, exclusivamente, uma forma de obter previsões calculadas acerca dos fenômenos celestes.

---

<sup>11</sup> Imagino que aqui o correto seja “certo”, mas considerando que se trata uma citação mantive como está no original.

A segunda opinião derivada é referente à prenúncia feita por Osiander de alguns supostos erros que a obra continha. Neste limiar é importante ressaltar que embora seja uma obra importantíssima para a história humana, ela detém suas limitações relativas ao contexto histórico no qual foi escrita. Dentre estas pode-se destacar a forte presença do mandato de Platão (salvar os fenômenos), da física de Aristóteles e do modelo ptolomaico, mas também o desenvolvimento de aparelhos de observação ainda em fase gestacional. Ou seja, é impróprio pressupor que o autor preveja questões que foram posteriormente discutidas e solidificam a estrutura do sistema heliocêntrico, tais como a gravitação presente na física newtoniana ou o desenvolvimento e observação telescópica de Galileu<sup>12</sup>. Contudo, o peso destas ausências (as observações e a teoria gravitacional) no sistema copernicano geram a reação praticamente unânime dos astrônomos da época de considerar a teoria heliocêntrica como fisicamente absurda, embora matematicamente correta.

---

<sup>12</sup> As observações telescópicas de Galileu contrapõem a perfeição supralunar proposta por Aristóteles. Isto porque o estudioso observou as crateras da Lua, as manchas solares, os anéis de Saturno, as Luas de Júpiter e as fases de Vênus.

## Contexto Geral

O caminhar da história da ciência é permeado por diversas peculiaridades e distinções, ao passo que mesmo partilhando do mesmo objeto de estudo, as sub áreas não possuem congruência exata. Este fato decorre de razões distintas, tais como, a metodologia, a aplicação, as questões pertinentes ou até mesmo o contato diferente entre o observador e o seu objeto de estudo.

O caso da astronomia não difere, há uma grande diferença entre o sentido contemporâneo do termo e no sentido aplicado aos tempos de Copérnico, ou Ptolomeu e Aristóteles. Estas diferenças são muito importantes para compreender a origem de algumas questões, contudo, também são fatores que complicam o entendimento, visto que a diferença temporal entre os períodos tornam “obsoletas” algumas perspectivas anteriormente tidas como verdadeiras.

Algumas das perspectivas antigas<sup>13</sup> podem ser observadas no sistema copernicano, embora ele mesmo apresente uma estrutura diferenciada, o que em conjunção a aptidão matemática, proporcionam o caráter revolucionário à teoria. A teoria copernicana antagonizou a ordem vigente, visto que a predecessora intentava que a organização do cosmos fosse Geocêntrica, enquanto a revolucionária evidenciava uma ordem Heliocêntrica. Mesmo que ambas as teorias refiram-se à mesma noção espacial/geométrica, o centro, a distinção entre os astros situados no centro não deve ser ignorada. É comum que a atenção que dispomos seja indevida devido aos avanços tecnológicos e ao ensino referente ao contexto histórico atual.

No contexto atual, o Sistema Solar, como o nome sugere, tem como referencial o Sol, e a Terra é um dos planetas que orbitam a estrela referencial. Contudo, como fora mencionado anteriormente, a distância temporal e cultural suaviza o impacto que as ideias imprimiram no contexto histórico do autor, mas não torna menos importante as transições das definições destes astros. A desplanetarização do Sol e a planetarização da Terra<sup>14</sup> são influências muito importantes para os movimentos humanista e iluminista, e deste modo, é preciso destacar que a importância atribuída a teoria astronômica, não se limita exclusivamente à alteração do ponto de vista científico desta área, mas também à história do pensamento humano de modo geral.

---

<sup>13</sup> As perspectivas antigas são: a circularidade das órbitas [mandato de Platão], a finitude espacial [Esfera das estrelas fixas, o uso de epiciclos e deferentes].

<sup>14</sup> Portanto, como nada se opõe a que a Terra se mova, proponho que se veja [agora] se pode ter ainda mais movimentos, de modo a poder ser considerada como um planeta. (COPÉRNICO, 2014, p. 45)

Um segundo fato de grande importância é a não banalização das teorias antecedentes, pois, elas não são, de forma alguma, simplistas ou elementares. Tanto a física aristotélica quanto a matemática de Ptolomeu são extremamente refinadas, dando conta de responder de certa forma a alguns questionamentos. Inclusive é possível destacar que em sua obra Copérnico faz menção honrosa a Ptolomeu na seguinte passagem:

Para mais certeza, Cláudio Ptolomeu de Alexandria, que de longe sobressaiu dos restantes, pela sua maravilhosa competência e aplicação ao trabalho, trouxe, esta arte no seu todo quase até a perfeição, com o seu auxílio de observações prolongadas ao longo de um período de mais de quatrocentos anos; portanto, não parece haver qualquer brecha que ele não tenha fechado. Não obstante muitas coisas, como nós as entendemos, não concordam com as conclusões do seu sistema, além de certos outros movimentos terem sido descobertos, os quais ainda não eram dele conhecidos. (COPÉRNICO, 2014, p. 15)

A partir da exposição das passagens acima sobre a importância dos modelos antecessores para a composição do modelo copernicano, o passo seguinte é uma breve apresentação das noções básicas que compõem o mandato de Platão e os sistemas aristotélico e ptolomaico, a fim de que as partes incorporadas ao sistema de Copérnico sejam facilmente destacáveis.

# **Capítulo I**

## **Os antecessores**

## O mandato de Platão

Diante do contexto renascentista em que Copérnico realizou seus estudos, há razão suficiente para afirmar a influência dos conhecimentos astronômicos antigos, mais especificamente, da influência teórica platônica e pitagórica. Ambas estas perspectivas filosóficas são estruturadas sobre sólidas bases matemáticas o que, por sua vez, não apenas são evidentes na teoria copernicana, mas também são as razões de louvor e de dificuldade presentes na compreensão dela. É também observável a influência das ideias destas correntes teóricas acerca do movimento circular harmônico dos corpos celestes, apesar de que normalmente essa influência é integralmente creditada a Platão.

Em consideração ao fato mencionado acima, a influência de Platão não se refere à obra cosmológica, *Timeu*, embora seja exposto na mesma, questões referentes à forma e ao movimento circular dos corpos celestes. Deste modo, o ponto de conexão entre o grande mestre da filosofia e o tema determinado é que um desafio proposto para os alunos da Academia influenciou o estudo da astronomia nos 2 mil anos seguintes. De acordo com o físico Marcelo Gleiser o desafio era “descrever as irregularidades e detalhes dos movimentos planetários em termos de combinações de simples movimentos circulares”(Gleiser, 2006, p.65). Esta proposta ou demanda é resultante da crença de que a forma circular é perfeita e sendo o movimento do cosmos igualmente perfeito seria improvável ou impensável que o mesmo obtivesse outra forma que não a circular.

Como fora mencionado anteriormente, há traços deste discurso platônico na composição do modelo de Copérnico, como pode ser demonstrado, implicitamente, no trecho a seguir:

**Compete-nos notar desde o início que o universo é esférico ou porque seja esta a forma mais perfeita de todas, um todo inteiro sem qualquer junção de partes; ou porque ela própria seja a mais capaz das figuras e maximamente conveniente para encerrar e conservar todas as coisas; ou até porque as partes mais perfeitas do Universo, isto é, o Sol, a Lua e as estrelas, se apresentam com essa forma e porque todo o Universo tende a ser por ela delimitado. E isto mesmo se vê nas gotas de água e nos outros corpos líquidos quando revestem a sua forma natural. Pelo que ninguém deverá hesitar em atribuir tal forma aos corpos celestes. (COPÉRNICO, 2014, Livro I, cap. I, p. 17)**

## O modelo de Aristóteles

A obra de Aristóteles que discorre acerca da astronomia recebeu os nomes *De Caelo* ou *Do céu*. Nesta obra o filósofo expõe o seu entendimento sobre a organização estrutural do cosmos, sobre os elementos que o constituem, o lugar e movimento natural dos elementos. Aristóteles partiu de suas observações, tomando, inicialmente, os elementos simples, sendo estes: o fogo, o ar, a água e a terra. E o movimento natural destes elementos eram verticais e retilíneos com variação de direção. A variação [de direção] refere-se ao atributo de peso ou leveza. Ou seja, os elementos pesados movem-se retilineamente para baixo, ou em direção ao centro (centrípeto). Já os elementos dotados de leveza se movimentam retilineamente para cima, ou em direção oposta ao centro (centrífugo). O seguinte trecho exhibe o entendimento de Copérnico acerca das proposições aristotélicas quanto ao movimento dos elementos pesados e como este fato reflete na organização da Terra enquanto centro do Universo aristotélico.

Segundo eles, Aristóteles diz que o movimento de um corpo simples é simples. Além disso, dos movimentos simples uns são rectos outros circulares. Dos rectos, porém, uns são para cima e outros para baixo. Pelo que todo o movimento simples se dirige para o meio, isto é para baixo, ou do meio, que é para cima. Se for à volta do meio, esse é circular. Considera-se próprio da Terra e da água, elementos tidos como pesados, serem impelidas para baixo, isto é, procurarem o meio, mas quanto ao ar e ao fogo, elementos leves, é próprio deles moverem-se para cima e afastarem-se do meio. Esta a teoria de Aristóteles [*De Caelo*, I, 2; II,14]. (COPÉRNICO, 2014, Livro I, cap. VII, p. 37- 38)

Contudo, é observado a existência de outra natureza de movimento, o circular. Este movimento representa algo peculiar ao sistema proposto, pois um elemento simples possui um e apenas um movimento natural, e como já foi mencionado acima, o movimento natural dos elementos simples conhecidos é retilíneo. O que, implica a existência de um quinto elemento simples cujo movimento é circular. Deste modo, Aristóteles infere argumentativamente a existência do éter, também chamado de quinta essência, também era considerado eterno e incorruptível, diferentemente dos elementos sublunares que eram passíveis de deterioração. E sendo este elemento o único componente dos corpos celestes e destituído de peso ou leveza, estes corpos se mantinham em constante movimento circular.

Em consonância com o movimento natural dos elementos, Aristóteles propõe uma teoria do lugar natural<sup>15</sup>, ao qual os elementos pertenceriam. Desta forma são formadas

<sup>15</sup> O motivo do uso de “lugar natural” é de extrema importância para o sistema aristotélico, uma vez que este não concebe a noção de lugar vazio. E desta forma, o deslocamento forçado de um elemento para um espaço que não lhe pertence resulta no movimento natural deste corpo para seu lugar natural. Ou seja, caso uma pedra seja elevada a uma altura aleatória, a partir do momento em que a força exercida sobre ela deixe de ser imposta retornará ao seu lugar natural por meio do seu movimento natural (centrípeto)

duas áreas distintas, uma sublunar e outra supra lunar. A região sublunar representa o cerne do universo Aristotélico, que coincide com o centro da Terra, os elementos simples e os seres vivos<sup>16</sup>. A região supralunar corresponde a área entre a esfera lunar e a esfera das estrelas fixas, ou seja, o limite do universo aristotélico. É importante ressaltar que a região supralunar é formada e preenchida exclusivamente por éter.

Uma vez feita a apresentação de tantas questões acerca da composição do cosmos na visão de Aristóteles, julgo necessário tratar das questões próprias da organização do sistema proposto pelo filósofo. O universo aristotélico, diferentemente do que conhecemos atualmente, é geocêntrico e fechado<sup>17</sup>, como vimos anteriormente quando falávamos das esferas lunares. Desta forma deve-se compreender que no centro das esferas concêntricas encontra-se a Terra. A esfera seguinte é a da Lua, seguida pelo Sol e os cinco planetas<sup>18</sup> conhecidos: Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno. E por último a esfera das estrelas fixas, que assim como o nome sugere são estrelas fixadas em posições relativas umas às outras, de modo em que o movimento delineado por elas não alterava as posições relativas. Segue abaixo uma ilustração representativa do modelo aristotélico.

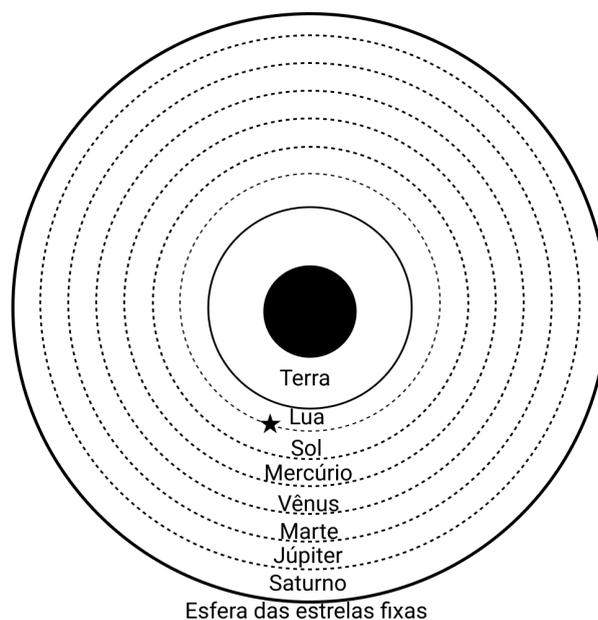


Figura 1 (ZANOTTO, Giovana) - Estrutura do sistema aristotélico.

A figura 1 representa o cosmos proposto por Aristóteles. Destaca-se a posição central da Terra, expondo a perspectiva geocêntrica. A órbita da Lua em traço contínuo foi utilizada para enfatizar a

<sup>16</sup> Uma peculiaridade desta região reside na corrupção e mudança a que os corpos e elementos estão submetidos.

<sup>17</sup> Koyré, na obra *Do mundo fechado ao Universo infinito* define como mundo fechado um sistema que contém a si mesmo, ou seja, esta compreensão de mundo contém todos os elementos e os movimentos.

<sup>18</sup> Os planetas Urano, Netuno e Plutão (apesar deste último não ser mais considerado planeta) não haviam sido observados, pois devido a grande distância entre estes e o planeta Terra não são observáveis a olho nu.

distinção entre a região sublunar e supralunar. Do mesmo modo o traço contínuo de maior espessura utilizado para representar a esfera das estrelas fixas tem como finalidade concretizar esta como o limite do cosmos aristotélico.

## Modelo de Ptolomeu

O conhecimento astronômico formulado por Ptolomeu, com o qual temos contato, é procedente de dois livros completos: *Almagesto* e *As hipóteses dos planetas*. Não é raramente observado em estudos acerca da astronomia uso do termo “geocêntrico” para referir-se a hipótese de Ptolomeu, embora, na física seja mais habitual o uso do termo “geostático”, pois embora a Terra, neste sistema, ocupe uma posição central em relação ao movimento da maioria astros, [ela] não ocupa esta posição para todos. Como, por exemplo, o movimento do Sol possui como referência uma circunferência excêntrica, ou seja, cujo centro difere da Terra. E deste modo a estrutura delineada por este sistema não configura um modelo concêntrico, como o de Aristóteles. Sendo assim, o uso do termo "geostático" evitaria um possível erro interpretativo, e é coerente com o que acreditava o antigo matemático que afirmava que a Terra não realiza nenhum movimento.

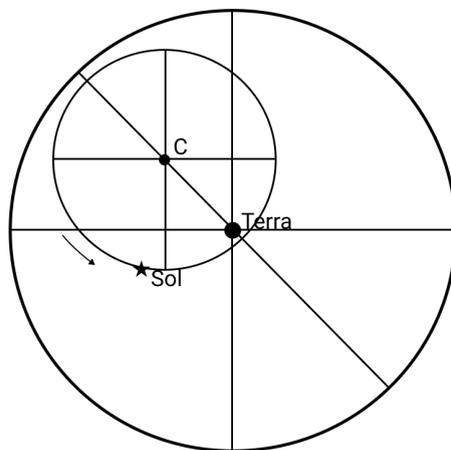


Figura 2 (ZANOTTO, Giovana) - Movimento do Sol segundo Ptolomeu.

A figura 2 apresenta o movimento do Sol em relação à posição da Terra. O ponto “C” representa o centro da circunferência excêntrica, a Terra, que corresponde a órbita solar.

O sistema ptolomaico surge como forma de contemplar o fenômeno do movimento retrógrado, o qual não é abordado pela teoria aristotélica, sendo assim, este

[modelo] apresenta influência de Aristóteles e de Hiparco (194 a.C-120a. C). Como já passamos brevemente por Aristóteles, julgo ser necessário dar maior atenção ao que é acrescido à teoria a partir de Hiparco. A contribuição feita por este (Hiparco) à astronomia é grandiosa, não apenas por ser o primeiro a empregar o uso de epiciclos para a teoria cosmológica, mas também devido à criação do astrolábio e da implementação da trigonometria.

A contribuição de Ptolomeu para o conhecimento da astronomia é referente à inserção de ferramentas matemáticas, como, por exemplo, o uso de epiciclos para explicar a composição do movimento retrógrado observado nos planetas. Além desta [ferramenta] foi necessário utilizar outras noções como o deferente e o equante. Sendo assim, com a finalidade de facilitar a compreensão, julgo necessário fazer uma breve exposição dos significados destes termos e em seguida expor algumas ilustrações que nos ajudam a entender a dimensão mecânica do sistema proposto.

A definição de deferente é “O círculo principal associado a cada astro, que serve de base para o movimento de outros círculos menores”( *Commentariolus*, página 52). E epiciclo é um “círculo ou esfera menor, que se apoiam sobre o deferente”( *Commentariolus*, página 52). O equante no interior do sistema ptolomaico seria um ponto geométrico distinto do centro do deferente e do centro da Terra. O movimento em torno do equante como pode ser observado na figura configura um movimento elíptico<sup>19</sup> devido ao ponto de referência ser excêntrico ao centro da circunferência.

As figuras, a seguir, facilitam a compreensão da composição geométrica do mecanismo envolvendo, respectivamente, deferentes e epiciclos, e, equantes e epiciclos.

---

<sup>19</sup> Por conta de o movimento ser descrito em torno de uma circunferência excêntrica, o movimento angular não é constante.

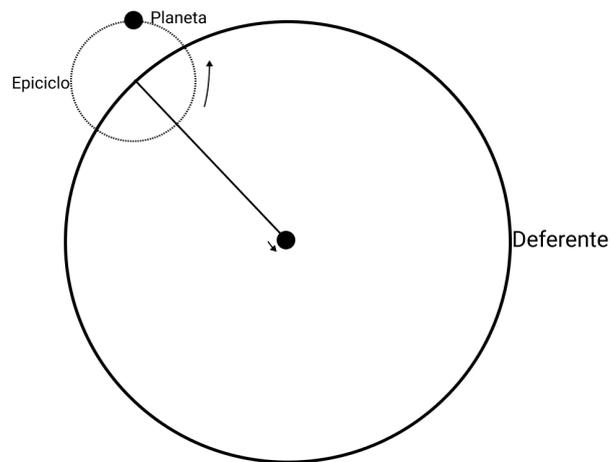


Figura 3 (Zanotto, Giovana) - Deferente e epiciclo

A figura 3 apresenta o movimento de um planeta cuja órbita é o epiciclo que percorre o deferente.

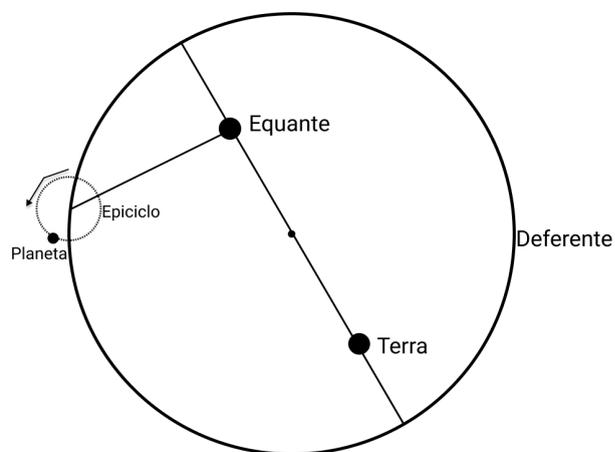


Figura 4 (ZANOTTO, Giovana) - Equante

A figura 4 representa o movimento de um planeta no epiciclo, correspondente à sua órbita, contudo é importante notar que o ponto de referência do movimento deste epiciclo não corresponde à Terra ou ao centro do deferente, e sim ao equante disposto na mesma distância que a Terra do centro do deferente.

## Capítulo II

### Copérnico

## Biografia

Nicolau Copérnico nasceu em Torun, na província da Prússia (atualmente corresponde à Polônia) em 19 de fevereiro de 1473. Foi um astrônomo, matemático, clérigo e médico, conhecido por sua teoria de que o Sol seria o ponto de referência determinante para o movimento planetário e a planetarização da Terra. Devido à morte de seu pai, Copérnico foi educado por seu tio do lado materno, o cônego de Wloclawek, Lucas Watzelrode, que influenciou a carreira eclesiástica do astrônomo.

No ano de 1491, Copérnico iniciou os estudos de artes liberais na Universidade de Cracóvia, contudo, não concluiu seus estudos. Em 1497 matriculou-se na Universidade de Bolonha, na área de Direito, ainda que tenha participado de cursos de astronomia com enfoque neoplatônico. É também neste ano que se tornou cônego de Frauenburg, embora solicite e receba permissão para continuar os estudos. Em 1501 iniciou os estudos de medicina, em Pádua. Após esta jornada, retorna para a Prússia, mais especificamente no palácio do bispo de Lidzbark (Lucas Watzelrode) e efetivamente compõe as obras astronômicas, mas também uma produção em áreas distintas, como, por exemplo, cartografia e economia.

Há um equívoco comum nas pesquisas acerca da participação de Copérnico na reforma do calendário eclesiástico. Contudo, o astrônomo afirma em sua dedicatória ao Papa Paulo III, no *De Revolutionibus*, que os dados observacionais eram insuficientes, na tentativa promovida pelo Papa Leão X, em 1516. Fato este que se confirma com a necessidade de reajustes em 1582, implementada pelo Papa Gregório VIII, que utiliza de alguns dados obtidos no estudo realizado por Copérnico, e, também, configura o calendário atual. Este novo calendário ficou conhecido como gregoriano e as principais diferenças entre este e o calendário anterior, juliano, são a adoção do ano bissexto a cada 4 anos e uma definição mais precisa para a Páscoa<sup>20</sup>. O trecho mencionado anteriormente é:

Com efeito, ainda não há muito tempo, sob o pontificado de Leão X, quando se discutia no Concílio de Latrão a reforma do Calendário eclesiástico, ela continuou tão indecisa unicamente pelo facto de se considerar que a duração dos anos e dos meses, bem como os movimentos do Sol e da Lua, ainda não estavam convenientemente medidos. Foi justamente a partir desta altura que voltei a minha atenção com mais diligência para a investigação destas realidades, aconselhado por um

---

<sup>20</sup> O dia da Páscoa corresponde ao primeiro domingo após a primeira lua cheia do equinócio de primavera (21 de março) no Hemisfério Norte

homem ilustríssimo, D. Paulo, bispo de Fossombrone, que então dirigia aquele processo (COPÉRNICO, 2014, p.1).

Um fato muito curioso acerca da morte de Copérnico é que o astrônomo morreu, em 1543, pouco tempo após ter recebido o manuscrito de *De Revolutionibus*. Existe uma variação temporal presente nas referências acerca do momento de morte e do recebimento do manuscrito, mas todas afirmam que a morte foi próxima ao recebimento do mesmo.

### **Sobre A Revolução dos Orbes Celestes**

Nicolau Copérnico é conhecido por sua teoria revolucionária que substituiu o astro central da perspectiva geocêntrica, embora esta seja apenas uma das contribuições desta teoria. Entretanto, a teoria trata de outras perspectivas importantes para a estruturação de um sistema como o espacial, dentre estas [perspectivas] podem-se destacar, os movimentos aparentes do Sol, que na realidade, são os movimentos da Terra, os movimentos da Lua, sobre a ausência de movimento das estrelas fixas, sobre o movimento dos planetas. E similarmente a proposta ptolomaica, há uma questão referente ao termo de designação da teoria e sua incoerência com as ideias apresentadas. Sendo assim, [a teoria] é habitualmente denominada como "Heliocêntrica", enquanto o termo adequado seria "Heliostática", pois, embora o centro geométrico esteja próximo ao Sol, os pontos não coincidem e, segundo esta teoria, o Sol não apresenta movimento.

Conforme o astrônomo, há duas justificativas que comprovam a não centralidade terrestre, ambas se fundamentam no movimento planetário, como pode ser evidenciado pelo seguinte trecho:

Porque se alguém negar que a Terra ocupa o centro ou o meio do Universo e reconhecer, contudo, que a sua distância [a ele] é insignificante em comparação com a esfera das estrelas fixas, mas que é notável e apreciável em comparação com as esferas do Sol e das outras estrelas, estando convencido de que, por esta razão, o seu movimento parece variável, como se as esferas fossem uniformes em relação a um centro diferente do centro da Terra, poderá talvez apresentar uma explicação não absurda do movimento aparentemente não uniforme. **Porque o facto de os planetas se verem umas vezes mais próximos, outras vezes mais afastados da Terra prova necessariamente que o centro da Terra não é o centro das suas esferas.** (COPÉRNICO, 2014, Livro I, Cap. V, p. 30)

[...]Finalmente, sendo evidente que os planetas estão umas vezes mais próximos e outras mais afastados da Terra, o movimento de um corpo simples à volta do ponto que se julga ser o centro da Terra será a partir do meio e em direcção a ele. Importa, pois, que o movimento à volta desse

ponto se interprete de uma forma mais geral, considerando-se suficiente que cada movimento seja um movimento à volta do seu próprio centro. Vedes assim que por todas estas razões é mais provável que a Terra se mova do que esteja parada. Isto aplica-se especialmente ao movimento de rotação diária que de sobremaneira é próprio da Terra. (COPÉRNICO, 2014, Livro I, capítulo VIII, página 43)

De acordo com Copérnico, os movimentos que os antigos, como Aristóteles e Ptolomeu, atribuíam ao Sol, eram, na verdade, os movimentos da Terra, e que devido à perspectiva observacional ser a partir da Terra fez parecer que o astro em movimento é o Sol. A citação a seguir deve auxiliar na compreensão, visto que expõe como a perspectiva interfere na observação dos movimentos, ou melhor dizendo na atribuição do movimento:

Na verdade, entre os objectos que se movem igualmente na mesma direcção, não se nota qualquer movimento, isto é, entre a coisa observada e o observador. Ora a Terra é o lugar donde aquela rotação é observada e se apresenta à nossa vista. Portanto, se algum movimento for atribuído à Terra, o mesmo movimento aparecerá em tudo que é exterior à Terra, mas na direcção oposta. É o caso em primeiro lugar da rotação diurna. Esta parece envolver todo o mundo excepto a Terra e as coisas que estão à sua volta. (COPÉRNICO, 2014, Livro I, Cap. V, p. 29)

A Terra possui três movimentos, sendo eles: rotação, translação e precessão<sup>21</sup>. O movimento de rotação é aquele delineado pelo movimento circular em torno do próprio eixo, e, portanto, o responsável pela existência do dia e da noite. O de translação é aquele em que o planeta percorre a sua órbita ao redor do Sol, dando origem à noção de tempo anual. Quanto a inclinação do eixo, este movimento é a causa da diferença e da similaridade entre a incidência de Sol nos hemisférios, os fenômenos originados por este movimento são os solstícios<sup>22</sup> (verão e inverno) e equinócios<sup>23</sup> (primavera e outono).

No que diz respeito à Lua, na teoria proposta por Copérnico a Lua não compõe a estrutura celestial, como fazia segundo Aristóteles, ou seja, a Lua orbitava em torno da Terra. Contudo, como neste sistema a Terra não ocupa a posição central, a órbita da Lua não é uma das esferas estruturais do sistema. Quanto ao movimento próprio da Lua temos: a translação ao redor do Sol, a órbita em torno da Terra e o movimento da Lua em seu próprio

---

<sup>21</sup> Precessão é o movimento do eixo de rotação de um astro, neste caso o planeta Terra.

<sup>22</sup> Solstício é um fenômeno astronômico que marca o momento em que o Sol atinge a maior distância angular em relação ao equador da Terra. Este fenômeno, no verão, resulta em um período temporal superior ao dia em relação ao período da noite. Enquanto no inverno, resulta em um período temporal maior na noite em relação ao dia.

<sup>23</sup> Equinócio é um fenômeno astronômico que ocorre duas vezes por ano, no momento em que o Sol está exatamente sobre o equador da Terra. Durante os equinócios, o dia e a noite têm aproximadamente a mesma duração em todo o planeta.

eixo. O movimento de órbita é o que possibilita a nossa compreensão temporal do mês, visto que proporciona o fenômeno das fases da Lua. O movimento em volta do próprio eixo é uma questão diferencial entre a teoria de Ptolomeu e Copérnico, pois, segundo os cálculos de Ptolomeu a variação da distância entre a Terra e a Lua seria imensa, enquanto segundo a medição copernicana a diferença é muito pequena. O que segundo Copérnico era um fato muito conhecido pelos antigos estudiosos de astronomia. O seguinte trecho expõe uma breve introdução feita por Copérnico acerca dos movimentos dos corpos celestes:

Depois do que atrás fica dito, referiremos que o movimento dos corpos celestes é circular. Com efeito, o movimento apropriado de uma esfera é uma rotação num círculo, reproduzindo a sua forma no próprio acto como corpo extremamente simples em que não se pode indicar princípio nem fim, nem distinguir-se um do outro, enquanto através dos mesmos se move sobre si mesma. Contudo, existem muitos movimentos na multidão de esferas. O mais evidente de todos é a rotação diária a que os Gregos chamam *muchthernuron*, isto é, o intervalo de tempo de um dia e de uma noite. Por esta rotação todo o universo parece deslocar-se de Oriente para Ocidente, exceto a Terra. Esta rotação é considerada como a medida comum de todos os movimentos porque também medimos o próprio tempo pelo número de dias. Depois vemos outras revoluções em sentido contrário, isto é, de Ocidente para Oriente, por exemplo do Sol, da Lua e dos cinco planetas. Assim o Sol dá-nos o ano, a Lua os meses que são unidades de tempo muito familiares. Da mesma forma, cada um dos cinco planetas completa sua órbita. (COPÉRNICO, 2014, Livro I, Cap. IV, p. 26)

Sobre a falta de movimento da esfera das estrelas fixas, Copérnico pondera de modo similar ao movimento da Terra e como os antigos atribuíam os movimentos ao Sol. Ou seja, assim como o movimento aparente do Sol pertence, realmente, à Terra, o deslocamento da esfera das estrelas fixas foi atribuído à mesma, mas na realidade é a percepção do movimento de rotação da Terra observado pela perspectiva terrestre. Copérnico justifica esta afirmação a partir da noção de que o deslocamento de um corpo de proporção “infinita”<sup>24</sup> demanda tempo e velocidade proporcionais. Os argumentos podem ser observados na parte referente à refutação de argumentos dos antigos quanto à imobilidade terrestre, como, por exemplo, o trecho a seguir:

Mas porque não se levanta a mesma questão ainda com mais intensidade acerca do Universo cujo movimento tem de ser tanto mais rápido quanto o

---

<sup>24</sup> O uso das aspas no termo infinito é necessário, pois, segundo Copérnico, o Céu seria incomensuravelmente grande, contudo, o sistema copernicano possui como limite a esfera das estrelas fixas e, portanto, difere-se da noção atual pautada pela a infinitude do Universo. O que é evidenciado pelo seguinte trecho “Por este argumento certamente se demonstra satisfatoriamente que o Céu é imenso em comparação com a Terra e dá a impressão de um tamanho infinito, enquanto segundo o testemunho dos sentidos, a Terra é em relação ao Céu o que um ponto é em relação ao corpo, e o finito em relação ao infinito. (Copérnico, *De Revolutionibus*, capítulo VI, página 34)”

Céu é maior do que a Terra? Ou tornou-se o Céu imenso porque foi desviado do centro por um movimento de força indescritível e acabará por se precipitar também, se parar? Certamente se este raciocínio fosse razoável também a grandeza do céu subiria até o infinito. Com efeito, quanto mais alto ele for levado pela força do seu movimento, tanto mais rápido esse movimento será devido ao aumento contínuo da circunferência que ele tem de percorrer no período de 24 horas. (COPÉRNICO, 2014, Livro I, Cap. VIII, p. 39)

Quanto ao movimento dos planetas, há uma divisão referente à posição do planeta e da Terra, ou seja, haviam os superiores, Saturno, Júpiter e Marte, e os inferiores, Vênus e Mercúrio. Em tese, os movimentos são similares, mas os inferiores possuem peculiaridades em seus movimentos.

A proposta de Copérnico no *Commentariolus* e no *De Revolutionibus* é distinta, mas matematicamente equivalente. No primeiro caso é constituída por uma esfera concêntrica a da Terra e dois epiciclos, e no segundo é composta por uma esfera excêntrica e um epiciclo. Uma questão importante é referente ao suposto movimento retrógrado ao qual Copérnico expõe:

Existe uma segunda desigualdade pela qual, em certos momentos, o planeta parece retroceder, e em outros parece deter-se. Isso não acontece pelo movimento do planeta, mas pela variação de posição da Terra no grande orbe. (COPÉRNICO, 2014, p. 138)

Acerca do movimento dos planetas, Vênus e Mercúrio possuem apresentações distintas entre as duas obras. Sendo nos *Commentariolus* uma esfera concêntrica à da Terra e dois epiciclos, enquanto no *De Revolutionibus* era constituída por uma esfera excêntrica em que se move outra esfera excêntrica. O movimento de Vênus, segundo Copérnico, apresenta uma peculiaridade que pode ser compreendida com uma interferência da Terra no movimento do epiciclo excêntrico. Atualmente, entende-se que essa anomalia era outra questão da perspectiva observacional. O movimento de Mercúrio apresenta uma dificuldade devido à sua proximidade com o Sol, o que torna difícil a observação do planeta.

A estrutura resultante exposta de modo argumentativo corresponde à seguinte figura:

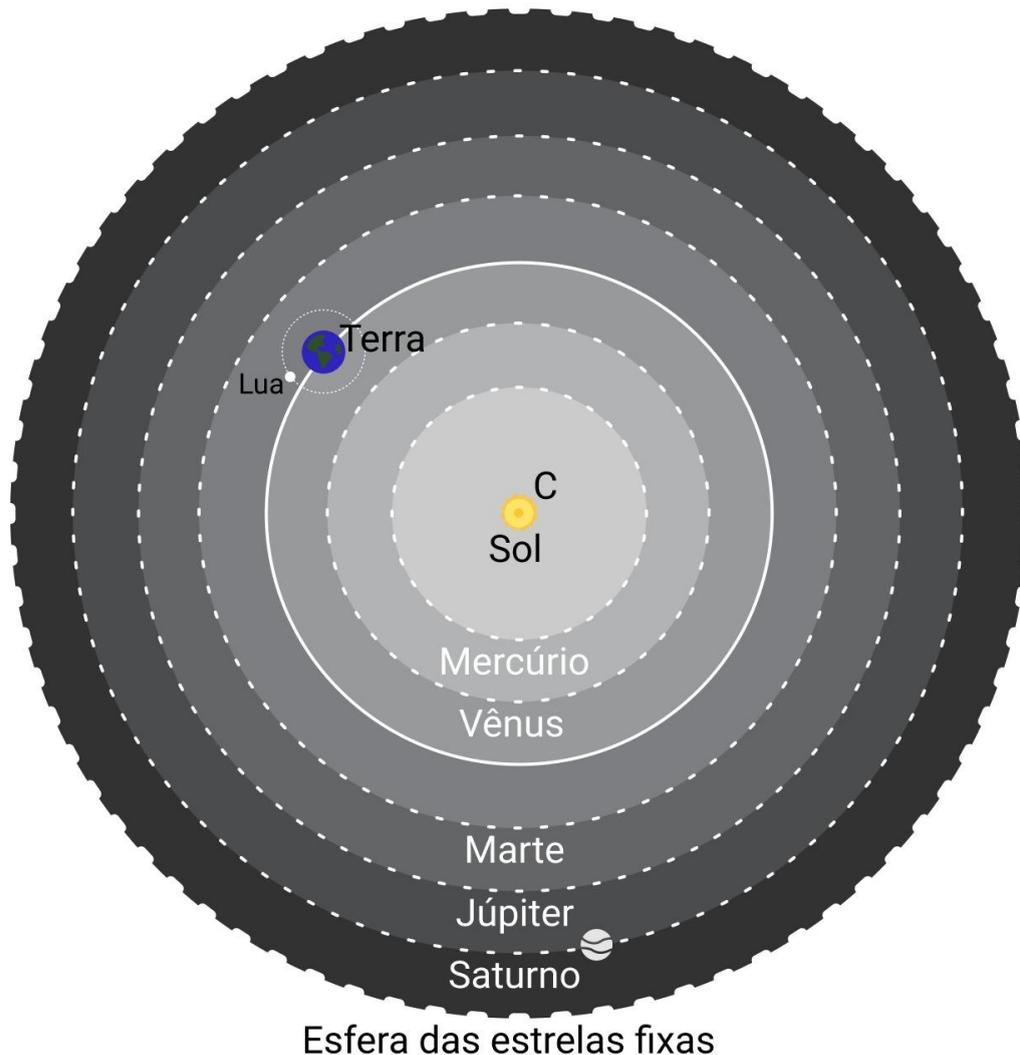


Figura 4 (ZANOTTO, Carolina) - Estrutura proposta por Copérnico.

A figura 4 destaca a ordem estrutural do sistema copernicano, singularizando alguns elementos como o Sol, a Terra, a Lua e a esfera das estrelas fixas. Cada um destes elementos, exceto a esfera das estrelas fixas, representa uma alteração feita por Copérnico em relação à tradição. O Sol posicionado no centro representa a desplanetarização do astro, assim como, a Terra ocupando a terceira órbita representa a planetarização dela. A Lua orbitando a Terra não constitui uma diferença quanto à tradição, contudo, sua posição é alterada, conjuntamente com o planeta Terra, e, portanto, a sua órbita deixa de ser principal.

### Argumentos contra o terraplanismo

Nicolau Copérnico categoricamente expõe em suas obras *Commentariolus* e *De Revolutionibus* que o planeta Terra é esférico. Inclusive o denomina o segundo capítulo do primeiro livro de “ a Terra também é esférica”. Neste capítulo ele argumenta que a Terra

também é esférica porque se apoia em todas as direcções no seu próprio centro e que as estrelas localizadas mais próximas ao polo, no hemisfério norte, não são observáveis no hemisfério sul. A estrela utilizada como exemplo é Canopo, ou Canopus<sup>25</sup>, o astrónomo afirma que a estrela não é visível na Itália, mesmo sendo observável no Egito.

Este argumento, ainda que utilize outra orientação, é similar ao experimento proposto por Eratóstenes. Contudo, o experimento de Eratóstenes orienta-se a partir da sombra formada por um objeto disposto perpendicularmente ao solo, especificamente no solstício de verão. Isso porque a incidência angular dos raios solares, especificamente neste dia, projeta sombras diferentes em pontos distintos do globo, no mesmo horário. E a diferença entre as sombras, conjuntamente com a distância entre os pontos de observação proporcionam dados suficientes para o cálculo da curvatura terrestre.

O astrónomo também destaca ao longo de sua obra sua aversão ao terra planismo e ao comportamento de certos pensadores desta corrente. Como pode ser evidenciado, respectivamente, pelos seguintes trechos:

Os trechos que evidenciam o antagonismo Copernicano diante o terra-planismo são :

Com efeito, é necessário que a Terra com as águas que a rodeiam tenha a forma que a sua própria sombra mostra, visto que, devido ao seu contorno perfeitamente circular, ocasiona um perfeito círculo nos eclipses da Lua. Donde se conclui que a Terra não é plana, como opinaram Empédocles e Anaxímenes, nem timpanóide como afirmava Leucipo, nem em forma de taça como dizia Heráclito, nem de maneira côncava como ensinava Demócrito. Também não é cilíndrica como Anaximandro julgava, nem a sua parte inferior se prolonga indefinidamente segundo a opinião de Xenófanes, mas é dotada de perfeita rotundidade como os filósofos pensam. (COPÉRNICO, 2014, Livro I, Cap. III, p. 23)

E se, por acaso houver vozes loucas que apesar de ignorarem totalmente as Matemáticas se permitam, mesmo assim, um julgamento acerca destas lucubrações e ousem censurar, atacando o meu trabalho a pretexto de algum passo da Escritura, malevolamente distorcido em vista ao meu propósito, eu não lhes dou importância nenhuma, a ponto de desprezar até o seu juízo como temerário. **De facto, não é desconhecido que Lactâncio, célebre escritor, aliás, mas fraco matemático<sup>26</sup>, fala da forma da Terra de uma maneira perfeitamente infantil quando zomba dos que proclamam que a Terra tem a forma de um globo.** Portanto, não deve parecer estranho aos estudiosos se alguns que tais zombarem de nós também. As Matemáticas escrevem-se para os matemáticos, aos quais também esta minha obra, se não me engana a mim a ideia, há de parecer

---

<sup>25</sup> Canopus, também conhecida como Alpha Carinae, é a segunda estrela mais brilhante, depois de Sirius. Por conta de seu brilho, durante muito tempo foi utilizada como ponto de referência para navegação. Além disso, a estrela representa o estado de Goiás na bandeira brasileira.

<sup>26</sup> É importante lembrar-se de que o termo "matemático" era utilizado, em muitos casos, como sinônimo de astrónomo.

algo útil até a República eclesiástica, cujo principado Vossa Santidade tem agora em Seu poder. (COPÉRNICO, 2014 p. 10 Destaque nosso).

## Conclusão

“Doubt thou the stars are  
fire;  
Doubt that the sun doth  
move;  
Doubt truth to be a liar;  
But never doubt I love.”<sup>27</sup>  
William Shakespeare Act  
2, Scene 2)

Em suma, a presente pesquisa abordou a teoria astronômica de Nicolau Copérnico, utilizando como referência principal a obra *De Revolutionibus*. O objetivo deste trabalho foi apresentar, de forma didática, a estrutura espacial do cosmos proposta pelo astrônomo, visando fornecer um material complementar para estudos. Para alcançar tal propósito, foram discutidas questões relacionadas à obra e sua publicação, além de realizar uma breve análise da evolução histórica da ciência em termos de conceitos e metodologias. Ademais, explorou-se de maneira básica as teorias astronômicas anteriores a Copérnico, culminando na análise de sua biografia e teoria.

Nesse sentido, a introdução contextualizou a obra no cenário histórico, enfatizando o atraso na sua publicação e o prefácio escrito por Andreas Osiander. Também destacou-se a transição ocorrida na ciência, em que a cosmologia aristotélica serviu como base para a astronomia copernicana, a qual difere da astronomia atualmente conhecida. No primeiro capítulo, abordaram-se as perspectivas tidas como verdadeiras antes do desenvolvimento da teoria de Copérnico, com destaque para a harmonia circular platônica, a organização concêntrica do sistema aristotélico e as inovações geométricas utilizadas no sistema ptolomaico para descrever o movimento celeste.

O segundo capítulo concentrou-se em Copérnico, iniciando com sua biografia e, posteriormente, apresentando sua teoria conforme descrita em "De Revolutionibus". O foco principal recaiu sobre o movimento da Terra e da Lua, bem como sobre a ausência de movimento do Sol e das estrelas fixas.

Em conclusão, os diferentes modelos abordados trouxeram avanços significativos para o entendimento e estudo da astronomia, abrindo caminho para futuras descobertas científicas. Em especial, o modelo proposto por Copérnico desafiou as ideias tradicionais sobre a posição da Terra no Universo, desempenhando um papel fundamental

---

<sup>27</sup> Duvides que as estrelas sejam fogo;  
Duvides que o Sol se mova;  
Duvides da verdade para ser um mentiroso;  
Mas nunca duvides que amo.

tanto na ciência em geral quanto na história. O impacto gerado pela obra de Copérnico é inevitavelmente associado à filosofia, uma vez que a busca pela verdade por meio do questionamento das "verdades" estabelecidas é inerentemente filosófica.

Além disso, dada a importância essencial desse tema para a filosofia, não se pode ignorar as questões relacionadas ao negacionismo científico, especialmente o terraplanismo. A ascensão de ideias como essa afeta o cerne filosófico ao negar teorias científicas sem apresentar evidências concretas e criteriosas. Assim, a obra de Copérnico reforça a relevância do método científico como uma salvaguarda contra tais movimentos negacionistas

## Referências

Autor desconhecido. *Canopus*. Star Facts. (Disponível em: <https://www.star-facts.com/canopus/>. Último acesso em: 09 de junho de 2023)

BOAS, Marie. *The Scientific Revolution*. Nova York. Dover Publications, 1993.

COPERNICUS, Nicolaus. *As revoluções dos orbes celestes*. Trad. A. Dias Gomes, Gabriel Domingos. Introdução e notas Luís Albuquerque. Lisboa : Fundação Calouste Gulbenkian, 3<sup>a</sup> Edição. 2014.

COPERNICUS, Nicolaus. *Commentariolus: Pequeno Comentário de Nicolau Copérnico sobre suas hipóteses acerca dos movimentos celestes*. Introdução, tradução e notas Roberto de Andrade Martins. São Paulo : Editora Livraria da Física, 2<sup>a</sup> Edição. 2003.

GLEISER, Marcelo. *A dança do Universo: dos mitos de criação ao Big Bang*. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.

KOYRÉ, Alexandre. *From the closed world to the infinite universe*. Nova York, 1958.

MARTINS, Roberto de Andrade. *História da Astronomia e Ensino*. Grupo de História e Teoria da Ciência, Instituto de Física “Gleb Wataghin”, Unicamp.

VEIGA, Edison. *O gênio africano que, há mais de 2 mil anos, com um graveto, provou que Terra é redonda*. BBC News Brasil. (Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-64289025>. Último acesso em: 10 de junho de 2023)

WESTMAN, Robert S. *Nicolaus Copernicus: Polish astronomer*. Atualizado em maio de 2023. Verificado por The editor of Encyclopaedia Britannica. (Disponível em: <https://www.britannica.com/biography/Nicolaus-Copernicus>. Último acesso em : 25 de maio de 2023)