

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS – CFCH
DEPARTAMENTO DE HISTÓRIA

MÁRIO PEREIRA GOMES

A REALIDADE DESVELADA

Galileu e o ingresso da humanidade no Jardim de Fractais

RECIFE

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS – CFCH
DEPARTAMENTO DE HISTÓRIA

MÁRIO PEREIRA GOMES

A REALIDADE DESVELADA

Galileu e o ingresso da humanidade no Jardim de Fractais

Monografia apresentada à Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em História

Orientador: Prof. Dr. Severino Vicente da Silva

RECIFE

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS – CFCH
DEPARTAMENTO DE HISTÓRIA

MÁRIO PEREIRA GOMES

A REALIDADE DESVELADA
Galileu e o ingresso da humanidade no Jardim de Fractais

Trabalho de conclusão de curso apresentado como pré-requisito para obtenção do título de licenciado em História pela Universidade Federal de Pernambuco, submetida à aprovação da banca examinadora composta, pelos seguintes membros:

Professor Orientador

Professor (a) Examinador (a)

Professor (a) Examinador (a)

RECIFE

2018

AGRADECIMENTOS

Os seres humanos veem a si mesmos como indivíduos, ou seja, como separados e independentes do mundo exterior. Ao olhar mais de perto se percebe que o que chamamos de coisas e seres é na verdade o fruto temporário de relações de interdependência entre tudo que há no universo. Sob esta perspectiva o ser humano é uma estrutura autoconsciente que emerge de uma miríade de relações ao nível físico; químico; biológico e psicossocial. Assim, nesta parte do trabalho se agradecerá a alguns seres que através de suas ideias, ações e afetos compuseram parte do ser provisório que escreve estas palavras.

À Amanda por ter sido minha amiga e mentora. Ao meu orientador Severino pelas aulas sobre a cultura popular pernambucana. Graças a você vejo Recife hoje com olhos de criança. À Danielle pelas aulas de Educação Patrimonial que em muito enriqueceram minha percepção sobre os monumentos. Ao meu caro William por toda ajuda prestada a mim durante o Ensino Médio. À Marília por ter sempre defendido em suas aulas a relação Eu-Tu. Você é um exemplo de humanidade para nossa espécie que há muito deixou de respeitar a alteridade humana.

Ao meu amigo Daniel por ter me mostrado o conto *A Última Pergunta* do escritor de ficção científica Isaac Asimov. Eu não poderia imaginar as maravilhas encontradas após as portas da percepção serem abertas por esse conto. Ao meu amigo Victor por ter me apresentado a *Hipótese do Universo Matemático* (MUH na sigla em inglês) do cosmólogo Max Tegmark. Graças a tal hipótese se tornou imperativo conhecer mais sobre o marco temporal da matematização e geometrização do universo e da ciência.

À minha irmã, por ter ao longo de todo o ano de 2018 me incentivado a escrever o presente trabalho. Ao meu pai por me ter colocado no curso de inglês; graças a você minha compreensão da realidade se expandiu para além dos limites impostos pelo meu primeiro idioma. À minha mãe por todo amor e carinho que meu deu ao longo destas duas décadas de existência.

À Consciência Transcendente sem a qual eu não poderia ter ascendido ao *Orbis Tertius*.

RESUMO

O presente trabalho possui como temática a gradual substituição no século XVII do sistema aristotélico-ptolomaico pelo modelo heliocêntrico. O objetivo desta monografia é analisar a narrativa sobre o caso Galileu no livro didático de História do 7º ano utilizado na Escola Estadual Barros Carvalho. No primeiro capítulo se fará uma comparação entre o discurso sobre a Revolução Científica e a referência bibliográfica especializada em história da ciência do livro didático. No segundo será definido o papel das descobertas astronômicas de Galileu na validação do heliocentrismo como teoria científica. No último se investigará os motivos que fizeram a Igreja Católica condenar Galileu. Por melhor se adequar ao objetivo proposto pelo presente trabalho adotar-se-á para a interpretação dos dados coletados a metodologia exploratório-qualitativa. Esta será embasada na análise documental de fontes primárias e secundárias bem como numa revisão bibliográfica.

Palavras-chave: Caso Galileu. História da Ciência. Revolução Científica.

ABSTRACT

The present work has as its theme the gradual replacement in the 17th century of the Aristotelian-Ptolemaic system by the heliocentric model. The objective of this monograph is to analyze the narrative about the Galileo case in the textbook of History of the 7th year used in the Barros Carvalho State School. In the first chapter a comparison will be made between the discourse on the Scientific Revolution and the specialized bibliographic reference in the history of the science of the textbook. In the second, the role of Galileo's astronomical discoveries in the validation of heliocentrism as scientific theory will be defined. In the latter will be investigated the reasons that made the Catholic Church condemn Galileo. As best suited to the objective proposed by the present work, the exploratory-qualitative methodology will be used for the interpretation of the collected data. This will be based on documentary analysis of primary and secondary sources as well as a bibliographic review.

Keywords: Galileo Affair. History of Science. Scientific Revolution.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. COMPARAÇÃO ENTRE O DISCURSO ACERCA DA REVOLUÇÃO CIENTÍFICA E O DE SUA FONTE BIBLIOGRÁFICA	13
2.1. ASPECTOS PRINCIPAIS DO SISTEMA ARISTOTÉLICO-PTOLOMAICO.....	13
2.1.1. FÍSICA ARISTOTÉLICA	13
2.1.2. MODELO ASTRONÔMICO PTOLOMAICO	14
2.2. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO MODELO COPERNICANO	15
2.3. DISCURSO SOBRE A MUDANÇA DO GEOCENTRISMO AO HELIOCENTRISMO NO SÉCULO XVII.....	16
2.3.1. A NOVA ABORDAGEM DA REALIDADE.....	16
2.3.2. OS DEFENSORES DO HELIOCENTRISMO	17
2.3.3. A AUSÊNCIA DO SISTEMA DE TYCHO BRAHE E DOS FILÓSOFOS NATURAIS ARISTOTÉLICOS.....	19
2.3.4. OPOSIÇÃO ENTRE A IGREJA CATÓLICA E O HELIOCENTRISMO	20
3. ARGUMENTOS E OBJEÇÕES AO SISTEMA ARISTOTÉLICO-PTOLOMAICO E AO HELIOCENTRISMO	22
3.1. ARGUMENTOS E OBJEÇÕES AO SISTEMA ARISTOTÉLICO-PTOLOMAICO	23
3.1.1. O MOVIMENTO DOS CORPOS	23
3.1.2. AUSÊNCIA DE PARALAXE E INCORRUPTIBILIDADE DOS ASTROS	26
3.1.3. A VISUALIZAÇÃO DE METADE DO ZODÍACO	27
3.2. ARGUMENTOS E OBJEÇÕES AO HELIOCENTRISMO.....	28
3.2.1. O SOL MÍSTICO-HERMÉTICO	28
3.2.2. AS DESCOBERTAS ASTRONÔMICAS DE GALILEU.....	30
3.2.2.1. DESCOBERTAS CONTRÁRIAS À INCORRUPTIBILIDADE DOS ASTROS E ACERCA DA AUSÊNCIA DE PARALAXE.....	30
3.2.2.2. DESCOBERTAS SOBRE OS CORPOS CELESTES	32
3.3. AFINAL, AS DESCOBERTAS ASTRONÔMICAS DE GALILEU COMPROVARAM OU NÃO O HELIOCENTRISMO?	33
4. OS MOTIVOS DA CONDENAÇÃO DE GALILEU PELA IGREJA CATÓLICA	35
4.1. INTERPRETAÇÕES SOBRE O PENSAMENTO DO CARDEAL ROBERTO BELARMINO CONTIDO EM UMA CARTA.....	35
4.1.1. ANÁLISE DA CARTA DE BELARMINO PARA FOSCARINI	36

4.2. BELARMINO E GALILEU: UMA DISPUTA ENTRE DUAS CONCEPÇÕES DISTINTAS DE CIÊNCIA	41
4.3. O DECRETO DE 1616	41
4.4. O PENSAMENTO DE URBANO VIII SOBRE A CAPACIDADE HUMANA DE APREENDER A REALIDADE OBJETIVA E A RELAÇÃO ENTRE LEIS DA NATUREZA E MILAGRES	43
4.5. O JULGAMENTO DE 1633	46
4.6. O LIVRO DA NATUREZA ASSUME O TRONO OUTRORA OCUPADO PELA BÍBLIA	46
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

“Desde que vivas neste universo, e tenhas um modesto talento para a matemática, mais cedo ou mais o encontrarás. Já está aqui. Está dentro de tudo. Não precisas deixar teu planeta para encontrá-lo. Na trama do espaço como na natureza da matéria, e ainda numa grande obra de arte, lá está ela, em letras pequenas, a assinatura do artista. Sobrepondo-se aos homens, aos deuses, aos demônios, englobando Zeladores e Construtores de Túneis, há uma inteligência que antecede o universo”.

(Carl Sagan)

Introdução

A ideia para escrever o presente trabalho de conclusão de curso emergiu a consciência durante a disciplina cursada no período 2017.2 de Estágio Supervisionado em História 2. A instituição de ensino na qual fiz estágio foi a Escola Estadual Barros Carvalho localizada no bairro do Cordeiro, zona oeste do Recife. Em dado momento do estágio tive, como parte da carga horária prática, analisar os livros didáticos que a professora supervisora utilizava para ministrar as aulas do Ensino Fundamental II. Ao folhear o livro didático de História do 7º ano notei que o mesmo trazia uma narrativa distinta da que eu já havia visto sobre o caso Galileu, mas não me lembrava de onde tinha sido. Ao chegar a casa percebi na minha mesa a nova apostila de História da minha irmã, referente ao 3º bimestre, que na época também estudava no 7º. Ao abrir a apostila descobri que era nela que se encontrava a narrativa sobre o caso Galileu dessemelhante ao que eu havia observado no livro didático na instituição de ensino em que estava a realizar o estágio. Sobre tal disciplina faz-se preciso mencionar a importância da mesma não só na formação profissional dos graduandos em Licenciatura em História, mas também como um campo do qual surgiu muitos trabalhos de conclusão de curso como se notou durante as apresentações dos projetos de TCC durante a disciplina de Metodologia do Ensino de História 3 no período 2018.2.

A oposição entre as duas narrativas, o que constitui o problema a ser abordado no presente trabalho, que se encontram no livro didático e na apostila me motivou a realizar uma comparação da referência bibliográfica de cada um dos materiais didáticos; o objetivo seria analisar a bibliografia, no que se refere ao caso Galileu, e descobrir qual dos materiais didáticos trazia a narrativa mais fiel a sua respectiva fonte. Todavia, não consta na apostila referência bibliográfica e isto me impeliu a entrar em contato com a editora para de algum modo me ser disponibilizada a lista de obras usadas para escrever a parte da apostila sobre a Revolução Científica e mais precisamente o caso Galileu. Após um início promissor de contato com a editora a mesma não manteve mais contato comigo. Por isto, decidiu-se por tomar como objeto de análise somente o livro didático de História do 7º ano; os do Ensino Médio não puderam ser analisados pelo fato dos mesmos não abordarem o caso Galileu.

No entanto, a diferença entre os dois materiais didáticos não constitui a única justificativa para a escrita do presente trabalho. Outras motivações impulsionaram a composição desta monografia como a leitura de um texto no qual era explanada a *Hipótese do*

Universo Matemático (MUH na sigla em inglês) do cosmólogo Max Tegmark que afirma que o universo não é apenas descrito pela linguagem matemática, mas ele próprio é uma grande estrutura matemática. O outro motivo foi os recentes escândalos ao redor do mundo sobre o uso de dados coletados na rede mundial de computadores para criar o perfil das pessoas e com isto dar os políticos meios para personalizar seu discurso para cada tipo de eleitor. A relevância do tema abordado reside no fato de que o caso Galileu é o símbolo da ruptura entre fé e ciência e o marco temporal da matematização e geometrização da ciência e da realidade objetiva.

A discrepância entre as narrativas suscitou algumas questões que o presente trabalho visa responder em cada um dos capítulos, perguntas específicas, e uma que será respondida pelo trabalho como um todo que é a pergunta geral. As perguntas são as seguintes:

1. A narrativa acerca do caso Galileu que se encontra no livro didático é corroborada pelas principais fontes primárias e secundárias sobre este tema?
2. O discurso sobre a Revolução Científica presente no livro didático corresponde ao que está escrito em sua referência bibliográfica acerca desta temática?
3. As descobertas astronômicas de Galileu comprovaram ou não o heliocentrismo?
4. Quais foram os motivos que fizeram a Igreja Católica condenar Galileu nos primeiros decênios do século XVII?

Cada pergunta acima se entrelaça a um objetivo de modo que a resposta encontrada para cada questão constituirá um passo para se alcançar determinado objetivo específico mais o geral. Os objetivos, do geral aos três específicos, são os que se seguem:

1. Analisar a narrativa sobre o caso Galileu presente no livro didático de História do 7º utilizado na Escola Estadual Barros Carvalho.
2. Cotejar o discurso acerca da Revolução Científica com a referência bibliográfica do livro didático.
3. Definir o real papel das descobertas astronômicas de Galileu na comprovação do heliocentrismo.
4. Investigar os motivos que fizeram a Igreja Católica condenar Galileu.

Deste modo decidiu-se por analisar a narrativa do caso Galileu por esta englobar todas as perguntas suscitadas pelo problema e seus respectivos objetivos. Para a interpretação dos dados coletados se adotou a metodologia exploratório-qualitativa fundamentada na revisão

bibliográfica e na análise documental de fontes primárias e secundárias por melhor se adequar aos objetivos traçados.

Como referencial teórico se buscou dois tipos de autores: os que viveram na época em que os fatos descritos neste trabalho se desenrolaram e os especialistas sobre as temáticas que serão abordadas ao longo de três capítulos. Deste modo os principais autores referentes às fontes primárias são Aristóteles, Ptolomeu, Copérnico, o cardeal Belarmino e Galileu Galilei, exceto o papa Urbano VIII cujo pensamento só foi encontrado em fontes secundárias. Sobre estas os principais autores são o filósofo Alexandre Koyré que se tornou referência quanto a Revolução Científica; o filósofo ítalo-americano e historiador da ciência Giorgio de Santillana; o físico Thomas S. Kuhn por seu trabalho sobre o papel do modelo copernicano no desenvolvimento do pensamento ocidental; Karl Popper por conta de sua filosofia da ciência e o doutor em física e matemática Annibale Fantoli por ter revisado o caso Galileu à luz das mais recentes pesquisas. O presente trabalho terá como delimitação espaço-temporal a península itálica no início do século XVII.

Cada capítulo será responsável por responder uma pergunta e um objetivo específico; a partir do conjunto dos capítulos é que se alcançará o objetivo geral. Ao início de cada capítulo se fará um breve resumo do assunto a ser tratado bem como das fontes primárias e secundárias que serão analisadas. No primeiro far-se-á a comparação entre o discurso que o livro didático traz sobre a Revolução Científica e a referência bibliográfica, especializada em história da ciência, do mesmo. Será um capítulo mais simples e curto do que os outros dois. Em seguida serão explicadas as principais características do sistema aristotélico-ptolomaico e do heliocentrismo visto que isto ajudará na compreensão dos capítulos restantes. No segundo se fará uma análise dos argumentos a favor do sistema aristotélico-ptolomaico e do modelo heliocêntrico bem como das principais objeções feitas a tais sistemas astronômicos. Depois serão abordadas as descobertas que Galileu fez com o uso da luneta. No último se investigará quais foram os motivos que impeliram a Igreja Católica a condenar Galileu. Por fim, a parte das considerações finais em que se apresentarão os resultados da pesquisa.

2. Comparação entre o discurso acerca da Revolução Científica e o de sua fonte bibliográfica

O caso Galileu desenrolou-se tendo como pano de fundo a Revolução Científica que foi não só a transformação no século XVII de um modelo astronômico ou de uma física, mas da própria maneira do ser humano apreender a realidade que lhe envolve. Tratou-se da substituição do cosmo finito aristotélico com regiões qualitativamente distintas para o universo infinito sendo regido em todas as partes pelas mesmas leis da física. No livro didático se encontra um discurso sobre a Revolução Científica com enfoque na mudança do modelo geocêntrico para o heliocêntrico. Este discurso corresponde ao que está escrito em sua referência bibliográfica? Tal questão é a que o presente capítulo se propõe a responder tendo em mente que em algumas partes as omissões do livro didático falarão mais do que o que está escrito. Porém, antes serão abordados os principais aspectos do sistema aristotélico-ptolomaico e do modelo heliocêntrico formulado por Nicolau Copérnico no século XVI. Isto se faz necessário pelo fato de que a explanação sobre os dois sistemas ajudará no entendimento dos próximos capítulos.

2.1. Aspectos principais do sistema aristotélico-ptolomaico

2.1.1. Física aristotélica

Como se deve ter percebido a cosmovisão que vigorou na Europa da Antiguidade até a Revolução Científica era composta por um binômio: aristotelismo e ptolomaico. Trata-se da união de duas concepções distintas da realidade. A primeira se refere à física (também denominada durante muito tempo de “filosofia natural”) formulada pelo polímata grego Aristóteles segundo o qual:

[...] o Universo é único, contínuo e tem como estrutura básica o universo das duas esferas, composto por uma pequena esfera, a Terra, fixada no centro de uma segunda, vasta, porém finita, esfera em rotação que leva consigo as estrelas fixas, e é dividido em duas regiões nitidamente distintas: a celeste e a terrestre, ocupadas por materiais distintos e governadas por leis distintas. Cada uma das coisas, sejam aquelas pertencentes à região celeste ou à região terrestre, tem, segundo Aristóteles,

seu lugar ‘natural’ e seu ‘movimento natural’ para este lugar. Ou seja, cada coisa no Universo aristotélico possui um lugar próprio, conforme sua natureza, e é só no seu lugar que se completa e se realiza um ser, e é por isso que este tende para lá chegar. O Universo aristotélico, portanto, é finito, hierarquicamente ordenado e ontologicamente diferenciado, segundo as qualidades dos elementos (ÉVORA, 2005, pp. 129-130).

Segundo esta filosofia natural, a esfera terrestre é formada pelos quatro elementos (água, terra, fogo e ar) que se modificam constantemente e que realizam o movimento retilíneo, enquanto que a esfera celeste é composta pelo éter: um elemento eterno, imutável e que realiza o movimento circular visto como perfeito pelos gregos antigos. Só a título de curiosidade: a concepção grega de eternidade da matéria permaneceu em voga até 1931 quando o padre Georges Lemaître formulou a hipótese do “átomo primitivo” que após a descoberta da radiação cósmica de fundo em micro-ondas se tornou a moderna teoria científica do “Big Bang”; o que provou que nosso universo teve algo que se possa chamar de início. Para Aristóteles cada objeto no universo, seja animado ou inanimado, busca exclusivamente seu próprio lugar natural de modo que há apenas dois tipos de movimento: o violento que tira o corpo de seu lugar natural e o natural que o faz retornar para o local do qual foi retirado. Apesar de ser um grande estudioso em muitas áreas do conhecimento humano, Aristóteles não o era em astronomia. Por conta disto ele adotou e adaptou o sistema de Eudóxio segundo o qual os complexos movimentos planetários eram causados por esferas concêntricas existentes apenas no espaço matemático sem existência física real. Aristóteles afirmava que tais esferas eram reais e verdade homocêntricas por terem a Terra como centro comum do raio delas.

2.1.2. Modelo astronômico ptolomaico

Já a segunda parte do binômio se deve ao sistema astronômico elaborado pelo pensador alexandrino Ptolomeu. O modelo deste substituiu as esferas homocêntricas pelos princípios dos movimentos excêntricos, dos epiciclos e do equante. A seguir tentarei explicar cada um destes princípios; cabe destacar que ao usar o termo “ponto” estou a me referir a um objeto matemático sem existência material. O primeiro é de que o centro das órbitas planetárias não é a Terra, mas um ponto excêntrico a ela; enquanto que o segundo afirma que os planetas giram sobre um círculo (epiciclo) cujo ponto central gira sobre um círculo maior chamado de deferente. Já o último princípio diz que um planeta (p) realiza o MCU

(movimento circular uniforme) sobre um epiciclo, enquanto que o centro deste (c) se move por um deferente com uma velocidade angular que não é constante em relação ao seu centro (C), mas a um ponto chamado de equante. Este princípio ia contra a física aristotélica segundo a qual a Terra é o único centro de todas as esferas celestes; tal contradição representou durante muito tempo um obstáculo na plena aceitação do modelo ptolomaico que só se cessará quando da adoção do heliocentrismo.

2.2. Principais características do modelo copernicano

Como se verá mais adiante o equante será um dos motivos que farão Copérnico defender o heliocentrismo como a verdadeira descrição do universo. Este sistema já havia sido proposto antes por Aristarco de Samos, mas como a obra deste se perdera Copérnico recebeu o crédito pela formulação do modelo heliocêntrico. Na época deste astrônomo polonês o sistema ptolomaico, por conta das inúmeras observações feitas ao longo dos séculos, contava com dezenas de deferentes e epiciclos o que tornava bastante complexo o cálculo das órbitas planetárias. Para simplificar os cálculos Copérnico sustentou que era suficiente colocar no centro do universo o Sol ao invés da Terra. Todavia, por não romper com a ideia de que o universo é esférico e de que os planetas realizam movimento circular Copérnico manteve os epiciclos e excêntricos ptolomaicos de modo que a simplicidade e vantagem matemática do modelo heliocêntrico sobre o ptolomaico era bem pequena. Perto de morrer foi publicado em 1543 o livro de Copérnico *De Revolutionibus orbium coelestium* (Das revoluções das esferas celestes em português) no qual este defende o heliocentrismo não só como um método melhor do que o ptolomaico para realizar cálculos sobre os movimentos celestes, mas também como correspondente ao movimento real dos astros. Para evitar polêmicas o editor Andreas Osiander adicionou um prefácio que contradizia com o conteúdo do livro por afirmar que a obra se tratava simplesmente de uma hipótese matemática sem qualquer compromisso com a realidade objetiva.

Apesar de defender um modelo astronômico contrário ao defendido pela Igreja Católica, a obra de Copérnico não sofreu censura eclesiástica. Vale destacar que Copérnico foi requerido pela Igreja Católica para participar da reforma no calendário que resultou na elaboração do calendário gregoriano, promulgado pelo papa Gregório XIII em 1582, que

vigora até hoje no mundo ocidental. A ausência de uma censura ao heliocentrismo na época da publicação do livro de Copérnico se deve ao fato de que a Igreja se encontrava bastante focada no Concílio de Trento e em tudo o que este implicava como a catequização dos povos recém-descobertos na América; a luta contra as várias correntes cristãs nascidas a partir de 1517; e a própria reforma da Igreja para atravessar os novos tempos e melhorar a formação espiritual e intelectual dos sacerdotes. Além disto, o modelo de Copérnico tinha argumentos fracos contra o sistema aristotélico-ptolomaico, como se verá no terceiro capítulo, e não chamou muita atenção da maioria dos astrônomos e filósofos naturais da época. Isto não significa que o modelo copernicano passou despercebido; apenas que naquele período não suscitou muita polêmica.

2.3. Discurso sobre a mudança do geocentrismo ao heliocentrismo no século XVII

O processo inquisitorial que condenou Galileu se encontra no capítulo que trata do Renascimento, mais especificamente no tópico intitulado *O espírito científico* que está disposto em duas páginas. Durante a pesquisa descobriu-se que o livro didático, no que se refere à história da ciência e mais especificamente o caso Galileu, está amparado numa única obra acadêmica. Trata-se do terceiro volume, escrito pelo filósofo e historiador da ciência Colin A. Ronan, da tetralogia *História Ilustrada da Ciência da Universidade de Cambridge*. Deste modo a partir daqui se fará a comparação entre este livro e o material didático no qual este afirma estar amparado.

2.3.1. A nova abordagem da realidade

O tópico é dividido em três partes: a primeira aborda as inovações no campo da astronomia; a segunda as mudanças na disseminação pelo continente europeu da informação (que não será analisada por fugir do escopo deste trabalho) e a última trata dos obstáculos enfrentados pelos pensadores pioneiros da ciência moderna. No primeiro parágrafo da primeira parte é afirmado que:

[...] muitos estudiosos buscaram explicar o mundo ao seu redor por meio da **observação** e da **experimentação**. Para isso, valorizaram o cálculo e a matemática, o projeto e a precisão, o método e o rigor, realizando muitas descobertas científicas e inovações técnicas (APOLINÁRIO, 2014, p.115, negrito da autora).

Há algumas ressalvas a serem feitas sobre o excerto acima. Primeiro que a narrativa não precisa o século em que tal transformação aconteceu; segundo que a observação, mais especificamente dos astros, já se dava desde a Babilônia não sendo, portanto, uma novidade da Idade Moderna. Terceiro que as características atribuídas a muitos estudiosos pelo livro didático correspondem na verdade a generalização dos aspectos presentes na metodologia científica de uma determinada pessoa: Galileu Galilei. Este é considerado o “pai” da ciência moderna justamente por ter sido o pioneiro na observação experimental; no uso sistemático e rigoroso da matemática e da geometria para apreender a realidade objetiva; na utilização de experimentos mentais; e pelo uso de instrumentos científicos para corroborar ou não uma hipótese por ele formulada. Sobre a experimentação vale destacar que esta é:

[...] uma pergunta feita à natureza, uma pergunta feita numa linguagem muito especial, na linguagem geométrica e matemática. [...] não basta observar o que se passa, o que se apresenta normalmente e naturalmente aos nossos olhos; sabe que é preciso saber formular a pergunta e, além disso, saber decifrar e compreender a resposta, ou seja, aplicar ao *experimentum* as leis estritas da medida e da interpretação matemática (KOYRÉ, 2011, p. 52, grifo do autor).

Pelo excerto acima se percebe a diferença entre experiência e experimentação, ou mais precisamente, entre método indutivo e dedutivo, respectivamente. A primeira compreende a coleta de dados por meio dos sentidos e sua posterior racionalização, ou seja, a análise de casos particulares que resultarão numa lei geral. Enquanto que a segunda é uma ação que visa testar de forma sistemática e cada vez mais rigorosa uma hipótese científica. Assim, a experimentação é um exemplo de método dedutivo segundo o qual primeiro se formula uma hipótese que será validada ou falseada por testes pelos quais ela passará. Para que isto seja alcançado de forma segura se faz uso de instrumentos que aperfeiçoam os sentidos humanos; da linguagem exata da matemática e de uma teoria formulada antes do experimento (método dedutivo) que será posta a prova pela experimentação.

2.3.2. Os defensores do heliocentrismo

Em seguida o livro didático apresenta três personalidades e suas principais realizações. Trata-se de Galileu, Kepler e Copérnico. Sobre este último o livro afirma apenas que

contestou o geocentrismo, que na época era endossado pela Igreja Católica e somente por esta, e que formulou o heliocentrismo.

Ao pesquisar na referência bibliográfica do livro didático se descobre algo muito mais interessante. Segundo Colin Ronan, Copérnico:

[...] se concentrava na investigação dos movimentos dos corpos celestes; com base nas teorias geométricas do movimento planetário contidas no *Almagesto*, foi possível calcular as futuras posições desses corpos, mas, com as observações coligadas ao longo dos séculos, tornou-se evidente alguns aperfeiçoamentos na teoria original de Ptolomeu. [...] Ele estava insatisfeito com a invenção e o uso do *equant* de Ptolomeu. Isso contrabalançava o centro do movimento ao centro da Terra e introduzia, assim, um movimento desigual, que, pensava Copérnico, entrava em conflito com “a regra do movimento absoluto”, segundo a qual tudo deveria se mover em torno do centro do universo a uma velocidade invariável (RONAN, 1987, p. 67, grifo do autor).

Como se nota na citação acima, na época de Copérnico o modelo ptolomaico se encontrava defasado em relação aos dados coletados. O desajuste entre o geocentrismo e a física aristotélica que afirmava que o único centro dos corpos celestes era a Terra representou uma rachadura na cosmovisão medieval que foi aumentada por Copérnico até que todo o edifício teórico representado pelo sistema aristotélico-ptolomaico fosse derribado no século XVII por Galileu e Newton. Percebe-se também que a formulação do modelo heliocêntrico se deveu a uma busca da parte de Copérnico para aperfeiçoar o modelo de Ptolomeu mesmo que para isto fosse preciso retirar a Terra do centro e em seu lugar colocar o Sol. Já sobre Galileu o livro didático se limita a listar suas descobertas astronômicas e a afirmar que estas comprovaram o heliocentrismo. Ao consultar sua referência bibliográfica a mesma diz que Newton que:

[...] completou o que os físicos do fim da Idade Média haviam começado e Galileu tentara trazer à realidade; suas três “leis do movimento” formam a base de todo o trabalho posterior. Newton tinha também resolvido um problema astronômico de 2000 anos – o do movimento dos planetas no espaço. Com uma análise matemática que era assombrosa em perfeição, mostrou como uma lei do inverso do quadrado resultava em um movimento em elipse e forçava os planetas a obedecer às leis que Kepler tinha deduzido com tanto esmero a partir das observações de Tycho. [...] A força de atração que atuava a partir do Sol não era o magnetismo, mas sim a gravitação, e Newton deu o grande passo ao identificar essa atração que atuava no espaço como a da Terra em relação à Lua e a de todos os outros corpos em sua superfície. [...] Não havia mais um conjunto de leis que regia o comportamento dos corpos celestes e outro que governava os terrestres: a física era universal (Ibid., p. 99).

A partir da citação acima se percebe que para o autor utilizado pelo livro didático, em clara contradição a este, não foi Galileu que comprovou o heliocentrismo e sim Newton ao obliterar

a concepção grega do cosmo dividido em duas esferas compostas de elementos e movimentos distintos.

2.3.3. A ausência do sistema de Tycho Brahe e dos filósofos naturais aristotélicos

Algo que chamou a atenção é que o livro didático fala de Kepler, mas não de seu mentor Tycho Brahe que formulou um modelo próprio sobre a posição e movimento dos astros. Pelo fato deste sequer ser mencionado não há sentido em comparar o livro didático com a obra de Colin Ronan sobre esse astrônomo. Modelo este que representou um forte entrave na plena aceitação do heliocentrismo como forte candidato a ser o único concorrente do geocentrismo no que diz respeito à descrição dos movimentos celestes. Em sua época, segunda metade do século XVI, Tycho Brahe foi o maior astrônomo europeu. Seus instrumentos para a observação do céu eram maiores e mais precisos do que os anteriores e se encontravam na ilha de Hven. Nesta, ele construiu o centro observatório de Uraniborg (cidade de Urânia) em homenagem a musa da astronomia. Munido de seus instrumentos e de tempo para observar o céu de forma contínua Tycho coletou uma grande quantidade de dados sobre os planetas e as estrelas. Em 11 de novembro de 1572, Brahe observou uma nova estrela na constelação de Cassiopeia. Esta novidade trouxe importantes questionamentos para a física aristotélica, pois segundo esta o mundo supralunar é imutável. As meticulosas observações de Tycho levaram-no a acreditar que a estrela nova se encontrava muito afastada da atmosfera terrestre, mas como o novo objeto astronômico sumiu algum tempo depois de ter surgido no céu os filósofos naturais argumentaram que a estrela não passava de um fenômeno terrestre ainda não catalogado. Nas décadas finais do século XVI apareceram no céu muitos cometas que foram tidos como para além do mundo sublunar após observações de Tycho.

No sistema astronômico de Brahe, a Terra se encontra no centro do universo e é orbitada por todos os outros planetas e estrelas. A diferença em relação aos outros dois sistemas é que nesse modelo o Sol é o centro dos movimentos rotacionais dos planetas. Por conta disto o sistema tychoniano era matematicamente equivalente ao copernicano, mas por deixar a Terra no centro trazia a vantagem de evitar os problemas pelos quais o heliocentrismo passou como a polêmica com a Bíblia; o movimento aparente dos corpos celestes e a ausência de paralaxe anual estelar. Uma das grandes críticas feitas ao sistema de

Tycho é que este ignorou o que os dados lhe diziam, a saber, que a nova estrela e os cometas por ele observados estavam na esfera celeste; o que punha por terra a divisão do universo em duas regiões de naturezas distintas.

Sobre a física aristotélica vale ressaltar que o livro didático não menciona a forte oposição que o heliocentrismo sofreu por parte dos filósofos naturais que defendiam a existência de dois mundos distintos (o terrestre e o celeste); de que os corpos são dotados unicamente de dois tipos de movimento (natural e violento) e de que estes movimentos são regidos pela natureza de cada objeto.

2.3.4. Oposição entre a Igreja Católica e o heliocentrismo

A última parte do tópico sobre a Revolução Científica no livro didático traz ao discente a seguinte passagem sobre as novas ideias que surgiram no Renascimento:

[...] muitas dessas ideias, como a teoria heliocêntrica, eram consideradas revolucionárias para a época e significavam a ruptura com a doutrina da Igreja. Ao questionar as “verdades” estabelecidas, muitos pensadores e cientistas foram excomungados, perseguidos, torturados e até mesmo condenados à morte. [...] Giordano Bruno e Miguel Servet, por exemplo, foram queimados vivos pela Inquisição; Galileu foi repreendido pela Igreja e teve que negar suas descobertas para escapar da condenação à fogueira (APOLINÁRIO, loc.cit., p. 116).

Neste excerto vemos que para o livro didático a principal e única adversária do avanço científico representado pelo heliocentrismo não foi o modelo astronômico de Tycho Brahe ou os filósofos naturais que propugnavam a física aristotélica, que sequer são citados, mas sim a Igreja Católica. Esta é qualificada como a instituição que para proteger sua doutrina, baseada do ponto de vista astronômico num modelo falso, do heliocentrismo excomungou; perseguiu; torturou e matou pensadores e cientistas defensores da verdadeira concepção acerca do movimento celeste. Sobre as pessoas citadas no trecho acima algumas coisas devem ser ditas.

A primeira é que das “verdades” questionadas pelos cientistas e pensadores da época a única que o livro didático cita é o modelo copernicano. Nenhuma outra ideia é mencionada e nem mesmo outro grupo, que não a Igreja Católica, contrário ao heliocentrismo. E isto pode levar o discente a acreditar que a disputa durante a Revolução Científica não foi o modelo físico-astronômico pautado na experiência sensível, que para a maioria da espécie humana é tomada como a própria realidade, e em séculos de tradição contra um modelo recente, mas

sim o conflito entre o heliocentrismo já comprovado segundo o livro didático e a Igreja Católica que para não ver sua doutrina questionada tolheu o avanço científico representado por Galileu. Sobre este a referência bibliográfica afirma que:

[...] Galileu recebeu permissão para escrever sobre toda a questão a partir dos dois pontos de vista a respeito do universo, o ptolomaico-aristotélico e o copernicano, embora tenha sido avisado para não chegar a qualquer conclusão definitiva. Estimulado pelo sucesso parcial, Galileu voltou outra vez a Florença e começou a escrever seu *Diálogo sobre os dois principais sistemas do mundo – o ptolomaico e o copernicano*. [...] A Igreja achou que o livro tinha tendências copernicanas, e o “posfácio” que Galileu fora aconselhado a acrescentar ao volume fora escrito de forma a parecer insípido. Em 1633, Galileu foi processado pela Inquisição, mas devido à sua idade – 69 anos –, foi tratado com indulgência. Não obstante, obrigado a se retratar, foi condenado à prisão domiciliar (RONAN, 1987, p. 82, grifo do autor).

Ao ler o excerto acima se percebe que para o autor a condenação de Galileu aconteceu por este ter desobedecido ao aviso de Urbano VIII de não tentar provar qualquer hipótese sobre a disposição dos astros no universo, ou seja, para Ronan o cientista foi condenado mais por desobediência à advertência papal do que pela defesa que fez do heliocentrismo. No entanto, a obra de Colin não afirma em parte alguma que Galileu teve de negar as próprias descobertas astronômicas. A segunda é que Miguel Servet foi morto pelos calvinistas de Genebra, que em nenhum momento do tópico analisado são citados, por ter questionado o dogma trinitário. Já sobre Giordano Bruno é verdade que o mesmo foi condenado à morte pela Inquisição. No entanto, sua condenação não ocorreu por sua defesa do modelo heliocêntrico como um discente pode inferir a partir da leitura do livro didático. Na verdade, ele foi:

[...] queimado vivo por negar, ao que parece (os registros originais foram perdidos), a divindade de Cristo e por ter realizado práticas mágicas diabólicas. Essa segunda acusação pode ter sido a responsável por sua condenação à fogueira, pois não é impossível que Bruno tenha defendido um movimento mágico-religioso de algum tipo; hermético, talvez, ou possivelmente ligado às origens da maçonaria ou a essa outra estranha mistura de magia e religião, a irmandade rosa-cruz (Ibid., p. 72).

O trecho acima traz algo distinto do livro didático, pois afirma que Giordano Bruno não foi queimado vivo por defender o heliocentrismo e sim por heresia e ser um adepto da magia. Motivos bem distantes de uma condenação por defender uma visão de mundo científica. O papel de Giordano Bruno foi o de ter realizado a ruptura entre o heliocentrismo e o modelo aristotélico-ptolomaico ao qual Copérnico ainda se via ligado. Ao estar separado da cosmovisão medieval é que o heliocentrismo pôde ser movido por Galileu para o centro do universo científico da Europa.

3. Argumentos e objeções ao sistema aristotélico-ptolomaico e ao heliocentrismo

No século XVII a disputa entre o modelo astronômico ptolomaico e o copernicano atingiu o ápice; e também seu termo. Os defensores deste último se encontravam em clara desvantagem, pois tinham de provar para seus contemporâneos que o cosmo geocêntrico que surgia diante de seus olhos, apesar de parecer tão real e ter sido sustentado por mais de mil anos pela física aristotélica e a Igreja Católica, não correspondia à realidade. As objeções levantadas contra o modelo heliocêntrico defendido por Galileu podem parecer insignificantes para as pessoas da sociedade atual que tomam o movimento da Terra como autoevidente. Contudo, para os cientistas europeus do início daquele novo século as questões feitas ao modelo copernicano eram sérias e deveriam ser respondidas caso Galileu quisesse que o geocentrismo fosse abandonado em favor do heliocentrismo.

Os questionamentos e objeções ao sistema propugnado por Galileu podem ser resumidos numa única pergunta: se o senso comum dos humanos mostra uma realidade na qual a Terra está parada, então como o universo deveria ser se a Terra se movesse ao redor do Sol e este permanecesse imóvel no centro do cosmo? Foi esta pergunta que Copérnico, Galileu, Kepler e tantos outros buscaram responder ao longo dos séculos XVI e XVII. Segundo o objeto de análise deste trabalho, as descobertas astronômicas realizadas pelo cientista florentino deram evidências empíricas de que o sistema heliocêntrico era o verdadeiro, enquanto que o material didático defende que tais descobertas apenas contribuíram para a defesa do heliocentrismo e não para sua validação como teoria científica.

Deste modo o presente capítulo busca responder a seguinte questão: as observações astronômicas de Galileu comprovaram ou não o heliocentrismo? Para responder tal pergunta adotar-se-á o processo metodológico de caracterização dos principais argumentos, a favor tanto do sistema aristotélico-ptolomaico quanto do heliocêntrico, bem como das objeções feitas a cada modelo astronômico. Assim se saberá, ao final do capítulo, se as descobertas astronômicas de Galileu corroboraram ou não os argumentos a favor do heliocentrismo; refutaram as objeções que lhe foram feitas e demonstraram a falsidade do sistema aristotélico-ptolomaico bem como do modelo tychoniano.

Desta forma este capítulo, daqui em diante, se estruturará da seguinte maneira. Primeiro se apresentará os principais argumentos a favor do sistema aristotélico-ptolomaico e

suas principais críticas. Tal apresentação será feita para compreender os argumentos que as descobertas astronômicas de Galileu tinham de refutar bem como as objeções a tal sistema que ele teria de validar, pois não bastava o estabelecimento de uma reciprocidade entre o sistema copernicano e os fenômenos observados; o de Tycho Brahe também era compatível com os dados astronômicos mais recentes. Era preciso que as descobertas só fizessem sentido se se assumisse que o modelo heliocêntrico era verdadeiro e de que aquelas corroborassem as objeções feitas ao sistema aristotélico-ptolomaico. Em seguida serão expostos de maneira detalhada os mais importantes argumentos a favor do heliocentrismo e suas respectivas objeções. Deve-se destacar que a teoria das marés de Galileu não será abordada pelo fato de que o propósito deste capítulo é saber se as descobertas astronômicas de fato comprovaram o heliocentrismo tal como é dito pelo livro didático. Na terceira e última parte veremos se as descobertas de Galileu comprovaram ou não o heliocentrismo. Para melhorar a organização dos argumentos e das objeções em cada subtópico até os argumentos de Copérnico e Kepler, o primeiro parágrafo trará o argumento e o segundo sua crítica. Isto não será feito na parte referente às descobertas astronômicas de Galileu.

Antes de passar para a caracterização dos argumentos e das objeções acerca do sistema aristotélico-ptolomaico e do heliocentrismo cabe dizer que os defensores deste último se encontravam numa tarefa bastante difícil de resolver, pois eles não tinham apenas de provar que o modelo heliocêntrico era verdadeiro como também demonstrar o que causava o aparente movimento dos astros e formular uma nova física. Visto que a física aristotélica é fundamentada no senso comum advindo da experiência cotidiana, os três argumentos que serão apresentados na parte seguinte deste capítulo são todos baseados no estreito espectro da realidade objetiva que é captada pelos sentidos das pessoas.

3.1. Argumentos e objeções ao sistema aristotélico-ptolomaico

3.1.1. O movimento dos corpos

Todos os fenômenos naturais que ocorrem na Terra ao serem percebidos pelos sentidos humanos revela uma realidade na qual este planeta se encontra parado e o resto do

universo gira ao nosso redor. A força da física aristotélica, que a fez ser tida como verdadeira por mais de mil anos, advinha do fato dela estar fundamentada nos dados coletados pelos sentidos humanos desprovidos de instrumentos científicos. A experiência cotidiana dava uma forte credibilidade ao sistema aristotélico-ptolomaico, mas o senso comum também representava uma fraqueza visto que:

[...] quando começamos com a nossa experiência do mundo, usamos esta para construir nossa melhor teoria de como o mundo realmente funciona, e então percebemos que essa teoria em si prediz que os dados de nossos sentidos não são confiáveis (CARROLL, 2017, p. 2).

A discrepância entre os dados colhidos pelos sentidos e a teoria ficou bem evidente, como se verá mais adiante, quando as pessoas compararam a física aristotélica com o arremesso de objetos. Outro exemplo do desajuste entre sentidos e dados é que quando Nicolau Copérnico, tal como descrito no primeiro capítulo, começou o estudo do céu notou uma anomalia entre as observações astronômicas e o modelo ptolomaico; e só então buscou outro modelo, o heliocêntrico, que se harmonizasse aos dados coletados das observações astronômicas. Os sentidos mostram que ao ficar estático num espaço aberto com pouca poluição luminosa qualquer ser humano provido do sentido da visão notará que o Sol; as estrelas e a Lua se movimentam através de um movimento circular ao redor da Terra e esta, exceto se acontecer um terremoto, permanecerá inalterada e imóvel. Um dos exemplos da experiência cotidiana em defesa da imobilidade da Terra é dado por Aristóteles:

É claro, portanto, que a Terra deve estar no centro [do universo] e imóvel, não apenas pelas razões já indicadas, mas também porque corpos pesados atirados forçadamente [violentamente] para cima, [em direção] bem reta, retornam ao ponto de onde partiram, mesmo se forem atirados a uma distância infinita. Dessas considerações torna-se claro que a Terra não se move e não está em um lugar diferente do centro (ARISTÓTELES apud MARTINS, 1986, p. 70).

Segundo Aristóteles, por mais alto e perpendicular ao solo que um objeto seja lançado este sempre cairá no mesmo lugar do qual partiu; o que durante muitos séculos serviu para sustentar como verdade a imobilidade da Terra. Se esta se movesse o objeto deveria cair um pouco distante do ponto de partida, pois durante o lançamento do corpo e o retorno deste ao solo a Terra já não estaria na posição de antes do objeto ter sido jogado para o alto. Para Aristóteles, cada corpo possui seu “lugar natural” de modo que os movimentos ou são para retirá-los de tal lugar (movimento violento) ou para que eles retornem ao local correspondente a sua natureza (movimento natural). Assim, a Terra por ser composta pelo elemento homônimo, que é o mais pesado dos quatro, tinha de ficar no centro por conta de sua natureza. Ptolomeu, no *Almagesto*, fornece outro exemplo retirado da experiência ordinária em favor da

ideia de que a Terra está parada no centro do cosmo. Segundo o astrônomo alexandrino, se a Terra se movesse diariamente em torno do seu próprio eixo:

[...] todas aquelas coisas que não estavam em repouso na Terra pareceriam ter um movimento contrário a ela, e nunca uma nuvem seria vista movendo-se para o leste nem qualquer outra coisa que voasse ou fosse lançada no ar. Pois a terra sempre os ultrapassaria em seu movimento para o leste, de modo que todos os outros corpos parecessem ficar para trás e se mover para o oeste (PTOLOMAEUS, 1952, p. 12, tradução nossa).

No excerto acima Ptolomeu argumenta que se a Terra fizesse o movimento de rotação este teria de ser muito rápido para que fosse realizado em aproximadamente 24 horas; uma velocidade tão alta que jogaria para fora do planeta todos os objetos que não estivessem presos a Terra. Segundo o senso comum o movimento rotacional da Terra implicaria numa velocidade imensa do ar. Fora que a velocidade dos objetos arremessados adquiriria valores distintos caso os corpos fossem lançados na direção leste ou oeste. Todavia, foi a partir do movimento real de tais objetos que surgiu a principal objeção ao argumento da experiência diária como prova da aparente imobilidade da Terra.

Segundo a física aristotélica é impossível que ocorra uma ação à distância, pois não há uma força que emana dos “lugares naturais” que atrai para si os corpos; estes apenas tendem, por conta do movimento natural, a voltar para seu local de origem após terem mudado de lugar por conta de um movimento violento. Para Aristóteles todo movimento pressupõe a ação direta e contínua entre o motor e o móvel, ou seja, *cessante causa cessat effectus*. E é aí que surge a objeção ao argumento da experiência cotidiana, pois certos objetos continuam a se mover mesmo depois de não estarem mais em contato com o corpo que lhes moveu. Flechas; lanças e balas de canhão mostravam a contradição entre a física aristotélica e a experiência cotidiana. Aristóteles era cômico de tal problema e tentou resolvê-lo ao explicar “o movimento, aparentemente sem motor, do projétil pela reação do meio ambiente, ar ou água” (KOYRÉ, 2011, p. 178). Um dos que não aceitam a ideia do ar como simultaneamente motor e resistência dos corpos lançados é Ptolomeu que afirma que:

[...] se o ar tem o poder de arrastar os corpos, não poderia existir o movimento dos corpos ou projéteis através do ar: todos teriam de ficar parados em relação à Terra, podendo talvez, no máximo, cair, mas incapazes de se descolar para leste ou oeste (MARTINS, 1986, pp. 70-71).

Como se vê na citação acima a solução oferecida por Aristóteles não se ajusta a experiência cotidiana que era justamente a base de dados sobre a qual se assentava a física aristotélica. Mas como não surgiu uma nova física nos séculos posteriores ao de Aristóteles; a filosofia natural deste continuou sendo acreditada como verdadeira, enquanto que a questão do

movimento dos corpos no ar representou um “espinho na carne” no sistema até ser totalmente retirado, o que provocou a morte da física aristotélica, no século XVII.

3.1.2. Ausência de paralaxe e incorruptibilidade dos astros

As observações astronômicas durante o período helenístico (323 a.C. — 146 a.C.) e logo após, durante o Império Romano e o Medievo, levaram muitos a corroborar a ideia aristotélica de que o universo é composto por duas regiões qualitativamente distintas. Uma seria a esfera sublunar na qual ocorreriam todas as mudanças de estado físico, enquanto que a outra seria a esfera supralunar em que os corpos ali presentes seriam eternos; perfeitos e incorruptíveis. Isto advém da realidade percebida pelos sentidos humanos para os quais as mudanças ocorrem totalmente na Terra: estações do ano; erupções vulcânicas; terremotos; ondas gigantes; pragas; furacões e as transformações dos quatro elementos. Enquanto que a região celeste permanecia imutável, ao menos para o olho humano. Fenômenos como a queda de meteoros; a passagem de cometas pela Terra e o surgimento de uma nova estrela no céu eram interpretados pelos seguidores de Aristóteles como fenômenos naturais que ocorriam na atmosfera terrestre e não na esfera supralunar. Além disto, as observações ao longo das eras mostraram a ausência de paralaxe estelar anual; algo que deveria ser percebido se a Terra girasse ao redor do próprio eixo e do Sol. A paralaxe estelar anual pode ser definida como a posição aparente das estrelas ao longo de um ano em relação ao pano de fundo do universo por conta do movimento do observador. Uma maneira fácil de entender como a paralaxe funciona é através de uma experiência simples: pegue uma caneta com uma mão e estenda-a na horizontal de modo que o objeto permaneça na vertical entre seu rosto e uma imagem na parede; agora com a outra mão tape um dos olhos e depois o outro. Você notará que a caneta em relação ao fundo mudará de posição à medida que um de seus olhos é fechado. Para que se tenha uma noção de quão ínfima é a mudança de posição das estrelas basta perceber que a paralaxe foi medida pela primeira vez por Friederich Wilhem Bessel somente em 1838. Ele mediu o ângulo de paralaxe da estrela 61-Cygni e descobriu que o mesmo era de 0,313; só a título de comparação Próxima Centauri, a estrela mais próxima da Terra além do Sol, tem uma paralaxe de aproximadamente 0,78 segundos de arco.

Aristarco de Samos (310 a.C. — 230 a.C.), foi o primeiro a propor o sistema heliocêntrico e compreendeu que:

[...] suas premissas implicavam um cosmos que era muito maior do que se acreditava anteriormente. Se a Terra se movesse ao redor do Sol, deveria haver uma grande paralaxe anual. Ou seja, as estrelas devem se deslocar em relação umas às outras à medida que a Terra se move. Como as constelações não mostram nenhuma mudança no decorrer do ano, Aristarco percebeu que o raio da esfera das estrelas deveria ser muito maior que o raio da órbita da Terra. (A paralaxe anual, de fato, existe. Mas é tão pequena - menos de um segundo de arco, mesmo para as estrelas visíveis mais próximas - que não foi detectada até o século XIX) (EVANS, 1998, pp. 67-68, tradução nossa).

Nota-se pelo excerto acima que somente no século XIX a paralaxe estelar anual foi comprovada empiricamente; de modo que durante muito tempo o uso de tal argumento como maneira de invalidar o cosmo aristotélico-ptolomaico não encontrou nenhum respaldo nos fenômenos observados. Além disto, afirmar que o universo deve ser muito maior do que se supõe para que assim o sistema heliocêntrico se ajuste a ausência de paralaxe é um exemplo de hipótese *ad hoc*. Esta se trata da adição de uma hipótese estranha a uma teoria (sem suporte nos dados coletados) com o intuito de salvá-la de ser refutada, ou para usar um termo popperiano, falseada. O uso de muitas hipóteses *ad hoc* para impedir que uma teoria seja desacreditada constitui um indicativo de que tal teoria pode não corresponder aos fatos observados e, portanto, ser falsa. Já a refutação da incorruptibilidade dos astros só se deu de forma efetiva no século XVII. Deste modo, durante mais de um milênio a ausência de paralaxe e a aparente incorruptibilidade do céu permaneceram como algumas das principais e mais contundentes provas de que a Terra se encontrava imóvel no centro do cosmo.

3.1.3. A visualização de metade do zodíaco

Para Ptolomeu uma das principais provas da imobilidade da Terra é o fato de que:

[...] em qualquer noite, de horizonte a horizonte, é possível contemplar, a cada instante, a metade do zodíaco. Se, no entanto, a Terra estivesse longe do centro da esfera estelar, então o campo de visão à noite não seria, em geral, a metade da esfera: algumas vezes poderíamos ver mais da metade, outras vezes poderíamos ver menos da metade do zodíaco, de horizonte a horizonte. Portanto, a evidência astronômica parece indicar que a Terra está no centro da esfera de estrelas. E se ela está sempre nesse centro, ela não se move em relação às estrelas (MARTINS, 1990, p. 32).

Este argumento de Ptolomeu, baseado numa observação correta ao menos para o olho nu, pressupunha que se admitisse que as estrelas estivessem dispostas numa área esférica do universo e que este fosse pequeno. Caso qualquer uma destas premissas se demonstrasse falsa o argumento de Ptolomeu se mostraria errado, pois se o universo fosse maior do que o do sistema ptolomaico e se as estrelas estivessem em posições distintas um observador terrestre notaria a paralaxe estelar anual.

A conclusão de que a Terra é imóvel com base na observação de apenas metade dos signos zodiacais requer duas premissas: a pequenez do universo e a distribuição das estrelas numa região esférica. Estas tornam o argumento de Ptolomeu complexo quando comparado ao do modelo heliocêntrico segundo o qual só podemos ver metade do zodíaco por conta da enorme distância entre os corpos celestes. Porém, nenhuma prova empírica em contrário ao pensamento ptolomaico foi encontrada até que Galileu dirigiu seu *perspicillum* (foi assim que ele denominou o telescópio) para o céu e fez suas mais importantes descobertas astronômicas que mostraram que o universo era muito maior do que se acreditava e que as estrelas não se encontravam dispostas de forma uniforme numa região esférica e fixa.

3.2. Argumentos e objeções ao heliocentrismo

3.2.1. O Sol místico-hermético

No início da disputa entre o modelo ptolomaico e o copernicano, no século XVI, os primeiros argumentos dos defensores do heliocentrismo estavam assentados no pensamento mágico, mais especificamente o hermetismo. Contra o argumento aristotélico de que o centro era o “lugar natural” da Terra por conta da natureza desta, os copernicanos defendem que é o Sol que deve estar no centro do universo por ser o corpo celeste mais importante de todos. O primeiro a lançar mão deste argumento é Copérnico para o qual:

[...] No centro de tudo descansa o sol. Pois colocaria esta lâmpada de um templo muito bonito em outro lugar melhor do que este, de onde pode iluminar tudo ao mesmo tempo? De fato, não infelizmente, alguns chamam de lanterna; outros, a mente e ainda outros, o piloto do mundo. Trismegistus chama isso de "deus visível"; Electra de Sófocles, “aquilo que contempla todas as coisas”. E assim o sol, como se estivesse descansando em um trono real, governa a família de estrelas que giram ao redor (COPERNICUS, 1952, pp. 526-528, tradução nossa).

Através desta passagem Copérnico buscava dar legitimidade a seu sistema por meio de uma autoridade, Hermes Trismegisto, que obteve respeitabilidade no Renascimento por causa de sua antiguidade; por supostamente ter predito o nascimento de Jesus de Nazaré e por ser portador de um conhecimento que seria capaz de desvelar os segredos do universo e de Deus. Apesar disto, o pensamento hermético não era muito benquisto na Cristandade por representar um corpo de ideias que prometia a salvação do indivíduo através do conhecimento, tal como o Gnosticismo, sem que fosse necessária a intermediação da Igreja Católica. Não que isto impedisse que tal pensamento fosse compartilhado por muitos sacerdotes, apenas que a postura oficial da Igreja era de rejeição ao hermetismo. Outro que se utilizou do argumento mágico para defender a posição do Sol no centro do universo foi o astrônomo Johannes Kepler. Para este o Sol:

[...] é a sede da vida, do movimento e da alma do mundo. As estrelas fixas estão na posição de repouso; os planetas têm uma atividade secundária de movimento. Ao Sol, que supera em esplendor e beleza todas as coisas, cabe aquele ato primeiro que é mais nobre de todos os atos segundos. Imóvel e fonte de movimento, o Sol é a própria imagem de Deus Pai. [...] O Sol era concebido não só como o centro arquitetônico do cosmos, mas também como o seu *centro dinâmico* (ROSSI, 2001, p. 136, grifo do autor).

O argumento de Kepler chega mais próximo da verdade do que o de Copérnico, pois ao afirmar que o Sol é a fonte do movimento dos planetas que estão ao seu redor ele fornece uma causa plausível dos movimentos planetários descritos pelas três leis que levam seu nome. É interessante notar que Kepler atribui ao Sol os aspectos que antes eram atribuídos ao Primeiro Motor de Aristóteles.

Os argumentos de Copérnico e Kepler expostos acima são belos, mas carecem de provas empíricas. Do ponto de vista astronômico a argumentação dos dois astrônomos não traz qualquer prova de que o Sol é orbitado pela Terra e não o contrário, enquanto que da perspectiva da filosofia natural Kepler nada diz sobre qual seria a causa física que faz o Sol permanecer imóvel e mover os planetas; a argumentação deles é baseada num pensamento mágico respeitado entre parte dos renascentistas, mas não pela Igreja Católica que preferira Aristóteles por este ser mais científico e estar mais ajustado, desde a síntese realizada por Santo Tomás de Aquino do pensamento grego com a fé cristã, a doutrina católica do que o hermetismo. Cabe destacar que:

A física de Aristóteles, bem entendido, é falsa e completamente caduca. Não obstante, é uma “física”, isto é, uma ciência altamente elaborada, embora não o seja matematicamente. Não se trata de imaginação pueril, nem de grosseiro enunciado logomáquico de senso comum, mas de uma teoria, ou seja, uma doutrina que,

partindo naturalmente dos dados do senso comum, os submete a um tratamento extremamente coerente e sistemático (KOYRÉ, 2011, p. 173).

Por mais falsa que seja a física aristotélica ainda sim era superior em sua capacidade de predição e explicação dos fenômenos naturais do que o pensamento mágico, e neste caso, hermético. Assim, tais argumentos serviram muito mais para demonstrar a possibilidade de uma nova abordagem do mundo do que para comprovar que o modelo heliocêntrico era o correto.

3.2.2. As descobertas astronômicas de Galileu

A partir de 1610 foram realizadas as descobertas astronômicas, com o auxílio do *perspicillum*, de Galileu que em sua maioria são relatadas no pequeno livro *Sidereus Nuncius* (Mensageiro das Estrelas). As principais descobertas de Galileu, no campo da astronomia, são: a presença de montanhas e vales na superfície lunar; manchas solares; Via Láctea; observação de estrelas invisíveis a olho nu; nebulosas; satélites de Júpiter; fases de Vênus e anéis de Saturno. Para tornar mais eficiente a compreensão de cada descoberta e das objeções que sofreram esta parte do presente capítulo será dividida da seguinte maneira: primeiro se analisará as descobertas que contradisseram a incorruptibilidade do céu; em seguida as que mostraram que o universo era muito maior do que se supunha e por fim as que demonstraram novidade sobre os planetas e a possibilidade do movimento dos corpos celestes ao redor de um centro que não era a Terra e talvez até do Sol.

3.2.2.1. Descobertas contrárias à incorruptibilidade dos astros e acerca da ausência de paralaxe

Munido de seu objeto de observação, que aperfeiçoou a visão humana, Galileu descobriu montanhas; planícies e vales na superfície lunar. Tais descobertas revelaram que a Lua, se não da mesma natureza de nosso planeta, era ao menos tão “corrupta” quanto a Terra. Para Galileu os detalhes da superfície lunar desvelados por sua luneta era uma prova de que a física aristotélica estava errada. Em favor do sistema copernicano Galileu encontrou uma

possível prova ao analisar o fenômeno conhecido como “luz secundária” da Lua. Este fenômeno ocorre quando na fase crescente a parte obscura da Lua apresenta uma tênue luminosidade. Para Galileu tal luminescência na parte escura da superfície lunar se devia a reflexão da luz refletida pela própria Terra. Outra descoberta importante é a das manchas na superfície solar que juntamente com as montanhas e vales lunares se tornou, para Galileu, num poderoso argumento contra a incorruptibilidade do céu e em defesa do heliocentrismo.

No *Sidereus Nuncius* Galileu omitiu a longa e antiga polêmica sobre a composição da Lua e de suas manchas. Uma tradição de discussão e debate que remonta desde que os seres humanos buscaram entender aquilo que viam. Ao longo das eras muitas ideias foram formuladas sobre as manchas lunares; uma delas:

[...] inicialmente proposta por Clearco, era a de que essas manchas se deviam ao reflexo da superfície da Terra. Anaxágoras havia já declarado que a Lua era feita como a Terra, com planícies e ravinas e vários outros, como Heraclides e Platão [...] haviam argumentado que a Lua era como uma outra Terra. [...] Estas discussões prolongaram-se por toda a Idade Média e Renascimento, influenciando pensadores e artistas. Era corrente a explicação, de origem averroista, segundo a qual a Lua recebia a luz do Sol diferentemente, em função da sua densidade, o que explicaria a existência das diferentes tonalidades, isto é, das manchas na sua superfície (LEITÃO, 2010, pp. 57-58).

O fato de que Galileu não refutou em sua obra cada uma das ideias sobre a natureza das manchas lunares fez com que nem todos tomassem as descobertas sobre a Lua no *Sidereus Nuncius* como verdadeiras. Um destes era o matemático jesuíta Clávio que apesar de estar “pronto para aceitar todas as outras observações telescópicas de Galileu, incluindo a surpreendente [sic] observação de satélites de Júpiter, nunca aceitou completamente as opiniões de Galileu relativas à Lua” (Ibid., p.67). Galileu também não apresentara provas de que a densidade lunar não era a causa de sua luminosidade.

Acerca das manchas solares o foco foi muito maior na disputa entre o jesuíta professor de matemática Christoph Scheiner e Galileu para definir quem descobriu as manchas na superfície solar. Scheiner escreveu uma tríade de cartas que juntas receberam o nome de *Tres epistolae de maculis solaribus scriptae ad Marcum Welserum* (Três cartas a Markus Welser sobre as manchas solares em português) nas quais ele defendia que as manchas solares se deviam a passagem de planetas em torno do Sol e que isto seria uma prova da veracidade do sistema tychoniano. No entanto, Galileu mostrou que dado o contorno irregular das manchas solares estas não poderiam ser planetas. Através de suas observações Galileu também descobriu a existência de muitas estrelas que antes eram imperceptíveis a olho nu. Segundo seu relato:

[...] à incontável multidão de estrelas fixas que, com as faculdades naturais, se puderam observar até hoje, acrescentar e expor abertamente aos olhares incontáveis outras, nunca antes vistas e que ultrapassam mais de dez vezes o número daquelas que se conhecem de há muito (GALILEI, 2010, p. 151).

Trata-se de uma dupla vitória para Galileu. Primeiro: com este exemplo ele mostrou a fragilidade do conhecimento tendo como base somente os sentidos humanos; e a superioridade da ciência auxiliada por instrumentos científicos. Segundo que ele provou que a região próxima a Terra era maior do que se acreditava dada a presença de mais estrelas do que se supunha desde a Antiguidade. Já a descoberta da Via Láctea e de que as supostas nebulosas eram na verdade estrelas bem próximas umas das outras demonstrou que o universo possuía dimensões inconcebíveis para os filósofos aristotélicos e os defensores do sistema ptolomaico. Algumas das “nebulosas” observadas foram a da constelação de Orion e de Câncer.

Algo que se nota ao ler o *Sidereus Nuncius* é que em nenhum momento Galileu buscou demonstrar o desvio aparente das estrelas recém-descobertas pelo fato de que tal mudança na posição não foi percebida e nem poderia com a tecnologia da época. Mesmo tendo um telescópio potente Galileu não foi capaz de observar a paralaxe das estrelas que ele descobriu. É preciso salientar que esta objeção omite o fato de que segundo as descobertas de Galileu o universo era mais vasto do que se pensava; o que poderia muito bem explicar (como de fato o faz) a ausência de paralaxe. Não obstante, tal falta representou um obstáculo ao modelo heliocêntrico até que todo o sistema aristotélico-ptolomaico fosse demolido e sobre seus escombros se erguesse a física moderna.

3.2.2.2. Descobertas sobre os corpos celestes

Sem dúvida a descoberta astronômica mais importante de Galileu, como este deixa bem claro ao longo de todo o *Sidereus Nuncius*, é a observação de quatro luas de Júpiter. Tratou-se de uma descoberta inesperada, pois nem mesmo como hipótese se formulou a existência de corpos celestes pequenos a rodear um dos planetas conhecidos desde a alvorada da espécie humana. Por conta de sua importância e novidade os satélites de Júpiter receberam o nome de “Planetas Mediceus” como forma de honrar a família Médici e possui o maior número de gravuras no *Sidereus Nuncius*. Esta obra foi dedicada a Cósimo II de’ Médici, ex-aluno de matemática cujas aulas eram ministradas por Galileu, que recebeu deste além de uma cópia do livro, o *perspicillum* com o qual realizara as observações.

Outra descoberta sobre os corpos celestes foi os anéis de Saturno, apesar de que estes só fossem entendidos como tais só depois a morte de Galileu. Este por conta do alcance de sua luneta não conseguiu visualizar os anéis de Saturno; isto deu início a um intenso debate logo após a publicação de seu livro. Havia os que afirmavam que Saturno era orbitado por dois pequenos corpos celestes e os que defendiam que tal planeta era composto de três corpos pegados mutuamente. Tal dúvida persistiu até que Christiaan Huygens, durante a década de 1650, provasse que os dois corpos eram na verdade os anéis, tão conhecidos atualmente, de Saturno.

Por fim, as fases de Vênus que ao serem observadas por Galileu notou-se a semelhança entre estas e o ciclo lunar. Segundo o sistema copernicano os únicos corpos celestes que deveriam possuir fases eram Vênus; Mercúrio e a Lua (algo já observado) por serem os astros mais próximos do Sol e da Terra. Assim, a descoberta das fases de Vênus constituía um forte argumento de Galileu em defesa do heliocentrismo.

3.3. Afinal, as descobertas astronômicas de Galileu comprovaram ou não o heliocentrismo?

O livro didático afirma que as observações astronômicas realizadas por Galileu comprovaram o heliocentrismo, mas tais descobertas não constituíram evidências empíricas, como se viu ao longo do capítulo, capazes de refutar a parte física do sistema aristotélico-ptolomaico. Os movimentos natural e violento dos corpos bem como a ideia de que cada objeto possui um “lugar natural” não foram refutados pelas descobertas de Galileu e isto representou um forte empecilho para que o modelo heliocêntrico fosse aceito. Somente com Newton que o microcosmo e o macrocosmo passaram a ser regidos pela lei da gravitação universal que substituiu os argumentos mágicos e religiosos de Copérnico e Kepler vistos neste capítulo. A obra máxima de Newton, *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (Princípios Matemáticos da Filosofia Natural em português), representou não só a união entre astronomia e física, mas também a consolidação da matemática como a melhor e mais segura maneira de conhecer como de fato é o universo e não como este aparenta ser. Graças à síntese do conhecimento que o precedeu Newton tornou a matemática numa linguagem universal; exata e fiel ao que busca descrever. Em tal linguagem os símbolos correspondem à coisa

descrita, pois o próprio universo ao ser desvelado a partir do século XVII mostrou-se ser uma grande estrutura matemática, mais especificamente geométrica. Sobre a mecânica newtoniana vale salientar que ela havia:

[...] dado a verdadeira justificativa teórica da posição atribuída ao Sol por Copérnico (com a correção derivada das três leis de Kepler), demolindo assim definitivamente a concepção geocêntrica, até mesmo a de Tycho Brahe. Além disso, em 1728, o astrônomo inglês James Bradley fornecera a primeira prova, com base em observações astronômicas, do movimento da Terra em torno do Sol, mediante a descoberta do fenômeno da aberração da luz das estrelas (FANTOLI, 2008, p. 386).

Note que James provou o movimento da Terra por meio de uma observação astronômica, mas não Galileu no começo do século anterior. Isto é uma amostra do avanço no campo da ótica e da fabricação de instrumentos científicos mais precisos do que os da época do cientista florentino. Como se percebe, foi somente com Newton que a centralidade do Sol recebeu uma causa física exclusivamente científica; e apenas no século XVIII é que surgiu uma prova empírica acerca da mobilidade da Terra ao redor do Sol. No entanto, a realização matemática de Newton muito deve a Galileu, pois foi por conta da obra *Discorsi e Dimostrazioni Matematiche Intorno a Due Nuove Scienze*, na qual é descrita a relatividade dos movimentos que se abriu o caminho para a formulação do princípio da inércia sintetizado na 1ª lei de Newton que fez a física aristotélica morrer na vacuidade das teorias falseadas.

4. Os motivos da condenação de Galileu pela Igreja Católica

No capítulo precedente sobre a polêmica entre Galileu e os filósofos naturais defensores do sistema aristotélico-ptolomaico foram caracterizados os argumentos contra e a favor o sistema heliocêntrico. Ao final do capítulo se chegou ao entendimento de que Galileu não conseguira fornecer provas empíricas que comprovassem o heliocentrismo da perspectiva da filosofia natural.

O livro didático afirma que Galileu foi condenado a negar as descobertas astronômicas que fez por defender o heliocentrismo, mas segundo Ronan a condenação se deu por Galileu ter sido desobediente e por ter proferido palavras contrárias à doutrina católica. Deste modo ainda há um último problema a ser esclarecido: quais foram os motivos que fizeram a Igreja Católica condenar Galileu nos primeiros decênios do século XVII? Primeiro serão exploradas as fontes primárias e secundárias que expressem os motivos da Igreja Católica em condenar o heliocentrismo nas primeiras décadas do século XVII. Assim, será esmiuçada a carta do cardeal Roberto Belarmino; a censura de duas proposições copernicanas em 1616; o Decreto da Congregação do Índice do mesmo ano e o pensamento de Urbano VIII presente em fontes secundárias. Por fim, se analisará a sentença de 1633.

4.1. Interpretações sobre o pensamento do cardeal Roberto Belarmino contido em uma carta

A principal fonte sobre a posição do cardeal Belarmino sobre a questão copernicana é a carta que ele enviou ao teólogo carmelita Paolo Antonio Foscarini referente ao opúsculo que este publicou. Tal obra intitulada *Carta ao reverendo padre mestre Antonio Foscarini, carmelita, concernente à opinião dos pitagóricos e de Copérnico sobre a mobilidade da Terra e a instabilidade do Sol e o novo sistema do mundo pitagórico* causou grande polêmica quando de sua publicação. A carta de Belarmino recebeu ao longo do tempo, por parte dos historiadores, distintas interpretações. Há desde os que veem em tal documento uma amostra da inflexibilidade intelectual que supostamente seria própria dos jesuítas até os que elevam a carta como um exemplo de comprometimento da Igreja Católica maior do que o do próprio

Galileu para com o método científico. Segundo Pierre Duhem (historiador e filósofo da ciência do século XIX), na obra de 1908 *Sauver les Phénomènes: Essai sur la Notion de Théorie Physique de Platon à Galilée* é dito que “a lógica estava do lado de Osiander e de Bellarmino [sic], não de Kepler e Galileu. Só os primeiros tinham compreendido todo o alcance do método experimental, enquanto os últimos estavam errados” (Citação in De SANTILLANA, 1960, p. 102, tradução nossa). Já Thomas E. Woods Jr., historiador católico, advoga no livro *Como a Igreja Católica construiu a civilização ocidental* que, ao contrário de um suposto senso comum no meio acadêmico, a Igreja Católica foi a principal defensora da ciência. Para sustentar este ponto de vista ele cita o trecho da carta de Belarmino no qual este afirma que se deve mudar a interpretação da Sagrada Escritura se o heliocentrismo for provado verdadeiro, mas de que só acreditará após uma demonstração que provasse o movimento da Terra e a imobilidade do Sol. Entretanto, Thomas Woods omite a parte seguinte em que Belarmino revela uma forte incredulidade quanto à possibilidade de que algum dia tal demonstração pudesse acontecer.

4.1.1. Análise da carta de Belarmino para Foscarini

No opúsculo escrito por Foscarini o heliocentrismo é defendido abertamente como modelo astronômico superior ao ptolomaico e o único que pode substituir este último. Fora que o autor afirma que as passagens da Bíblia que contradizem o movimento da Terra e a centralidade do Sol deveriam ser reinterpretadas. As críticas contra o opúsculo impeliram Foscarini a enviar uma carta na qual defende as próprias ideias juntamente com uma cópia de sua obra ao cardeal Roberto Belarmino por conta deste ser um membro proeminente da Igreja Católica. Para compreender da melhor forma possível o pensamento de Belarmino em sua resposta a Foscarini acerca da questão copernicana; decidiu-se por reproduzir a carta na íntegra para em seguida analisar cada parágrafo que traz os argumentos de Belarmino:

Roberto Belarmino a Paulo Foscarini

Roma, 12 de abril de 1615.

Ao Mui Reverendo Padre Mestre Frei Paulo Antônio Foscarini,

Provincial dos Carmelitas da Província da Calábria

Meu mui Reverendo Padre,

Li com prazer a carta em italiano e o escrito em latim que Vossa Paternidade me enviou. Agradeço-lhe por uma e outro e confesso que estão ambos cheios de engenho e doutrina. Mas, visto que o senhor pede o meu parecer, o darei de modo muito breve porque o senhor tem agora pouco tempo de ler, e eu tenho pouco tempo de escrever.

Primeiro. Digo que me parece que Vossa Paternidade e o Senhor Galileu ajam prudentemente, contentando-se em falar “por suposição”, e não de modo absoluto, como eu sempre cri que tenha falado Copérnico. Porque dizer que, suposto que a Terra se move e o Sol está parado, salvam-se todas as aparências melhor do que com a afirmação dos excêntricos e epiciclos, está mencionado muitíssimo bem e não há perigo algum. Isto basta para o matemático. Mas querer afirmar que realmente o Sol está no centro do mundo e gira apenas sobre si mesmo sem correr do Oriente ao Ocidente e que a Terra está no 3º céu e gira com suma velocidade em volta do Sol é coisa muito perigosa não só de irritar todos os filósofos e teólogos escolásticos, mas também de prejudicar a Santa Fé ao tornar falsas as Sagradas Escrituras. Porque Vossa Paternidade mostrou bem muitos modos de explicar as Sagradas Escrituras, mas não os aplicou em particular, pois, sem dúvida, haveria de encontrar grandíssimas dificuldades se tivesse querido explicar todas as passagens que o senhor mesmo citou.

2º. Digo que, como o senhor sabe, o Concílio proíbe explicar as Escrituras contra o consenso comum dos Santos Padres. Se Vossa Paternidade quiser ler, não digo apenas os Santos Padres, mas os comentários modernos sobre o Gênesis, sobre os Salmos, sobre o Eclesiastes, sobre Josué, verá que todos concordam em explicar literalmente que o Sol está no céu e gira em torno da Terra com suma velocidade e que a Terra está muitíssimo distante do céu e está imóvel no centro do mundo. Considere agora o senhor, com sua prudência, se a Igreja pode tolerar que se dê às Escrituras um sentido contrário aos Santos Padres e a todos os expositores gregos e latinos. Nem se pode responder que esta não é matéria de Fé, porque, se não é matéria de Fé “por parte do objeto”, é matéria de Fé “por parte de quem fala”. Assim, seria herético quem dissesse que Abraão não teve dois filhos e Jacó doze, como quem dissesse que Cristo não nasceu de uma virgem, porque um e outro o diz o Espírito Santo pela boca dos Profetas e Apóstolos.

3º. Digo que, se houvesse uma verdadeira demonstração de que o Sol esteja no centro do mundo e a Terra no 3º céu e de que o Sol não circunda a Terra, mas a Terra circunda o Sol,

então seria preciso proceder com muita atenção na explicação das Escrituras que parecem contrárias e dizer, antes, que não as entendemos, do que dizer que é falso aquilo que se demonstra. Mas não creerei que há tal demonstração até que me seja mostrada. Nem é o mesmo demonstrar que, suposto que o Sol esteja no centro e a Terra no céu, salvam-se as aparências, e demonstrar que na verdade o Sol esteja no centro e a Terra no céu. Porque a primeira demonstração creio que possa haver, mas da segunda tenho dúvida muitíssimo grande e, em caso de dúvida, não se deve abandonar a Escritura Sagrada, explicada pelos Santos Padres. Acrescento que aquele que escreveu “Levanta-se o Sol e se põe, e retorna ao seu lugar etc.” foi Salomão, o qual não só falou inspirado por Deus, como também foi um homem muitíssimo mais sábio e douto que todos os demais nas ciências humanas e no conhecimento das coisas criadas, e toda esta sabedoria recebeu-a de Deus. Donde não ser verossímil que afirmasse uma coisa que fosse contrária à verdade demonstrada ou que se pudesse demonstrar. E, se for citado que Salomão fala de acordo com a aparência, parecendo-nos que o Sol gira enquanto a Terra gira, como a quem se afasta da praia, embora lhe pareça que a praia se afaste dele, sabe, no entanto, que isto é um erro e o corrige, vendo claramente que o navio se move e não a praia. Mas, no que se refere ao Sol e à Terra, não há nenhum perito na matéria que tenha necessidade de corrigir o erro porque experimenta claramente que a Terra está parada e que o olho não se engana quando julga que o Sol se move, como também não se engana quando julga que a Lua e as estrelas se movem. Baste isso por agora.

Com o que saúdo afetosamente Vossa Paternidade e peço a Deus que lhe conceda toda a satisfação.

De casa, a 12 de abril de 1615.

De Vossa Paternidade mui Reverenda

Como irmão,

Cardeal Berlamino [sic] (GALILEI, 2009, pp. 131-134, grifo do autor).

Apesar de ser uma carta endereçada para uma única pessoa e não um manifesto; a resposta de Belarmino a Foscarini, por conta de sua notoriedade na República Cristã, serve de indício sobre a atitude da Igreja em relação ao problema que as descobertas astronômicas causaram para a interpretação da Bíblia; bem como um exemplo do que se verá no Decreto de 1616. Após uma introdução na qual tece elogios a Foscarini; Belarmino em três parágrafos dá o parecer sobre o opúsculo que lhe foi enviado. No primeiro ele pede para que Foscarini e

Galileu sejam prudentes e se contentem em utilizar o heliocentrismo apenas como um modelo teórico mais eficiente do que o geocentrismo no cálculo das órbitas, mas não como um modelo de descrição da realidade visto que isto não seria da alçada de um matemático. Aqui se vê a preocupação de Belarmino em preservar o espaço tradicional das ciências de sua época. É preciso lembrar que até Galileu a matemática era tida como um mero instrumento usado pelos astrônomos na formulação de hipóteses sobre o universo cuja comprovação se daria no campo da filosofia natural. Destaca-se também a crença de Belarmino na abordagem *ex suppositione* do heliocentrismo por Copérnico; uma convicção que não corresponde à verdade visto que em sua obra *De Revolutionibus orbium coelestium* Copérnico defende o heliocentrismo como verdadeiro, apesar de ainda não responder todas as perguntas que lhe são feitas.

A crença de Belarmino se deve ao fato de que o editor, o teólogo luterano Andreas Osiander, do livro de Copérnico decidiu colocar um prefácio no qual afirmava que Copérnico não buscava com seu trabalho ensinar o heliocentrismo como verdade, mas tão somente como uma hipótese matemática mais simples; elegante e eficaz no cálculo dos movimentos celestes do que o modelo ptolomaico. Em seguida, Belarmino ressalta a periculosidade do heliocentrismo por irritar filósofos e teólogos escolásticos, mas acima de tudo por tornar a Bíblia uma obra mendaz. Mas por qual motivo o livro sagrado dos cristãos se tornaria falso se o heliocentrismo fosse aceito como verdade? Isto se deve, como se verá em seguida na análise do segundo parágrafo, ao fato de que para Belarmino a interpretação *ad litteram* não era apenas a única e verdadeira quando se trata das passagens bíblicas que asseveram a imobilidade da Terra e o movimento do Sol, mas a que foi propugnada pela Igreja Católica desde os Santos Padres no início da fé cristã.

Assim, ensinar o heliocentrismo como verdadeiro iria contra o sentido literal e consequentemente, segundo Belarmino, contra a Igreja Católica. O primeiro parágrafo termina com a afirmação de que Foscarini não explicou todas as passagens bíblicas que foram citadas no opúsculo. No 2º parágrafo Belarmino lembra Foscarini que, segundo o Concílio de Trento, é proibido estabelecer oposição entre o consenso dos Padres da Igreja e a Bíblia. Ao ler tal trecho se fez imperativo consultar as atas do Concílio de Trento, mais especificamente a parte que trata da interpretação bíblica. Esta parte se encontra na Sessão IV (8 de abril de 1546), Decreto 786:

Ademais, para refrear as mentalidades petulantes, decreta que ninguém, fundado na perspicácia própria, em coisas de fé e costumes necessárias à estrutura da doutrina

cristã, torcendo a seu talante a Sagrada Escritura, ouse interpretar a mesma Sagrada Escritura contra aquele sentido, que [sempre] manteve e mantém a Santa Madre Igreja, a quem compete julgar sobre o verdadeiro sentido e interpretação das Sagradas Escrituras, ou também [ouse interpretá-la] contra o unânime consenso dos Padres, ainda que as interpretações em tempo algum venham a ser publicadas.

Depois da leitura deste decreto se percebe que o Concílio de Trento proíbe a interpretação bíblica destoante do afirmado pelos Santos Padres e a Igreja Católica no que concerne aos objetos de fé e costume. Ora, segundo Belarmino a questão heliocêntrica não seria matéria de fé “por parte do objeto” (*ex parte objecti*), mas matéria de fé “por parte de quem fala” (*ex parte dicentis*), ou seja do Espírito Santo. Ao comparar este argumento com o que está escrito no decreto supracitado constata-se que este último restringe a interpretação somente para a matéria de fé do objeto e não de quem fala. O problema é que para Galileu a posição dos corpos celestes não era objeto de fé *ex parte objecti*, mas para seus opositores sim. A origem da colocação da obra de Copérnico no Índice e a condenação do próprio Galileu remontam a tênue distinção entre os tipos de matéria de fé. Além disto, ao declarar que a restrição interpretativa do Concílio de Trento abarcava também matéria de fé *ex parte dicentis* Belarmino estabelecia um grande obstáculo para o progresso científico em território católico. Isto porque cada versículo bíblico adquiria, segundo a interpretação de Belarmino, a condição de verdade absoluta por ter sido proferido pelo Espírito Santo através dos profetas e apóstolos; o que encerrava qualquer debate sobre o sentido de cada passagem da Bíblia. Seja esta sobre a natureza de Jesus ou a estrutura do universo; fora que se esta posição de Belarmino fosse aceita pela Igreja os cientistas católicos, dentre astrônomos e filósofos naturais, não poderiam reinterpretar as Sagradas Escrituras sem incorrer no pecado imperdoável que é aquele cometido contra o Espírito Santo.

No último parágrafo, antes de se despedir de Foscarini, Belarmino alega que as passagens contrárias ao heliocentrismo deveriam ser reinterpretadas se fosse demonstrado que a Terra se move ao redor do Sol; em clara contradição ao que está escrito no segundo parágrafo no qual nega esta possibilidade, a partir da perspectiva teológica, ao citar que a interpretação literal fora proferida pelo próprio Espírito Santo. Mas, em seguida ele desfaz a contradição ao confessar que possui uma grande dúvida em relação à possibilidade de tal demonstração. É preciso destacar que tal descrença não se dá no campo teológico, no qual ele não nutre incerteza alguma e sim no da física aristotélica para a qual toda a experiência cotidiana do ser humano mostra um universo em que a Terra está parada e o Sol se move.

4.2. Belarmino e Galileu: uma disputa entre duas concepções distintas de ciência

A parte mais interessante da carta é aquela em que Belarmino afirma que não é a mesma coisa supor que o Sol está no centro e a Terra em movimento no céu; e a partir daí tomar o heliocentrismo como descrição provável ou real do cosmo. Foi esta diferença acerca do heliocentrismo que colocou Belarmino e Galileu em campos opostos da filosofia da ciência no século XVII. Enquanto que o primeiro era um instrumentalista científico para o qual a matemática era apenas um bom instrumento de predição das órbitas planetárias, mas incapaz de apreender a verdadeira estrutura do universo; o segundo era um realista científico para o qual existe uma realidade física que pode ser conhecida através da matemática. Além disto, Belarmino seguia o método indutivo segundo o qual a apreensão da realidade se dá a partir de causas particulares captadas pela experiência sensível que serão generalizadas numa lei universal. Segundo este método quanto mais uma mesma medição se repete mais verdadeira ela parece para quem segue tal metodologia. Já o método dedutivo parte de uma hipótese que terá de passar pelo escrutínio das evidências empíricas para ser validada ou falseada de modo que uma única evidência pode colocar em xeque toda uma teoria já estabelecida visto que em ciência não há verdades irrefutáveis: toda teoria é uma conjectura provisória que mais cedo ou mais tarde será falseada e dará lugar a uma nova teoria que responde mais e melhor as questões sobre a realidade.

4.3. O Decreto de 1616

No século XVI o Papa Pio V criou a Sagrada Congregação do Índice cuja principal função era atualizar a lista de livros proibidos aos católicos através da retirada ou acréscimo de livros ao *Index*. Em 19 de fevereiro de 1616 os membros da Congregação se reuniram para examinar duas proposições, que resumiam todo o modelo copernicano, que lhes chegaram. Já no dia 24 do mesmo mês os membros emitiram a censura contra as proposições que sintetizam o sistema heliocêntrico. As proposições e suas respectivas censuras são as seguintes:

Primeira: O sol é centro do mundo, e totalmente imóvel de movimento local.

Censura: Todos disseram que dita proposição é tola e absurda *in filosofia* e formalmente herética, na medida que contraria expressamente as afirmações da Sagrada Escritura em muitas passagens conforme o uso apropriado das palavras e segundo a exposição comum e o sentido dos Santos Padres e Doutores de Teologia.

2º A Terra não é o centro do mundo nem imóvel, mas se move em sua globalidade, também com movimento diurno.

Censura: Todos afirmaram que esta proposição deve receber a mesma censura em filosofia; no que diz respeito à verdade teológica, é no mínimo errônea na fé (PAGANI e LUCIANI, 1993, pp. 83-84, grifo do autor).

Para os membros da Congregação do Índice a proposição de que o Sol está no centro é na perspectiva teológica mais grave do que a do movimento da Terra. Isto se deve ao fato de que os versículos bíblicos, segundo a interpretação literal sobre a imobilidade do Sol, serem mais abundantes e claros do que os que afirmam que a Terra é imóvel. Na censura da primeira proposição destaca-se que a centralidade do Sol é rechaçada tanto pela física aristotélica quanto pela teologia, mas a rejeição em filosofia natural é condição *sine qua non* para qualificar a primeira proposição como herética. Já a censura da segunda proposição é a mesma em matéria de filosofia visto que, segundo os principais modelos astronômicos da época, a imobilidade ou movimento da Terra tinha como consequência a mobilidade ou imobilismo do Sol e vice-versa. A censura culminou no Decreto de 1616 que constitui a primeira condenação pública do heliocentrismo:

[...] Chegou também ao conhecimento da supracitada Sagrada Congregação que a falsa doutrina pitagórica da mobilidade da Terra e imobilidade do Sol, totalmente contrária à Divina Escritura, que “As Revoluções dos orbes celestes,” de Nicolau Copérnico, e o “Comentário sobre Jó”, de Diego de Zúñiga ensinam, já se propaga e é aceita por muitos. Isto pode ser verificado por uma certa carta impressa por um certo padre carmelita [...] na qual o referido padre se esforça por mostrar que a mencionada doutrina sobre a imobilidade do Sol no centro do mundo e a mobilidade da Terra concorda com a verdade e não se opõe à Sagrada Escritura. Assim, para que esta opinião não medre mais, destruindo a verdade católica, declarou que “As revoluções dos orbes” de Nicolau Copérnico, e o “Comentário sobre Jó”, de Diego de Zúñiga, devem ser suspensos até que sejam corrigidos; que o livro do padre carmelita Paulo Antônio Foscarini deve ser totalmente proibido e condenado; que todos os demais que ensinam o mesmo devem ser igualmente proibidos (GALILEI, loc. cit., pp. 135-136).

A punição para Copérnico foi mais branda do que para Foscarini, pois para os examinadores afirmar que o sistema é verdadeiro, apesar de ser visto como falso pela Igreja era menos grave do que dizer também que este mesmo modelo astronômico é compatível com a Bíblia. Com o Decreto de 1616 a visão instrumentalista de Belarmino prevaleceu sobre o realismo científico de Galileu.

4.4. O pensamento de Urbano VIII sobre a capacidade humana de apreender a realidade objetiva e a relação entre leis da natureza e milagres

O pontificado de Urbano VIII, nascido Maffeo Barberini, foi marcado pela Guerra dos Trinta Anos e do segundo, e último, julgamento de Galileu. Vale destacar que em 1616, o então cardeal Maffeo Barberini, interviu para que o heliocentrismo não fosse tido como herético. Encontrar as ideias de Urbano VIII sobre o sistema heliocêntrico dispendeu mais pesquisa do que o pensamento de Berlamino, pois a carta deste está disponível no ciberespaço e em livros baratos e bem divulgados. Já a posição de Urbano VIII só foi encontrada na versão argentina da obra *The Crime of Galileo* do filósofo ítalo-americano e historiador da ciência Giorgio de Santillana. Este autor traz um trecho de uma audiência entre Galileu e Urbano VIII na qual este diz o seguinte:

[...] Vamos admitir que todas as suas demonstrações fossem válidas e que é totalmente possível que as coisas permaneçam como você diz. Mas diga-nos, você afirma corretamente que Deus não poderia ter querido ou conhecido como mover os céus e os céus de alguma outra forma? Assumimos que deve responder “sim”, porque vemos que ele pode ser de outra forma. Tudo bem, então, se você quiser poupar o seu argumento, teria de provar que, se os movimentos celestes se realizassem diferente do que você sugere, implicaria uma contradição lógica em algum lugar, porque Deus, em Seu infinito poder pode fazer algo que não envolve contradição. Está tudo pronto para tentar até o fim? Não? Então você terá que nos conceder que Deus possa concebivelmente ter organizado as coisas de forma diferente e sem causar, no entanto, os efeitos que observamos. [...] Falar de outra maneira que não é hipoteticamente sobre o assunto seria restringir o poder infinito de Deus e Sua sabedoria dentro dos limites de suas ideias pessoais (*fantasie particolari*). Você não pode dizer que é a única maneira que Deus poderia ter feito, já que existem muitas e infinitas chances que Ele pode ter pensado e que são inacessíveis para nossas mentes limitadas. Confiamos agora que você entenderá nosso significado dizendo-lhes que não toquem na teologia (De SANTILLANA, 1960, pp. 149-150, tradução nossa).

A fala de Urbano VIII é muito esclarecedora, pois demonstra qual era a convicção do papa a respeito das ideias propugnadas por Galileu. Para o pontífice os sistemas astronômicos formulados na época, e os que poderiam aparecer depois, jamais seriam capazes de descrever o movimento verdadeiro dos corpos celestes, pois Deus poderia modificar a posição das órbitas planetárias sem que os seres humanos percebessem alguma mudança. Fora que um cientista afirmar, segundo Urbano VIII, que Deus fez o universo de um modo e não de outro, seria atentar contra a onipotência divina e um exemplo da arrogância humana em desejar ter o conhecimento que é próprio apenas de Deus. Portanto, tratava-se de um ceticismo não de base filosófica como o de Berlamino, mas teológica em relação à capacidade da razão humana em decifrar os mistérios do universo bastante similar à posição dos muçulmanos eruditos sobre o

mesmo tema como se verá mais adiante. A postura de Urbano VIII contradiz fortemente com a convicção de Galileu para o qual a espécie humana pode conhecer os segredos do cosmo por este estar estruturado por leis racionais e universais. Agora compare a fala do papa sobre a limitação do intelecto humano com a fala de Galileu, através da boca do personagem Salviati, sobre a mesma temática:

[...] se pode considerar o entender de dois modos, ou seja, *intensive* ou também *extensive*: e que *extensive*, ou seja, quanto à multiplicidade dos inteligíveis que são infinitos, o entender humano é como que nulo, ainda que entendesse milhares de proposições, porque mil em comparação com a infinidade é como um zero; mas, tomando o entender *intensive*, enquanto tal termo importa intensivamente, ou seja, perfeitamente, alguma proposição, afirmo que o intelecto humano entende algumas tão perfeitamente, e tem delas uma certeza tão absoluta, quanto tem delas a própria natureza; e tais são as ciências matemáticas puras, ou seja, a geometria e a aritmética, das quais o intelecto divino sabe infinitas proposições a mais, porque as conhece todas, mas daquelas poucas entendidas pelo intelecto humano acredito que a cognição iguala-se à divina na certeza objetiva, porque chega a compreender a necessidade, para além da qual não parece existir certeza maior. [...] afirmo, quanto à verdade que conhecemos pelas demonstrações matemáticas, que ela é a mesma que conhece a sabedoria divina; mas vos concedo que o modo pelo qual Deus conhece as infinitas proposições, das quais conhecemos algumas poucas, é sumamente mais excelente que o nosso, o qual procede por raciocínios e passagens de conclusão a conclusão, enquanto o Seu é uma intuição simples... [...] Concluo, portanto, que nosso entendimento, seja quanto ao modo, seja quanto à multiplicidade das coisas entendidas, é superado pelo intelecto divino por um intervalo infinito; mas nem por isso avilto-o tanto, a ponto de considerá-lo absolutamente nulo; pelo contrário, quando considero quantas e que coisas maravilhosas têm os homens entendido, investigado e operado, ainda mais claramente conheço e entendo que a mente humana é obra de Deus e das mais excelentes (GALILEI, 2011, pp. 186-187).

No excerto acima se nota o otimismo de Galileu quanto à competência do ser humano em descobrir os aspectos ainda escondidos da realidade. Para o cientista florentino a razão humana não é capaz de saber tudo, faculdade esta exclusiva de Deus, mas pode saber tudo sobre certos assuntos. Trata-se de uma ideia que preserva a liberdade e onipotência de Deus assim como a noção de que o intelecto humano é capaz de apreender as leis universais que regem o universo.

Durante a pesquisa sobre o pensamento de Urbano VIII foi lembrado de que na disciplina de História Moderna (cursada no período 2015.2) ministrada pelo Prof. Dr. Severino Vicente da Silva, que é também o orientador desta monografia, foi dito pelo docente em certa aula que o milagre é aquilo que viola as leis naturais que governam o mundo real. Isto ficou na memória e ao se deparar com a fala de Urbano VIII foi buscada alguma fonte acadêmica que esclarecesse a seguinte dúvida: se os milagres são uma clara transgressão das leis naturais, então isto significa que o ser humano conhece estas últimas visto que se assim não o fosse cada fenômeno seria considerado uma intervenção direta de Deus na Criação. No

entanto, Urbano VIII no trecho outrora citado deixou bem claro que não era possível ao ser humano conhecer o modo pelo qual Deus criou o universo, pois tal conhecimento limitaria a onipotência de Deus. Então, a pesquisa se direcionou para a relação entre milagre e as leis da natureza. A pesquisa culminou na descoberta do seguinte excerto:

[...] Os estudiosos muçulmanos ortodoxos rejeitaram totalmente qualquer concepção do universo que envolvesse leis físicas estáveis, porque a absoluta autonomia de Alá não podia ser cerceada pelas leis naturais. As leis naturais aparentes não passariam de meros “hábitos”, por assim dizer, de Alá, e poderiam ser modificadas a qualquer momento. O catolicismo admite a possibilidade de milagres e reconhece o papel do sobrenatural, mas a própria ideia de milagre já sugere que se trata de algo incomum; aliás, só faz sentido falar em milagre em contraste com o pano de fundo de um mundo naturalmente ordenado. [...] Isto é o que Santo Anselmo quis dizer quando falou da distinção entre o poder ordenado de Deus (*potentia ordinata*) e o seu poder absoluto (*potentia absoluta*). [...] a visão católica tomista considerava importante saber que universo Deus criou a fim de evitar elucubrações abstratas sobre que universo deveria ter criado. A completa liberdade criadora de Deus significa que o universo não tinha de ser de um certo jeito; ora, é por meio da experiência – ingrediente-chave do método científico – que chegamos a conhecer a natureza do universo que Deus decidiu criar. E podemos chegar a conhecê-lo porque é racional, previsível e inteligível (WOODS, 2008, pp. 76-77).

Para o Islã as leis da natureza restringiriam a onipotência de Deus, opinião compartilhada por Urbano VIII, por isto elas são negadas pelo Islã. O mesmo não aconteceu no Cristianismo, pois este ainda no Medievo encontrou uma saída: Deus possui ao mesmo tempo *potentia ordinata* (as leis naturais que regem o universo) e *potentia absoluta* (os milagres); e só lança mão desta última em certos casos como a morte e ressurreição de Cristo, para ficar num único exemplo.

Ao cotejar o pensamento de Urbano VIII se nota que o mesmo nutria uma forte desconfiança quanto à capacidade do ser humano de apreender o universo de maneira objetiva através de sua razão limitada e falível. O pontífice máximo da Igreja Católica acreditava que a estrutura verdadeira do universo poderia ser modificada de modo tal que as aparências permaneceriam as mesmas. Isto demonstra que para Urbano VIII não havia possibilidade de existir um conhecimento científico seguro sobre a realidade; ele acreditava que certos aspectos do universo permaneceriam uma exclusividade divina para sempre por não acreditar que o sistema cognitivo humano fosse capaz de descobrir as leis naturais que formam esta realidade. Uma posição bem diferente da de Galileu que nutria um forte otimismo no ser humano conseguir apreender o universo criado por Deus através da razão por esta própria ser uma criação divina. Assim, a distinção entre criatura e criador se daria em quanto cada um sabe sobre o universo e não em uma diferença qualitativa sobre alguns aspectos do mundo.

4.5. O julgamento de 1633

Em 1633 Galileu foi condenado não só a prisão domiciliar, mas a nunca mais ensinar o heliocentrismo seja como hipótese matemática ou real descrição da realidade. Tanto o livro didático quanto a obra de Colin Ronan não trazem as principais características sobre tal julgamento como os crimes que foram imputados a Galileu. É na obra *Galileu – pelo copernicanismo e pela Igreja* que descobrimos que proposições foram negadas pelo cientista. A sentença, proferida em junho de 1633, acusa-o de ser:

[...] veementemente suspeito de heresia, isto é, de ter sustentado e acreditado doutrina falsa e contrária às Sagradas e divinas Escrituras, que o Sol seja o centro da Terra e que não se mova do oriente ao ocidente, e que a Terra se mova e não seja o centro do mundo, e que se possa sustentar e defender como provável uma opinião depois que ela foi declarada e definida como contrária à Sagrada Escritura (XIX, 402-406 apud FANTOLI, 2008, p. 365).

Depois de se ter feito a leitura da sentença Galileu abjurou as “falsas doutrinas” acima mencionadas, ou seja, ele teve de negar o heliocentrismo e não suas descobertas astronômicas. Para Galileu o heliocentrismo era o único modelo astronômico que se coadunava com os dados coletados, mas para a Igreja havia uma nítida distinção entre o que era visto e o sentido que se dava para as observações. Para a Igreja da época não havia problema algum que astrônomos e matemáticos formulassem hipóteses acerca do movimento dos corpos celestes; o problema iniciou quando alguns cientistas, dentre eles Galileu, começaram a afirmar que as observações provavam que o universo era diferente daquele acreditado no continente europeu por mais de mil anos.

4.6. O Livro da Natureza assume o trono outrora ocupado pela Bíblia

Galileu teve a infeliz felicidade, própria dos pioneiros, de ter formulado um novo tipo de abordagem científica baseada na observação experimental; na matemática e na geometria; nos experimentos mentais; no uso de instrumentos científicos para refinar os sentidos humanos; na ideia de que a ciência deve ter precedência sobre as outras maneiras de compreender o mundo como é a religião. E tudo isto num período em que a Igreja Católica se via externamente ameaçada pelos exércitos otomanos e internamente pelas várias vertentes

cristãs que surgiram a partir da Reforma Protestante e que acusavam a Igreja Católica de uma suposta infidelidade ao texto bíblico. Um contexto histórico que fez com que o clero romano buscasse não só defender sua tradição que remonta aos Santos Padres, mas se apresentar como o único guardião da verdadeira interpretação da Bíblia. Tal postura se chocou com a visão de Galileu de que as passagens bíblicas deveriam receber novas interpretações à medida que novas descobertas científicas fossem realizadas. O século XVII marcou a emergência de uma nova maneira de apreender a realidade, comumente chamada de ciência moderna, por conta de Galileu ter decifrado a linguagem na qual está escrita a natureza.

5. Considerações finais

Nesta parte do trabalho será feita uma síntese da pesquisa com seus respectivos resultados com o intuito de saber se os objetivos propostos foram ou não alcançados. Primeiro se explanará sobre cada objetivo específico para depois abordar o objetivo geral visto que este emerge dos outros.

A comparação entre o livro didático e sua respectiva referência bibliográfica trouxe importantes *insights* sobre o tema aqui abordado. Ao longo do primeiro capítulo se percebeu que há um espelho entre o livro didático e sua respectiva referência bibliográfica, pois tudo que esta afirma sobre a Revolução Científica é o contrário do que está escrito naquele. Este traz para o discente um discurso segundo o qual o heliocentrismo não sofreu qualquer oposição no campo científico, mas somente no religioso representado pela Igreja Católica. Notou-se também que para corroborar tal discurso o livro didático omite o modelo de Tycho Brahe e os obstáculos na aceitação do heliocentrismo em terras protestantes e calvinistas. Já Colin Ronan em nenhum momento imputa aos membros clericais da Igreja Católica o fato do modelo heliocêntrico não ter sido de maneira unânime aceito pelos cientistas e filósofos naturais da Europa na época de Galileu. Para ele a aversão ao modelo heliocêntrico se deu muito mais no campo científico do que no teológico. A afirmação de que este teve de negar as descobertas astronômicas que realizou na década de 1610 não encontra respaldo nem na obra de Colin Ronan e muito menos nos autores utilizados ao longo deste trabalho. Assim, o cotejamento entre o livro didático e sua respectiva bibliografia mostrou que o que esta escrita naquele não corresponde ao conteúdo desta.

No segundo capítulo se caracterizou os principais argumentos a favor e contra tanto do sistema aristotélico-ptolomaico quanto do heliocentrismo. Este processo metodológico permitiu a definição do real papel das descobertas astronômicas feitas por Galileu e consequentemente a compreensão de se o modelo heliocêntrico foi ou não comprovado por elas. A pesquisa mostrou que as descobertas de Galileu não comprovaram o heliocentrismo; apenas desferiram um duro golpe no modelo ptolomaico, mas não na física aristotélica. E para que o heliocentrismo fosse elevado à categoria de teoria científica e não mais de hipótese era preciso não apenas oferecer explicações de como é o céu (astronomia), mas do porquê de ser assim e não de outro modo (física). Descobriu-se com a pesquisa que para os principais autores sobre o tema o heliocentrismo só foi provado como verdadeiro pela realização

matemática de Isaac Newton. A rudimentaridade dos instrumentos astronômicos da época de Galileu impossibilitou a obtenção de evidências empíricas fortes em favor do modelo heliocêntrico. O que a pesquisa mostrou sobre a mudança do sistema aristotélico-ptolomaico para a física moderna é de que se tratou de algo gradual e fruto de muitas mentes e não a obra de um único gênio isolado.

No terceiro e último capítulo foram investigados os motivos que levaram a Igreja Católica a condenar Galileu. A pesquisa demonstrou que a condenação deste não se deu pela defesa que fez do heliocentrismo *per si*, mas por conta dos sentidos opostos atribuídos ao heliocentrismo por ele e pela Igreja Católica. Enquanto que para esta o modelo copernicano era só um instrumento matemático para aperfeiçoar o cálculo das órbitas planetárias, para aquele o heliocentrismo constituía a verdadeira descrição da realidade objetiva desvelada pela matemática. Um dos motivos para a condenação de Galileu pela Igreja Católica foi o fato desta professar no século XVII uma visão instrumentalista da ciência, enquanto que o cientista florentino era um defensor do realismo científico. Outro motivo foi que no livro *Diálogos sobre os dois máximos sistemas de mundo* Galileu ao longo de toda sua argumentação tomou o heliocentrismo como verdadeiro quando Urbano VIII, que um dia fora seu amigo, lhe advertira de que não se deveria apresentar na obra qualquer conclusão sobre os modelos astronômicos concorrentes.

Deste modo pode-se afirmar que todos os objetivos específicos foram alcançados e isto significa que o objetivo geral também o foi. A narrativa sobre o caso Galileu foi analisada e a partir desta análise importantes descobertas foram feitas tanto sobre o livro didático como da própria Revolução Científica. Notou-se também que a narrativa que se encontra no livro didático não é corroborada pelas principais referências, tanto primárias e secundárias, sobre o caso Galileu. Na verdade, o livro didático sequer está fundamentado teoricamente no livro especializado em história da ciência que consta em sua bibliografia. Isto gera uma pergunta que permanecerá sem resposta no presente trabalho: se o discurso não corresponde a sua fonte bibliográfica especializada em história da ciência, então em qual referência ela está embasada para asseverar o que diz ao discente acerca da Revolução Científica e do caso Galileu? Por conta da situação socioeconômica precária da maioria dos discentes que estudam na escola pública brasileira, o livro didático constitui a única obra que traz o conhecimento acadêmico, atualizado, aos discentes. Infelizmente isto não se percebe no livro didático que foi analisado.

O caso Galileu pode ser visto como o símbolo da disputa entre dois livros (a Bíblia e a Natureza) em que o vencedor a partir de então seria o guia da civilização ocidental. Num primeiro momento a Igreja Católica foi vitoriosa, mas no médio e longo prazo isto se mostrou uma vitória de Pirro. Com a condenação do heliocentrismo em 1616 e depois em 1633 a luz da ciência migrou da Itália para a Inglaterra; o fato de que a obra mais científica de Galileu, *Due Nuove Scienze*, foi publicada em 1638 na cidade de Leyden nos Países Baixos é um indicativo das graves consequências para a ciência praticada na região mediterrânea da Europa advindas da condenação de Galileu. Este que em vão tentou impedir, ao longo de duas décadas, que a Igreja Católica rejeitasse o heliocentrismo por acreditar que se isto ocorresse depois a Igreja seria desacreditada como de fato aconteceu nos três séculos seguintes. As ações de Galileu lhe custaram muito, mas foi graças a sua ousadia que a humanidade começou a sair do mundo das aparências e adentrar na verdadeira realidade: o Jardim de Fractais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APOLINÁRIO, Maria Raquel. *Projeto Araribá: História*. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2014. v. 3.
- ARISTÓTELES. *Física I-II*. Prefácio, tradução, introdução e comentários: Lucas Angioni. Campinas, São Paulo: Editora da Unicamp, 2009.
- BYNUM, William. *Uma breve história da ciência*. Trad. de Iuri Abreu. Porto Alegre, RS: L&PM, 2014.
- CARROLL, S. M. *Why Boltzmann Brains are Bad*. In: DASGUPTA, S. e WESLAKE, B. *Current Controversies in the Philosophy of Science*, eds.; [arXiv:1702.00850], 2017.
- COPERNICUS, Nicolaus. *On the revolutions of the heavenly spheres*. Trad. de Charles Glenn Wallis. In: *Great books of the western world*, v. 16. In: *Encyclopaedia britannica*. Chicago: The University of Chicago, 1952.
- DE SANTILLANA, Giorgio. *El crimen de Galileo: Historia del proceso inquisitorial al genio*. Buenos Aires: Ediciones Antonio Zamora, 1960.
- EVANS, James. *The History and Practice of Ancient Astronomy*. New York; Oxford: Oxford University Press, 1998.
- ÉVORA, Fátima R. R. *Natureza e Movimento: um estudo da física e da cosmologia aristotélicas*. *Cad. Hist. Fil. Ci.*, Campinas, Série 3, v. 15, n. 1, pp. 127-170, jan. - jun. 2005.
- FANTOLI, Annibale. *Galileu – pelo copernicanismo e pela Igreja*. Trad. de Don Sérgio Braschi. São Paulo: Edições Loyola, 2008.
- GALILEI, Galileu. *Ciência e Fé. Cartas de Galileu sobre o acordo do sistema copernicano com a Bíblia*. Org. e trad. de Carlos Arthur R. do Nascimento. São Paulo: Editora Unesp, 2009.
- _____. *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano*. 3. ed. São Paulo: Editora 34, 2011.
- _____. *Sidereus Nuncius – O Mensageiro das Estrelas*. Trad., estudo introdutório e notas de Henrique Leitão. 3ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2010.
- KLEINA, Claudio. *Metodologia da pesquisa e do trabalho científico*. 1. ed. Curitiba, PR: IESDE BRASIL S/A, 2016.
- KUHN, Thomas S. *The Copernican Revolution*. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, 1995.
- KOYRÉ, Alexandre. *Do mundo fechado ao universo infinito*. Trad. De D. M. Garschagen. 4. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2006.

_____. *Estudos de história do pensamento científico*. 3. ed. Trad. de M. Ramalho. Rio de Janeiro: Forense, 2011.

_____. *Estudos Galilaicos*. 1. ed. Trad. de F. N. da Fonseca. Lisboa: Dom Quixote, 1986.

LEITÃO, Henrique. *Estudo Introdutório*. In: GALILEI, Galileu. *Sidereus Nuncius – O Mensageiro das Estrelas*. Trad., estudo introdutório e notas de Henrique Leitão. 3ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2010.

MARTINS, R. A. *Galileo e o princípio da relatividade*. Cadernos de História e Filosofia da Ciência, n. 9, pp. 69-86, 1986.

MONTFORT, Associação Cultural. *Concílio Ecumênico de Trento*. Disponível em: <<http://www.montfort.org.br/bra/documentos/concilios/trento/>>. Acesso em: <02/11/2018>.

PAGANI, Sérgio M. e LUCIANI, Antônio. *Os documentos do processo de Galileu Galilei*. Trad. Antônio Angonese. Petrópolis, RJ: Vozes, 1993.

PERRY, Marvin. *Civilização Ocidental: uma história concisa*. 3 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

POPPER, Karl R. *Conjecturas e Refutações*. Trad. de Sérgio Bath. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2008.

PTOLEMAEUS, Claudius. *The almagest*. Trad. de Catesby Taliaferro. In: *Great books of the western world*. v. 16. In: *Encyclopaedia britannica*. Chicago: The University of Chicago, 1952.

RONAN, Colin A. *História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge: da Renascença à Revolução Científica*. São Paulo: Círculo do Livro, 1987. v. 3.

ROSA, Carlos Augusto de Proença. *História da ciência: da antiguidade ao renascimento científico*. — 2. ed. — Brasília: FUNAG, 2012. v. 1.

_____. *História da ciência: a ciência moderna*. 2. ed. — Brasília: FUNAG, 2012. v. 2; t. 1.

ROSSI, Paolo. *O nascimento da ciência moderna na Europa*. Trad. de Antônio Angonese. Bauru: EDUSC, 2001.