

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM
FILOSOFIA

LUIZ ANTONIO BRANDT

A SUPERAÇÃO DA DICOTOMIA CÉU-TERRA: UM ESTUDO DA
CRÍTICA GALILEANA À FÍSICA E À COSMOLOGIA ARISTOTÉLICAS

TOLEDO

2011

LUIZ ANTONIO BRANDT

**A SUPERAÇÃO DA DICOTOMIA CÉU-TERRA: UM ESTUDO DA
CRÍTICA GALILEANA À FÍSICA E À COSMOLOGIA
ARISTOTÉLICAS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Filosofia, junto ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Filosofia, área de concentração Filosofia Moderna e Contemporânea, Linha de Pesquisa: Metafísica e Conhecimento.

Orientador: Prof. Dr. César Augusto Battisti

TOLEDO

2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

B821s Brandt, Luiz Antonio
A superação da dicotomia céu-terra : um estudo da crítica Galileana à física e à cosmologia Aristotélicas / Luiz Antonio Brandt. – Toledo, 2011.
96 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Filosofia, 2011.
“Orientação: Prof. Dr. César Augusto Battisti”.

1. Cosmologia. 2. Filosofia natural - universo. 3. Astronomia - história. 4. Copernicanismo. 5. Metafísica. I. Título.

CDU : 113/119

Índice para o catálogo sistemático:

1. Cosmologia	113/119
2. Filosofia natural - universo	113
3. Astronomia – história	52(091)
4. Copernicanismo	524.8
5. Metafísica	11

Catalogação na fonte elaborada pela bibliotecária
Criselen Jarabiza – CRB 10 / 1789

LUIZ ANTONIO BRANDT

**A SUPERAÇÃO DA DICOTOMIA CÉU-TERRA: UM ESTUDO DA
CRÍTICA GALILEANA À FÍSICA E À COSMOLOGIA
ARISTOTÉLICAS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Filosofia, junto ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Filosofia, área de concentração Filosofia Moderna e Contemporânea, Linha de Pesquisa: Metafísica e Conhecimento.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo Moschetti

Universidade Estadual de Santa Cruz

Prof. Dr. Wilson Antonio Frezzatti Jr

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. César Augusto Battisti

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Toledo, 08 de dezembro de 2011.

Para minha noiva,
senhora dos meus desejos.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor César Augusto Battisti, pela orientação desta pesquisa desde minha graduação.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-graduação em Filosofia da UNIOESTE.

Aos meus colegas de Mestrado, pelos debates proveitosos.

À minha família, sobretudo à Toani, pelo incentivo e apoio.

Finalmente, agradeço a CAPES pela bolsa de estudos.

A filosofia encontra-se escrita neste grande livro que continuamente se abre perante nossos olhos (isto é, o universo), que não se pode compreender antes de entender a língua e conhecer os caracteres com os quais está escrito. Ele está escrito em língua matemática, os caracteres são triângulos, circunferências e outras figuras geométricas, sem cujos meios é impossível entender humanamente as palavras; sem eles nós vagamos perdidos dentro de um obscuro labirinto (Galileu Galilei, *O Ensaiador*).

BRANDT, Luiz A. **A superação da dicotomia céu-terra: um estudo da crítica galileana à física e à cosmologia aristotélicas.** 2011. Dissertação de Mestrado em Filosofia – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Orientador: Dr. César Augusto Battisti.

RESUMO

Nesta dissertação, temos como objetivo realizar um estudo e reconstrução das críticas que Galileu empreende à física e à cosmologia de Aristóteles, tendo como âncora as obras *Sidereus Nuncius* e *Primeira Jornada* do *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo*. Os argumentos desenvolvidos pelo físico pisano nestas obras, consolidam a teoria copernicana e revolucionam a maneira de se estudar a natureza. Durante séculos, a concepção ocidental de universo esteve apoiada nos pressupostos da cosmologia de Aristóteles. A cosmologia aristotélica tinha como pontos fundamentais a ideia de incorruptibilidade do céu, de imobilidade da Terra e de uma hierarquia dos elementos. Para o peripatético, o cosmos era finito e heterogêneo, e se encontrava dividido em duas regiões distintas: a sublunar (terrestre) e a supralunar (celeste). As observações telescópicas realizadas por Galileu em 1609, ao mostrar crateras e montanhas na Lua, e satélites em Júpiter, constituíram-se em evidências contrárias à dicotomia céu-Terra proposta por Aristóteles. Pois revelavam “imperfeições” nos corpos celestes, e mostravam que nem todos os astros tinham como centro de suas revoluções a Terra, questionando a ideia de centralidade da mesma no cosmos. Além disso, a ruptura com a cosmologia aristotélica desestabilizava a própria física de Aristóteles, cuja explicação dos movimentos dos corpos dependia da estrutura cosmológica, uma vez que existiam três tipos de movimentos: retilíneo em direção ao centro, retilíneo se afastando do centro e circular em torno do centro, o que requeria uma Terra imóvel ocupando o centro do cosmos. A ideia de centralidade e imobilidade da Terra é, portanto, ponto fundamental da física e da cosmologia aristotélicas. Grande parte da obra de Galileu parece girar em torno de um objetivo central: a defesa da teoria copernicana. Desde a sua adesão pública ao copernicanismo em 1610, no *Sidereus Nuncius*, até o *Diálogo* publicado em 1632, o físico pisano buscou romper com os pressupostos da filosofia natural de Aristóteles que sustentavam a concepção geocêntrica. Com efeito, é na *Primeira Jornada* do *Diálogo* que poderemos encontrar um esforço mais sistemático e concentrado contra a concepção aristotélica de mundo e sua principal característica: a dualidade do cosmos.

Palavras-chave: Filosofia moderna. Cosmologia. História da astronomia. Física clássica. Copernicanismo.

BRANDT, Luiz A. **The overcoming of the dichotomy heaven-Earth: a study of the Galilean critical for Aristotelian cosmology and physics.** 2011. Thesis (Master's Degree in Philosophy) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Oriented: Dr. César Augusto Battisti.

ABSTRACT

In this thesis, we aim to conduct a study and reconstruction of the criticism that Galileo undertakes to physics and cosmology of Aristotle, and works as an anchor *Sidereus Nuncius* and *First Day of Dialogue Concerning the Two Chief World Systems*. The arguments developed by Italian physicist these works, consolidating the Copernican theory and revolutionize the way we study nature. For centuries, the Western conception of the universe was supported by the assumptions of cosmology of Aristotle. Aristotelian cosmology had as fundamental points the idea of the incorruptibility of the heavens, the earth and the immobility of a hierarchy of elements. For the peripatetic, the *cosmos* was finite and heterogeneous, and was divided into two distinct regions: the sublunary (terrestrial) and above the Moon (heavenly). The telescopic observations made by Galileo in 1609, showing craters and mountains on the moon and Jupiter's satellites, were in evidence against the heaven-earth dichotomy proposed by Aristotle. For it revealed "imperfections" in the heavenly bodies, and showed that not all the stars had their revolutions as the center of the Earth, the idea of asking the same centrality in the *cosmos*. Moreover, the break with Aristotelian cosmology destabilizing the very physics of Aristotle, whose explanation of the movements of bodies depended on the cosmological structure, since there were three types of moves, straight toward the center, straight away from the center and circular around the center, which required a motionless earth occupying the center of the *cosmos*. The idea of centrality and immobility of the Earth is therefore fundamental point of Aristotelian physics and cosmology. Most of the work of Galileo Galilei seems to think about a central objective: the defense of the Copernican theory. Since his public adhesion to the Copernicanism in 1610, in *Sidereus Nuncius*, until *Dialogue* published in 1632, the Pisan Physicist sought to break with the assumptions of the Aristotle's natural philosophy which supported the geocentric conception. As a result, it is in *First Day of Dialogue* that, certainly, we could find a more systematic and focused effort against the Aristotelic conception of world and its main characteristic: the dissociation of the *cosmos* into two distinct regions, the celestial and sublunary.

Key-words: Modern Philosophy. Cosmology. History of the Astronomy. Classic Physics. Copernicanism.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
1 A FILOSOFIA DA NATUREZA DE ARISTÓTELES	18
2 CRÍTICAS À CONCEPÇÃO ARISTOTÉLICA DE MOVIMENTO NATURAL	29
2.1 Natureza e movimento	30
2.2 Movimento e ordem	37
3 CRÍTICAS À TESE ARISTOTÉLICA DA INCORRUPTIBILIDADE DO CÉU	48
3.1 Críticas aos argumentos fundados na ausência de gerações e corrupções no céu	50
3.2 Observações telescópicas e outras críticas empíricas à dicotomia céu-Terra.....	58
3.3 As similaridades entre a Terra e a Lua	69
CONCLUSÃO	81
ILUSTRAÇÕES	85
BIBLIOGRAFIA	95

INTRODUÇÃO

Um dos traços mais marcantes da vida do físico e astrônomo pisano Galileu Galilei (1564-1642) foi o esforço e a sagacidade com que lutou para mostrar a veracidade da posição copernicana. Algumas de suas principais obras exprimem este esforço. Publicamente, foi somente em 1610, com a edição do *Sidereus Nuncius*¹, que Galileu se pronunciou favorável à teoria de Copérnico (1473-1543). É nesta pequena obra que o físico e astrônomo pisano anuncia ao mundo as novas descobertas astronômicas realizadas através do telescópio que havia construído no ano anterior. Para Galileu, as descobertas dos satélites de Júpiter, o aspecto montanhoso da Lua e as incontáveis estrelas fixas observadas, eram fortíssimos argumentos contra a cosmologia do filósofo grego Aristóteles (384-322 a.C.). Entretanto, é em sua obra *Diálogo sobre dois máximos sistemas do mundo*², publicada no ano de 1632, que melhor se exprime o espírito combativo e a luta de Galileu em defesa do copernicanismo.

O rompimento com a cosmologia aristotélica era para Galileu uma necessidade, como também o era para os demais copernicanos, pois se a Terra deixasse de ocupar o centro do universo, e passasse a ser apenas mais um planeta como os outros girando ao redor do Sol, considerá-la essencialmente diferente deles já não faria o menor sentido, isto é, não haveria mais razão nenhuma em separar o universo em duas regiões substancialmente distintas. Deve-se ressaltar, além disso, que, ao deslocar o centro das revoluções planetárias, os copernicanos “deslocam” também o ponto de referência do *cosmos* aristotélico, ou seja, a coincidência entre o centro da Terra e o centro do universo. Neste sentido, o que, à primeira vista, parece simples é demasiado dificultoso para os copernicanos. Primeiramente porque a teoria heliocêntrica vai

¹ Ver frontispícios em anexo, ilustrações 4 e 5.

² Facsemíle e frontispícios em anexo, ilustrações 1, 2 e 3.

à contramão de toda uma tradição milenar que estava baseada nas doutrinas aristotélicas e, em segundo lugar, porque a suposição de uma Terra móvel contrariava a própria experiência diária do “movimento” do Sol sobre a abóbada celeste. O desafio dos copernicanos não se encerra no âmbito estritamente astronômico, ou seja, não era apenas uma substituição entre dois sistemas astronômicos rivais, mas, além disso, significava reformular toda a filosofia natural pela qual o sistema ptolomaico estava edificado. Por essa via, o copernicanismo trazia consigo uma gama de problemas no que diz respeito à filosofia natural que impedia uma maior aceitação por parte dos setores ligados à astronomia:

Aceitar o copernicanismo significava, como já diversas vezes ressaltai, recusar uma grande parte da filosofia natural aristotélica. Mas em nome de que filosofia natural se podia afirmar a necessidade de o Sol, e não a Terra, ser o centro do sistema do mundo. Era também essa consciência do problema físico existente na base das novas concepções astronômicas que fazia os jesuítas hesitarem (FANTOLI, 2008, p. 131).

Para entendermos melhor o pano de fundo que envolvia as discussões presentes na obra galileiana, é necessário compreender algumas implicações do *Revolutionibus* de Copérnico sobre o trabalho de Galileu. A teoria física que ampara o geocentrismo é a física aristotélica. E a física peripatética, como sua cosmologia também, são dependentes da centralidade e da imobilidade da Terra no centro do universo. Isto significa que, ao afirmar a descentralização e a mobilidade da Terra, Copérnico está longe de provocar uma simples transformação astronômica, na verdade, acaba deslocando o ponto de apoio da física e da cosmologia peripatéticas. Entretanto, parece evidente que a grande lacuna deixada pela obra copernicana seria a falta de uma proposta de uma nova física que fosse compatível com a nova estrutura cosmológica do universo sugerida pelo astrônomo polonês, e era necessário que tal proposta substituísse a ausência da física e da cosmologia aristotélicas. Parece que o “preenchimento” desta lacuna, isto é, a substituição da física peripatética por uma nova física “copernicana”, é um dos empreendimentos que encontramos na obra de Galileu.

Apesar das sensíveis diferenças entre as concepções de mundo de Galileu e Aristóteles, não podemos nos esquecer de alguns pontos não tão opostos entre os dois autores. Seria difícil conceber, a partir da filosofia aristotélica, um universo em que os seres que o compõem não possuíssem finalidades pré-determinadas, pois resultaria em uma concepção caótica de mundo, o que se apresenta claramente oposto à noção hierarquizada e perfeitamente ordenada de *cosmos* defendida pelo filósofo grego. A seu modo, Galileu também concebe que o universo deva ser perfeitamente ordenado, mas não leva esta exigência a ponto de estabelecer, como Aristóteles, uma hierarquia de substâncias. Ao contrário, o *cosmos* galileano é homogêneo, e essa tese será contraposta ao postulado aristotélico pelas seguintes razões: a) para uma física com pretensões de interpretar a natureza às luzes da matemática e da geometria, a física qualitativa seria um obstáculo, pois acaba caracterizando, de certo modo, o movimento como intrínseco e incomensurável; b) as teses peripatéticas que afirmam a existência de uma hierarquia e de uma dicotomia cosmológica limitam a aplicação dos postulados da nova física concomitantemente a fenômenos celestes e terrestres; e c) em consequência de uma homogeneização do universo, a aceitação de que a Terra possui movimentos de translação análogos aos outros planetas seria muito mais plausível e aceitável, visto que a tese aristotélica de que os elementos estão hierarquicamente arranjados não determinaria mais a exclusividade do movimento circular à região celeste. Em outras palavras, como cada elemento possui uma única tendência de movimento natural, a concepção copernicana de que a Terra tem dois movimentos circulares (translação e rotação) fere tanto a concepção aristotélica de que a Terra, entendida como elemento, possui exclusivamente tendência a movimentar-se pela linha retilínea, como fere também a noção de que cada elemento deve ter apenas uma tendência de movimento.

Ainda que não exista um consenso no que diz respeito às consequências das teorias e descobertas que ocorreram no campo do saber nos séculos XVI e XVII, não podemos

subestimar o alcance e o impacto, por exemplo, das observações telescópicas e/ou das obras de Galileu Galilei sobre a história do pensamento científico e filosófico posteriores. Posicionamos-nos favoráveis ao pensamento³ de Alexandre Koyré (1892-1964), segundo o qual as teorias e obras desenvolvidas neste período, em especial as de Galileu, marcaram indelevelmente essa época, e de que a revolução copernicana está longe de ser uma transformação simples e natural da teoria geocêntrica à heliocêntrica. Não pretendemos, no entanto, na presente dissertação, abordar unicamente as consequências, ou frutos, desta revolução. Contudo, almejamos, como ficará evidente nas páginas que se seguem, fazer uma reconstrução conceitual e analítica da trajetória científico-filosófica de Galileu rumo ao rompimento com a dicotomia céu-Terra. Para tanto, nos focaremos especialmente nas críticas a Aristóteles desenvolvidas na *Primeira Jornada* da obra *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo*.

A ideia básica que temos acerca da revolução copernicana é que ela é uma mudança entre uma concepção de universo em que a Terra está imóvel no centro do mundo, por outra em que a Terra passa a ser mais um planeta em movimento ao redor do Sol, agora considerado centro do universo. Mas, por detrás da aparentemente simples afirmação, esconde-se um complexo jogo conceitual entre duas tradições, o qual não se limita tão somente a uma disputa astronômica e cosmológica. O que está em jogo implica consequências muito maiores, como deixa bem claro Koyré:

O que os fundadores da ciência moderna, e entre eles Galileu, deviam então fazer não era criticar e combater certas teorias erradas, para as substituir por melhores. Deviam fazer algo completamente diferente: destruir um mundo e substituí-lo por outro, reformar a própria estrutura da nossa inteligência,

³ “A dissolução do cosmo, repito-o, eis o que me parece ser a revolução mais profunda realizada ou sofrida pelo espírito humano depois da invenção do cosmo pelos Gregos. É uma revolução tão profunda, de consequências tão longínquas, que, durante séculos, os homens – com raras exceções, entre as quais Pascal – não se aperceberam do seu alcance e sentido; e ainda agora é frequentemente subestimada e mal compreendida” (KOYRÉ, [198-?], p. 19).

formular de novo e rever os seus conceitos, conceber o Ser de uma nova maneira, elaborar um novo conceito de conhecimento, um novo conceito de ciência – e mesmo substituir um ponto de vista bastante natural, o do senso comum, por um outro que o não é de modo algum (KOYRÉ, [198-?], p. 19).

Como veremos mais detalhadamente no decorrer desta dissertação, as distinções que Aristóteles realiza entre os movimentos naturais e violentos, e entre os retilíneos e os circulares são, sem nenhuma sombra de dúvidas, as bases principais que sustentam a dicotomia céu-Terra e que serão alvos primários das críticas do físico pisano. Galileu está convencido da importância de romper com estas distinções e durante a *Primeira Jornada* concentra todas as suas forças neste objetivo, quer seja por meio de argumentos demonstrativos, quer seja utilizando-se de evidências empíricas, ou até mesmo de técnicas persuasivas. Willian Shea (1983, p. 142, grifos do autor) resume de maneira clara a estratégia central de Galileu na primeira parte do *Diálogo*: “Para mudar este *cosmos duplicado* pelo *universo* copernicano, Galileu devia demonstrar que a análise de Aristóteles era logicamente inconsistente e vazia de fundamentos empíricos reais”; e completa logo em seguida: “[...] e fez atacando a distinção, aparentemente natural, entre o movimento retilíneo e o circular sobre a que Aristóteles apoiava sua hipótese” (SHEA, 1983, p. 142)⁴. Poderíamos afirmar, sem exageros, que, de modo geral, no transcorrer da *Primeira Jornada* Galileu questiona a própria ideia de natureza (*physis*) concebida pelo filósofo grego. Esta hipótese é possível em razão de no mundo aristotélico o movimento envolver a natureza constitutiva do objeto e, por exemplo, por menor que seja o deslocamento (queda de uma pedra), este terá uma finalidade pré-determinada – o seu lugar natural (no caso da pedra, o centro do mundo). Assim, questionar as distinções entre os movimentos naturais e violentos, bem como a própria noção aristotélica de

⁴ Todas as referências bibliográficas em língua estrangeira citadas nesta dissertação foram traduzidas pelo autor.

movimento em sentido amplo⁵ é, por assim dizer, colocar em xeque a própria ideia de *physis* do filósofo grego.

Poderíamos dividir a crítica galileana à dicotomia céu-Terra presente na *Primeira Jornada* em três momentos ou fases diferentes: 1) crítica à classificação aristotélica dos movimentos; 2) crítica ao princípio de que as gerações e corrupções, como também qualquer alteração, pressupõem a ação de contrários em um mesmo substrato; e, por fim, 3) apresentação de algumas observações telescópicas e de críticas ao argumento empírico apresentado na obra *De Caelo* (cf. *De Caelo*, I, 3, 270b 12-16)⁶. Sobre o primeiro ponto, que será desenvolvido detalhadamente no segundo capítulo desta dissertação, comentamos brevemente no parágrafo anterior. Acerca do segundo e do terceiro pontos e a respeito de algumas das razões por que Galileu se debruçou sobre estes, veremos a seguir, de modo mais geral, e pormenorizadamente no terceiro capítulo.

Além da crítica à classificação peripatética do movimento local em retilíneos e circulares, outra noção aristotélica será alvo na *Primeira Jornada*. As regiões celeste e terrestre, além de possuírem movimentos diferentes, possuem substâncias diferentes; a essas diferenças podemos acrescentar mais uma: a região celeste é perfeita e incorruptível, enquanto a terrestre é imperfeita e corruptível. Aristóteles alcança tais distinções a partir das diferenças entre os movimentos retilíneos e circulares e, sobretudo, através do princípio de que somente ocorrem gerações e corrupções onde existe a atuação de contrários em um mesmo substrato. Tal princípio, se assim podemos chamá-lo, está subordinado às diferenças entre os movimentos retilíneos e circulares, pois as gerações e corrupções que acontecem na região

⁵ Como veremos no segundo capítulo da presente dissertação, o movimento em Aristóteles não é unicamente o deslocamento ou movimento local. Mas, além disso, o movimento tem papel fundamental na natureza, como princípio operativo do vir-a-ser. Assim, movimento para o filósofo grego pode significar também: alterações qualitativas, aumentos e diminuições, gerações e corrupções, além, é claro, do próprio deslocamento.

⁶ As referências extraídas das obras de Aristóteles, nesta dissertação, seguirão a numeração de Bekker na seguinte ordem: título da obra, livro em algarismos romanos, capítulo em algarismos arábicos, página, coluna (a ou b), linhas.

sublunar são ocasionadas pelos movimentos retilíneos, ascendentes e descendentes, que são contrários; e na região supralunar, onde se encontra exclusivamente o movimento circular, não haveria qualquer tipo de geração ou corrupção, pela ausência, por assim dizer, de qualquer tipo de movimento contrário ao circular. Sem tal classificação dos movimentos, o princípio de que as gerações e corrupções ocorrem restritamente entre movimentos contrários perde sua força como critério que distingue o mundo em duas regiões opostas. Galileu está consciente de que o *cosmos* heterogêneo está apoiado sobre a distinção aristotélica dos movimentos locais em retilíneos e circulares e da correspondência destes com a natureza específica das substâncias⁷ que compõem o universo. Por essa razão, o físico pisano declara, por meio do personagem Salviati, que “Se de algum modo, no que foi estabelecido até aqui [conforme a classificação dos movimentos], descobrir-se uma deficiência, poder-se-á razoavelmente duvidar de todo o restante, que sobre isso for construído” (GALILEU, 2001, p. 98).

Apresentamos nesta introdução um esboço geral das questões que serão discutidas nesta dissertação. Falta-nos, ainda, fazer uma exposição sumária do conteúdo de cada capítulo; não entraremos em detalhes nestas exposições, pois já apresentamos alguns problemas centrais que figurarão, como foi referido anteriormente, nos capítulos que se seguem.

O primeiro capítulo expõe, de maneira breve, um panorama da filosofia da natureza de Aristóteles, principalmente no que tange aos três argumentos aristotélicos favoráveis à concepção cosmológica dualista e às noções subjacentes aos mesmos.

O objetivo do segundo capítulo é apresentar, de maneira geral, a crítica galileana à concepção de movimento de Aristóteles e, de modo mais específico, a crítica à classificação

⁷ O termo substância, nesta passagem, faz referência aos elementos (terra, água, ar e fogo) e, juntamente com estes, à quintessência (éter ou substância celeste).

aristotélica dos movimentos em retilíneos e circulares, e naturais e violentos. Pois o entendimento destas críticas é fundamental para compreendermos como Galileu opera a ruptura com a dicotomia céu-Terra.

No terceiro capítulo, abordaremos os argumentos de Galileu contra a cosmologia aristotélica. Num primeiro momento, veremos, principalmente, as críticas à exclusividade das gerações e corrupções da região sublunar. E, posteriormente, analisaremos as observações e o uso que Galileu faz delas para criticar os argumentos empíricos que sustentam a dicotomia céu-Terra.

CAPÍTULO I

A FILOSOFIA NATURAL DE ARISTÓTELES

A necessidade de realizarmos uma exposição das concepções físicas e cosmológicas de Aristóteles está atrelada à própria estrutura argumentativa da *Primeira Jornada do Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo*. Isto fica mais claro, se recorrermos ao próprio texto galileano, que na *Primeira Jornada* se desenvolve seguindo a mesma ordem dos argumentos apresentados por Aristóteles em *De Caelo*. Estes argumentos contidos na referida obra peripatética, por sinal, estão na base de sustentação da concepção dicotômica de *cosmos*, um dos principais alvos das críticas galileanas na *Primeira Jornada*. Aristóteles expõe três argumentos, dos quais dois são essencialmente teóricos e um é fundado na experiência. O presente capítulo abordará de maneira breve esses argumentos e sem a pretensão de realizar nestas páginas um estudo específico da filosofia natural de Aristóteles. Ater-nos-emos à descrição desses argumentos aristotélicos e nos respectivos conceitos associados e imprescindíveis para a compreensão dos mesmos.

Primeiramente, passaremos a uma breve descrição da estrutura cosmológica, isto é, caracterizaremos, em linhas gerais, a ideia de *cosmos* e/ou universo elaborada pelo filósofo peripatético. O universo de Aristóteles segue o modelo das esferas homocêntricas de Eudóxio (408 – 355 a.C.) e de Cálipo (370 – 300 a.C.), ambos da cidade grega de Cnidos, sendo que o número de esferas do sistema do estagirita era quase o dobro dos astrônomos que acabamos de mencionar, chegando a cinquenta e seis esferas. Nesse sistema desenvolvido pelo filósofo peripatético os movimentos descritos pelas esferas seriam eternos e teriam como ponto

referencial a Terra, que estaria imóvel no centro do universo. Para explicar a continuidade dos movimentos das esferas celestes, Aristóteles sustentava que estes eram causados por um motor imóvel situado após a esfera das estrelas fixas e que transmitiria às esferas a força motriz necessária para a perpetuação de suas revoluções. A partir do centro do universo que na cosmologia aristotélica coincide com o centro da Terra seguir-se-iam as esferas da Lua e dos demais astros, de modo que o arranjo das esferas celestes a partir da Terra seria: Lua, Sol, Vênus, Mercúrio, Marte, Júpiter, Saturno e as estrelas fixas. Além de estabelecer uma ordem entre as esferas celestes, Aristóteles dividiu o universo em duas regiões ontologicamente distintas, a saber: a região celeste e a região terrestre, cada qual possuindo uma constituição substancial e atributos completamente diferentes da outra. Na esfera sublunar (terrestre) se encontram os quatro elementos, a saber: terra, água, ar e fogo. Tais elementos possuem tendências particulares de movimento retilíneo (para cima ou para baixo) conforme a leveza ou gravidade, sendo que aqueles de constituição mais leve como o ar e fogo se deslocam retilineamente para cima enquanto os pesados tendem a se mover retilineamente para baixo. E estes elementos com qualidades e movimentos contrários entre si estão constantemente se misturando e assim ocasionando as alterações que encontramos sobre a Terra. Os corpos que se situam na região celeste, diferentemente dos terrestres, não são leves e tampouco pesados, são móveis com o único tipo de movimento compatível com a perfeição e a excelência do céu: o movimento circular.

Essas sucessivas distinções apresentadas por Aristóteles produzem um *cosmos* hierarquizado, onde cada elemento ou os corpos em geral possuem impressos em suas essências um tipo de movimento e um determinado lugar próprio. Toda essa estrutura cosmológica rígida é um grande obstáculo para a tese galileana de que a Terra se desloca com movimentos circulares ao redor do Sol. Tais movimentos circulares colidiriam com os postulados aristotélicos que mencionamos em função de que tais movimentos não seriam

naturais ao corpo terrestre, e, por consequência, se a Terra possuísse tais movimentos circulares, estes seriam violentos. Deste modo, para Galileu, mostrar que estas distinções apresentadas por Aristóteles em *De Caelo* são equivocadas ou ilógicas é o mesmo que romper ou, ao menos de modo geral, neutralizar a dicotomia céu-Terra.

Em grande parte da *Primeira Jornada* a crítica galileana está direcionada à classificação aristotélica dos movimentos. Todo esse esforço empreendido pelo físico pisano na tentativa de descaracterizar a concepção peripatética de movimento compõe, juntamente com outros argumentos expostos no primeiro dia do *Diálogo*, uma finalidade maior, que, como já foi indicado anteriormente, seria a de romper com a dicotomia céu-Terra. Galileu parece estar consciente da existência de uma relação de interdependência entre a física e a cosmologia do filósofo grego, pois, como veremos em *De Caelo*, a dicotomia cosmológica é extraída e fundamentada a partir das distinções entre os movimentos naturais e violentos e entre os retilíneos e circulares. Esses movimentos estão intrinsecamente relacionados com a natureza elementar dos corpos, uma vez que, como veremos mais adiante, cada elemento presente no mundo possui por natureza uma tendência particular de movimento.

Os movimentos dos corpos ou elementos, em Aristóteles, podem ser divididos em naturais e violentos. Os naturais são aqueles em que os corpos (elementos) por si mesmos possuem uma inclinação específica de movimento. Como, por exemplo, o movimento retilíneo para cima do elemento fogo. Os violentos, por sua vez, são aqueles movimentos em que a causa do movimento é externa ao corpo e, por essa razão, são contrários à tendência natural do corpo/elemento. Um exemplo de movimento violento, segundo a filosofia natural aristotélica, seria o caso de uma pedra que naturalmente tende para o centro e que é arremessada para cima. É importante salientarmos que na física aristotélica cada elemento ou substância que compõe o *cosmos* pode possuir apenas uma tendência particular de movimento. Por exemplo, o movimento retilíneo que uma pedra descreve para baixo (para o

centro) é uma inclinação natural própria dos corpos preponderantemente constituídos pelo elemento terra, mas seria violento para o fogo que naturalmente tende a ficar junto à periferia do côncavo lunar.

Os corpos e os elementos presentes no mundo, enquanto naturalmente constituídos, são dotados de movimentos naturais⁸. Aristóteles separa os corpos em simples e compostos. Aqueles se constituem por apenas um dos elementos; estes, os corpos compostos, são constituídos por alguns ou pela combinação de todos os elementos. Cada corpo natural, independentemente de ser simples ou composto, possui um princípio de movimento⁹. Conforme a natureza específica do corpo, tal princípio de movimento manifesta-se em uma tendência de movimento sobre uma determinada linha geométrica. Para os elementos leves, como o ar e o fogo, o movimento natural é o retilíneo para cima; e, para os elementos graves, como a terra e a água, o movimento natural é o retilíneo para baixo (em direção ao centro do universo). Aristóteles segue suas distinções afirmando que, para os corpos simples, existem igualmente movimentos simples, e para os compostos, movimentos mistos. Os movimentos simples são, segundo o filósofo grego, aqueles descritos sobre linhas simples. E, para Aristóteles, existem apenas duas linhas que podem ser consideradas simples: a reta e a circular. A partir disso, o filósofo peripatético estabelece uma relação entre os elementos e a forma como estes descrevem seus movimentos: para cada elemento será conveniente um tipo de movimento sobre uma determinada linha. Assim, como já foi exposto, para os elementos graves (terra e água) compete o movimento retilíneo para o centro e para os elementos leves (ar e fogo), de modo oposto, convém o movimento retilíneo para cima. Na passagem seguinte

⁸ “Com efeito, dizemos que é necessário que se movam [os corpos]; pois se o que se move não tivesse por natureza um impulso, seria impossível que se movesse para o centro ou que se afastasse do centro.” (*De Caelo*, III, 2, 301a 23-25).

⁹ “No caso do movimento ‘natural’, esta causa, este motor é a própria natureza do corpo, a sua ‘forma’, que procura reconduzi-lo ao seu lugar natural.” (KOYRÉ, [198-?], p. 28).

da *Primeira Jornada do Diálogo*, o personagem Salviati sintetiza os empregos e as distinções estabelecidas por Aristóteles acerca dos movimentos sobre as linhas simples:

[...] no referente aos movimentos retilíneos para cima e para baixo, estes convém naturalmente ao fogo e à terra e que é necessário porém que além desses corpos, que estão próximos de nós, exista *in natura* um outro ao qual convenha o movimento circular, o qual será ainda tanto mais excelente, quanto mais perfeito for o movimento circular que o movimento retilíneo: quanto aquele seja mais perfeito que este, determina-o depois pela perfeição da linha circular sobre a linha reta, chamando aquela perfeita e esta imperfeita; imperfeita, porque se é infinita, falta-lhe o fim e o término; se é finita fora dela existe alguma coisa na qual ela pode ser prolongada (GALILEU, 2001, p. 98).

O movimento em Aristóteles é uma inclinação impressa na natureza constitutiva das coisas e, assim sendo, o movimento de um corpo particular cumpre sempre uma função pré-determinada, marcada em sua essência. No caso, por exemplo, de um corpo constituído do elemento terra, o fim de seu movimento é o seu lugar já determinado por natureza, ou nas palavras de David Ross: “O movimento de um corpo para seu próprio lugar é o movimento até sua própria forma. Faz parte da natureza intrínseca da terra o estar no centro do universo, e, em consequência, não pode encontrar repouso antes de aí ter chegado” (ROSS, 1987, p. 106). Cada elemento tem sua região ou local natural, e, desta forma, um corpo constituído do elemento fogo tenderá o mais brevemente possível voltar ao seu lugar natural na extremidade do côncavo lunar:

E no caso de todo corpo suscetível de deslocamento, terá que deslocar-se, se não impedido, na direção que impõe sua natureza, ou sempre para abaixo, se seu movimento natural é para baixo, como no caso da terra, ou para cima, se é o fogo [...] (*Física*, IV, 216a 30-34).

É importante esclarecer que a natureza para Aristóteles procura sempre o caminho mais simples e breve para conduzir o corpo ou elemento ao seu lugar próprio. Por isso

Aristóteles constata que a linha reta é eleita pela natureza a que mais rapidamente transporta um corpo ao seu lugar natural¹⁰.

Para o filósofo grego todos os movimentos simples naturais presentes no *cosmos* se remetem a um único centro (homocêntrico); isto significa que, ou são movimentos retos em direção ao centro (Terra/universo) ou partem dele, ou, ainda um terceiro tipo, o movimento é circular em torno do centro. A primeira classe de movimento cabe aos elementos pesados como a terra e a água, a segunda pertence aos elementos naturalmente leves como o ar e o fogo, a terceira compete apenas aos objetos celestes, em razão de aparentemente serem incorruptíveis. Todas estas três classes de movimentos simples estão relacionadas ao conceito de lugar natural. O universo para Aristóteles é finito, as estrelas e os planetas estão encerrados numa esfera cristalina. Esta esfera finita, que é o universo aristotélico, possui um centro, que, como já comentamos, coincide com o centro da Terra. Os lugares naturais são determinados a partir desta estrutura finita, de modo que as direções “em baixo”, “em cima”, “à direita” e “à esquerda” são consideradas únicas e absolutas. Nesse sentido, o centro da Terra seria o “em baixo” absoluto e, por outro lado, o côncavo lunar seria o “em cima” com respeito à região sublunar. Todos os elementos vão possuir um lugar natural nessa estrutura finita conforme a sua natureza substancial ou, mais especificamente, irão se posicionar no *cosmos* segundo a gravidade ou leveza que possuírem. A terra, por exemplo, enquanto elemento, é o mais grave (pesado) entre todos que compõem o universo e por esta razão sua natureza inclina-se a ocupar o lugar mais “abaixo” no *cosmos*.

O primeiro argumento apresentado em *De Caelo* favorável à dicotomia céu-Terra tem como base de sustentação a concepção de que o círculo é superior à linha retilínea e que esta superioridade é transmitida também aos elementos móveis sobre tais linhas. Como o

¹⁰ “[...] os elementos e os corpos por eles compostos são constantemente arrastados das suas posições naturais. Mas isso implica a aplicação de uma força; um elemento resiste à deslocação e, uma vez deslocado, tem a tendência para retornar a sua posição natural pelo caminho mais curto”. (KUHN, 2002, p. 101).

movimento é uma tendência natural e, para Aristóteles, os corpos simples se deslocam necessariamente sobre as linhas simples, seria razoável supor que, se um corpo move-se naturalmente sobre a linha retilínea, os atributos desta fossem também outorgados ao móvel. O filósofo grego considera a linha retilínea imperfeita por levar ou a um movimento incompleto (se infinito) ou a um movimento finito, pois se fosse infinito seria um empreendimento para o qual se é impossível atingir e, por outro lado, se fosse finito teria um término. A ideia de perfeição, nesse contexto, tem o sentido de completo e contínuo; desse modo, o movimento retilíneo não é perfeito, uma vez que ele se esgota (é descontínuo) ou não tem nenhuma finalidade. De modo oposto, a linha circular é completa e acabada, única entre as linhas simples que podem garantir a eternidade do movimento, pois cada instante sobre a circunferência é o “início” e o “término” do seu movimento,

[...] na translação [circular] não há um “de onde” nem um “para onde” nem um meio; com efeito, não há nela princípio nem limite nem ponto médio: pois é eterna no tempo, [a translação circular] volta sobre si mesma em longitude e sem solução de continuidade; de modo que, se sua translação não possui clímax, tampouco possuirá irregularidade; pois a irregularidade surge da retardação e da aceleração (*De Caelo*, II, 6, 288a 24-28).

Na filosofia aristotélica o círculo é extremamente valorizado e criteriosamente utilizado na diferenciação da natureza celeste-imperecível da natureza elementar-corruptível, em razão de Aristóteles considerar a linha circular perfeita, e a única, entre as linhas simples, adequada às exigências próprias da substância celeste. Essas exigências são a regularidade dos movimentos celestes e a aparente incorruptibilidade do céu. Aristóteles destaca em *De Caelo* a perfeição do círculo sobre a linha reta:

Com efeito, o perfeito é por natureza anterior ao imperfeito; ora, o círculo entra na classe das coisas perfeitas, enquanto a linha reta não é, em nenhum caso, perfeita: não é perfeita, com efeito, nem a linha reta infinita, nem qualquer linha reta finita (*De Caelo*, I, 2, 269a 19-23).

Na mesma obra o filósofo grego argumenta que, se existem por natureza corpos simples (elementos) com movimentos sobre linhas retilíneas (simples), deve existir igualmente um outro corpo simples dotado por natureza do movimento circular (simples):

É necessário, por conseguinte, que o movimento circular, uma vez que para os elementos é contra a natureza [violento], seja conforme a natureza de alguma outra substância [...] se o deslocamento através do círculo é natural em alguma coisa, está claro que haverá algum corpo, entre os simples e primários, no qual seja natural que, assim como o fogo se movimenta para cima e a terra para baixo, que ele o faça naturalmente em círculo (*De Caelo*, I, 2, 269a 36–269b 6).

Para o filósofo grego, este corpo simples possuidor de movimento circular deve ser tão perfeito e excelente como é a linha sobre o qual descreve o seu movimento. Se este movimento não pode ser encontrado entre os elementos sublunares, o filósofo grego termina por concluir que este corpo simples só pode, por consequência, ser compatível com a natureza perfeita e excelente da região celeste. Tradicionalmente este corpo simples ficou conhecido pelos seguintes nomes: Éter ou quintessência.

Como foi dito, a partir das diferenças entre os movimentos retilíneos e circulares e entre suas respectivas substâncias é que Aristóteles estabelece a diferença entre as regiões celeste e sublunar. Cada região possui atributos completamente opostos aos da outra, sendo a celeste incorruptível e eterna; a elementar ou sublunar, por sua vez, é corruptível e perene. Todos esses atributos são deduzidos a partir das características geométricas do movimento, de modo que o movimento circular por ser contínuo e completo garante a eternidade do movimento e consequentemente do móvel. De modo oposto, o movimento retilíneo por ser um movimento incompleto¹¹ não conferiria eternidade ao movimento e muito menos ao

¹¹ Significa simplesmente que o movimento não pode ser contínuo, completo, “acabado”; e, portanto, não pode durar eternamente.

móvel. São estas distinções que Galileu empenha-se em descaracterizar na *Primeira Jornada do Diálogo*.

O segundo argumento que Aristóteles emprega para sustentar a dicotomia céu-Terra está ancorado na teoria da mudança apresentada na sua *Física*. Nesta obra o filósofo grego estabelece que qualquer mudança, seja ela entendida como alteração, geração ou corrupção, é possível tão somente na ação de contrários em um mesmo substrato. Isto significa que, não existindo contrários em um mesmo substrato, tal ente não poderá sofrer nenhuma mudança (impassibilidade).

As gerações e as corrupções que acontecem na região sublunar são ocasionadas pelos movimentos retilíneos, ascendentes e descendentes, que são contrários; e, na região supralunar, em que se encontra exclusivamente o movimento circular, não haveria qualquer tipo de geração ou corrupção, pela ausência, por assim dizer, de qualquer tipo de movimento contrário ao circular. Além dos movimentos descritos sobre linhas contrárias, existem outros tipos de contrariedades que podem ser encontradas na região terrestre e que, de modo oposto, não poderiam ser observadas na região celeste, das quais podemos citar: leve e pesado, e quente e frio. Estas contrariedades, segundo Aristóteles, estão presentes unicamente nos corpos elementares; assim: um bloco de gelo, que é pesado, se desloca com movimento retilíneo para baixo, e, de modo oposto, o fogo, que é leve, se dirige perpendicularmente para cima. Deste modo, a natureza, segundo o filósofo grego, conduz suas finalidades, e por isso faz, ausente de contrariedades, aquilo que deve ser por natureza eterno e imperecível, isto é, os corpos celestes; e atribui contrários no local em que devem existir as gerações e as corrupções, ou seja, na região sublunar¹². Em suma, na região celeste não há gerações e corrupções pelo simples fato de não existir a ação de contrários, nem em qualidade nem em

¹² [...] por não haver tampouco nenhum movimento contrário à translação em círculo, parece justo que a natureza libere da ação dos contrários, o que deve ser inengendrável e indestrutível. (*De Caelo*, I, 3, 270a 20-22).

quantidade e tampouco em relação a tendências opostas de movimento. E, por outro lado, na região sublunar há quatro elementos contrários entre si, tanto em nível qualitativo como em nível quantitativo e com inclinações de movimento opostas entre si.

Podemos perceber no segundo argumento aristotélico favorável à dicotomia céu-Terra a existência de uma articulação íntima com a classificação aristotélica dos movimentos naturais simples que expomos no início deste capítulo. Sem tal classificação dos movimentos, o princípio de que as gerações e as corrupções ocorrem em razão principalmente dos movimentos contrários perde sua força como critério que diferencia o *cosmos* em duas regiões ontologicamente distintas. Se os movimentos retilíneos ou circulares deixam de ser uma exclusividade deste ou daquele corpo — um objeto celeste com movimento retilíneo ou um objeto terrestre com movimento circular — não haveria razão para sustentar a incorruptibilidade celeste a partir da perfeição do movimento circular ou da ausência de movimentos contrários. Galileu está convencido de que o *cosmos* heterogêneo está apoiado sobre a distinção aristotélica dos movimentos locais em retilíneos e circulares e da correspondência destes com a natureza específica das substâncias que compõem o universo. Devido a esta convicção, o físico pisano empenhar-se-á ao longo da *Primeira Jornada* na tarefa de romper com estes argumentos e com os princípios pelos quais estão fundamentados. Por esta razão Galileu declara, através do personagem Salviati, que, “Se, de algum modo, no que foi estabelecido até aqui descobrir-se uma deficiência, poder-se-á razoavelmente duvidar de todo o restante, que sobre isso for construído” (GALILEU, 2001, p. 98).

O terceiro e último argumento que Aristóteles apresenta em defesa da incorruptibilidade celeste está ancorado nos sentidos e, portanto, é empírico. A ausência de gerações e corrupções na região celeste é corroborada pelos sentidos, pois, segundo o filósofo grego, nunca foi observado e nem relatado pelas gerações passadas qualquer espécie de mudança (geração, corrupção ou alteração) na região celeste:

Isto [a incorruptibilidade do céu] pode ser concluído também com bastante clareza a partir da sensação, por mais que se remeta a uma crença humana; uma vez que em todo o tempo transcorrido, de acordo com as recordações transmitidas de uns para os outros, nada parece ter mudado, nem no conjunto do último céu, nem em nenhuma das partes que lhe são próprias (*De Caelo*, I, 3, 270b 12-16.)

Como veremos no terceiro capítulo da presente dissertação, Galileu consegue apresentar evidências contra este último argumento, apesar, é claro, da forte resistência dos oponentes à aceitação dos dados obtidos através do telescópio. As críticas galileanas aos dois primeiros argumentos (a perfeição do movimento circular e a ausência de contrários na região celeste) serão expostas no próximo capítulo.

Neste primeiro capítulo apresentamos um esboço geral da filosofia natural aristotélica, tal procedimento possibilita uma base conceitual para compreendermos as críticas realizadas por Galileu à dicotomia céu-Terra. Foram expostos brevemente os três argumentos aristotélicos favoráveis a incorruptibilidade do céu: 1º) a excelência do movimento circular sobre o movimento retilíneo; 2º) Ausência de contrários na região celeste; e, 3º) a não observação de gerações e corrupções na esfera celeste.

CAPÍTULO II

CRÍTICAS À CONCEPÇÃO ARISTOTÉLICA DE MOVIMENTO NATURAL

O objetivo principal deste capítulo é apresentar as críticas à concepção aristotélica de movimento natural desenvolvidas por Galileu ao longo da *Primeira Jornada do Diálogo* e que são fundamentais para o rompimento com a cosmologia dualista. Como já mencionamos nas páginas precedentes, a concepção de movimento natural do filósofo grego é um dos obstáculos para a aceitação dos movimentos de rotação e translação da Terra. O grande entrave da concepção aristotélica ao copernicanismo reside em que ela postula que cada elemento presente no *cosmos* possui por natureza uma única tendência específica de movimento. Em consequência disso, na filosofia aristotélica, o elemento terra e o globo terrestre em sua totalidade não poderiam ter outro movimento senão aquele que lhes é natural e próprio (retilínea para o centro). A partir disto, Galileu concentrará suas forças para descaracterizar a definição aristotélica de movimento na medida em que é entendido como um processo que envolve a natureza daquilo que está em movimento. Na *Primeira Jornada*, esta crítica tem como função dissolver a dicotomia céu-Terra, a partir do ataque à classificação aristotélica dos movimentos em retilíneos e circulares, e ao paralelo que estes movimentos têm com as substâncias que compõem o universo.

Na primeira secção, intitulada “Natureza e movimento”, discutiremos a importância do movimento e sua função no interior da filosofia da natureza de Aristóteles, definindo também o conceito de movimento e os vários sentidos que o filósofo grego lhe atribui. Além da exposição dos conceitos aristotélicos, esta secção apresentará as críticas mais gerais de Galileu à concepção de movimento de Aristóteles.

Na última secção, intitulada “Movimento e ordem”, apresentaremos as principais críticas do físico pisano aos movimentos naturais. Esta crítica tem como ponto de partida a ideia de ordem, uma vez que Galileu, a partir da exigência de um universo perfeitamente ordenado, mostra que o movimento retilíneo seria impossível naturalmente à Terra como um todo. Deste modo, empenhar-se-á em defender que, em um mundo ordenado, seria muito mais plausível que a Terra e os demais corpos integrais possuíssem por natureza o movimento circular.

2.1 NATUREZA E MOVIMENTO

Em Aristóteles existe uma forte relação entre as noções de natureza e de movimento e por isso seria difícil para Galileu, ao buscar romper com a concepção aristotélica de movimento, que conseguisse se manter isento de abordar a própria ideia de natureza do filósofo grego. Desta forma, o físico pisano esforça-se na tentativa de descaracterizar a concepção aristotélica de que a natureza é princípio de movimento. Para percebermos a importância do movimento na filosofia da natureza do filósofo grego basta tomarmos uma passagem do início do livro III da *Física*:

A natureza é um princípio de movimento e de mudança, e nosso estudo versa sobre a natureza, não podemos deixar de investigar o que é o movimento; porque se ignorássemos o que é, necessariamente ignoraríamos também o que é a natureza (*Física*, III, 1, 200b 10-15).

O movimento, a partir das palavras de Aristóteles, ocupa um lugar central no estudo da natureza; ignorá-lo seria o mesmo que ignorar o que é a natureza. Mas, poderíamos perguntar: O que é o movimento? E por que ele possui um *status* tão importante na natureza? Para responder à primeira questão, mesmo que, a princípio, de maneira geral, temos que deixar claro por um lado que o movimento em Aristóteles não se resume unicamente ao deslocamento. Movimento para o filósofo grego são também as alterações, gerações e corrupções. Em outras palavras, o movimento é, em sentido amplo, mudança (*metabolé*). A partir dessa definição mais geral de movimento podemos responder à segunda questão. O movimento seria “aquilo” que faz com que o ente natural seja de fato natural; assim, os corpos naturais são como tais quando por natureza possuem em si mesmos um princípio de movimento. Todo o processo na natureza, desde o simples florescimento de uma flor ou o crescimento de um ser humano, dependeria, assim, da atuação do movimento. Esta afirmação pode ser dita, pois, para o filósofo grego, o movimento é “[...] a atualização do potencial, quando ao estar atualizando-se opera não enquanto ao que é em si mesmo, senão enquanto é móvel”. (*Física*, III, 1, 201a 25-30). Isto é, o movimento tem papel fundamental na natureza por tratar-se de um princípio operativo que atualiza as potencialidades dos entes. Aqui a discussão insere dois conceitos aristotélicos fundamentais para compreendermos a passagem anterior: o *ato* e a *potência*. Ato e potência são dois conceitos que mutuamente se relacionam. Em linhas gerais poderíamos definir o ato como aquilo que determinada coisa é aqui e agora. Por outro lado, o conceito de potência poderia ser definido como aquilo que algo pode vir a ser, isto é, a possibilidade de ser algo. A semente, por exemplo, em ato é semente (aqui e agora), porém, tem em si a potência ou a possibilidade de vir a ser uma árvore. É óbvio, contudo, que essa potência somente se efetivará, isto é, se atualizará na concordância de determinados fatores que possibilitarão que a semente se torne árvore, tais como: quantidade de luz, quantidade de água, quantidade de nutrientes etc. O conceito de movimento se

relaciona com o ato e a potência, na medida em que o movimento (*metábole*) seria o processo de atualização, ou seja, o processo do ato até a consumação de determinada potência. O movimento natural pode diferenciar os entes naturais dos objetos produzidos pelos homens, uma vez que

Todas estas coisas [os elementos, plantas, animais] parecem diferenciar-se das que não estão constituídas por natureza [as produções humanas], porque cada uma delas tem em si mesma um princípio de movimento e repouso, seja com respeito ao lugar ou ao aumento ou a diminuição ou a alteração (*Física*, II, 1, 192b 11-14).

Todavia, a definição aristotélica de natureza não se limita somente ao movimento, e Aristóteles inclui o estado de repouso à definição: “Porque a natureza é princípio e causa de *movimento* ou de *repouso* na coisa na qual pertence primariamente e por si mesma, não por acidente.” (*Física*, II, 1, 192b 20-23; grifos nossos). Se tomássemos a definição de natureza estritamente como movimento, muitos entes não poderiam ser enquadrados como naturais, tais como os corpos em repouso ou os corpos celestes¹³.

Galileu se apodera dos próprios conceitos aristotélicos e, por meio de recursos argumentativos e retóricos, procura desacreditar as definições peripatéticas aos olhos de seu leitor. A tática seria converter o leitor ao copernicanismo a partir de um rompimento gradativo em relação à filosofia natural de Aristóteles. No trecho a seguir, o personagem Sagredo busca implantar dúvidas quanto à definição aristotélica de natureza como princípio (exclusivo) de movimento,

Para minha satisfação, começastes por dizer-me que o corpo natural é por natureza móvel, tendo sido definido em outro lugar que a natureza é princípio de movimento. Neste ponto, tive uma pequena dúvida; a saber, por

¹³ “[...] em seu movimento (o circular) procede sempre em torno a um centro e não em direção a um ponto extremo; e como o centro permanece estacionário, o todo está em certo sentido sempre em repouso e em outro continuamente em movimento.” (*Física*, VIII, 9, 265b 6-9).

que razão Aristóteles não disse que dos corpos naturais alguns são móveis por natureza e outros imóveis, posto que na definição é dito ser a natureza princípio de movimento e de repouso; que, se todos os corpos naturais contêm o princípio de movimento, ou não se devia colocar o repouso na definição de natureza [...] (GALILEU, 2001, p. 95).

A estratégia do físico pisano consiste em indicar, como veremos detalhadamente nas páginas seguintes, que certos movimentos naturais, como o retilíneo para o centro dos corpos constituídos por terra ou água, são próprios de tais corpos enquanto estão afastados dos seus lugares naturais. E, tendo chegado a seus lugares próprios, não haveria outro estado, senão o repouso, que fosse mais conveniente para manter a ordem. É óbvio, entretanto, que a adesão de Galileu, principalmente no início da *Primeira Jornada*, a certas definições aristotélicas (como a de lugar natural) pode ser entendida como um recurso estratégico para persuadir aqueles que interpretam os fenômenos físicos a partir da filosofia natural de Aristóteles. Sabendo de toda a carga persuasiva pela qual Galileu intencionalmente elaborou o *Diálogo*, não podemos aceitar, portanto, sem ressalvas, a imagem que o físico italiano quer que o leitor tenha da filosofia aristotélica. O físico pisano quer, através do personagem Sagredo, deixar no ar uma atmosfera de dificuldades, como se Aristóteles ora dissesse uma coisa ora dissesse outra. No caso, Sagredo questiona por que o filósofo grego afirma que a natureza é princípio de movimento se existem corpos naturais que se encontram a maior parte do tempo em repouso. Se recorrermos ao livro VIII da *Física*, veremos que Aristóteles responde a essa objeção:

Além disso, a terra e cada um dos outros corpos permanecem necessariamente em seus lugares próprios, dos quais somente por violência são movidos. Logo, se algumas destas coisas estão em seus lugares próprios, então, com respeito ao lugar, também não se pode dizer que todas as coisas estão (sempre) em movimento (*Física*, VIII, 3, 253b 33 – 254a 02).

As críticas empreendidas por Galileu contra a concepção de movimento e de natureza do filósofo grego na *Primeira Jornada*, como já foi reiterado em outras ocasiões, têm o

objetivo principal de “desconectar” o movimento das coisas. Pois o movimento em Aristóteles é entendido como um princípio inerente aos entes. E, a partir desta concepção, o movimento e o repouso podem ser caracterizados como processos diametralmente opostos que envolvem e afetam o ser e a natureza do ente¹⁴. Esta caracterização do movimento impede de certo modo o tratamento matemático e geométrico que Galileu propõe ao movimento. Estas particularidades citadas sobre o movimento podem ser esclarecidas se observarmos algumas passagens em que Aristóteles, ainda em sentido amplo, define o que é o movimento: “[...] é evidente que o movimento é a atualidade do potencial enquanto que potencial.” (*Física*, III, 1, 201b 5); e, numa passagem posterior exemplifica: “[...] e esta forma é o princípio e a causa do movimento quando o movente move algo, como por exemplo, o que é atualmente um homem produz um homem do que é homem em potência.” (*Física*, III, 2, 202a 10). O movimento, como foi dito acima, é um processo de atualização de uma determinada potência enquanto ela ainda é uma potência. Por exemplo, o processo de germinação de uma semente em direção a ser efetivamente uma árvore, enquanto ainda não alcançou tal fim, é o que Aristóteles vai entender por movimento, pois ao atingir a efetividade de ser árvore o movimento cessa.

O filósofo grego diferencia na *Física* os vários sentidos que o conceito de movimento pode significar, pois em sentido geral o movimento e as mudanças qualitativas e substanciais se enquadrariam na mesma definição. Voltando ao exemplo do parágrafo anterior, a germinação da semente pode ser entendida como uma mudança (*metabolé*), ou mais especificamente como uma geração (*gênesis*). Para Aristóteles, as gerações e corruptions,

¹⁴ Comentário de Mariconda que explica claramente a passagem: “O ponto-chave dessa crítica [à definição aristotélica de natureza como princípio de movimento] consistirá em considerar que o movimento e o repouso não são *processos* contrários que envolvem o ser e a natureza de um corpo, mas simples *estados relativos* dos corpos que em nada alteram seu ser ou sua natureza.” (GALILEU, 2001, p. 572; grifos do autor).

enquanto mudanças substanciais, não se enquadrariam como movimento (*kinésis*), mas sim como *metábole*:

[...] todo movimento é mudança, e já foi dito que só há três classes de mudanças, e uma vez que as mudanças segundo a geração e a corrupção não são movimentos, senão mudanças por contradição, se segue então que só a mudança que seja de um sujeito a um sujeito pode ser movimento (*Física*, V, 1, 225a 34 – 225b 02).

Apesar de Galileu, no início¹⁵ da *Primeira Jornada*, concentrar suas críticas, principalmente, à concepção aristotélica de movimento local (*phorá*), o movimento enquanto mudança substancial não deixa de ser um obstáculo à dissolução da dicotomia céu-Terra, uma vez que, ainda na *Primeira Jornada*, as discussões convergem para as gerações e corrupções (mudanças substanciais) e para as mudanças qualitativas e quantitativas. Veremos no terceiro capítulo a importância das críticas realizadas ao conceito de movimento natural, em razão do fato de elas estarem na base dos argumentos contra a tese aristotélica da incorruptibilidade do céu. O movimento não substancial (*kinésis*), em sentido genérico, pode ser compreendido, em Aristóteles, como mudanças não essenciais, isto é, mudanças ou movimentos que não envolvem a geração ou a destruição no âmbito substancial. Neste sentido, haveria apenas três classes de movimentos, segundo as categorias de quantidade, qualidade e lugar, que, respectivamente, equivaleriam aos seguintes movimentos: aumento e diminuição, alteração e movimento local. Não obstante, convém ressaltar que estas terminologias empregadas por Aristóteles podem variar de contexto para contexto (cf. ARISTÓTELES, 2009, p. 201); por isso, não pretendemos apresentar aqui definições invariáveis destes termos, mas apenas indicar uma conceituação mais geral que auxilie o presente estudo da crítica galileana à concepção aristotélica de movimento natural.

¹⁵ Cf. nota 2.

Dentre os tipos de movimentos apresentados anteriormente, o movimento local (*phorá*) possui um *status* superior aos demais na filosofia natural de Aristóteles. Primeiramente, porque o movimento local é o que menos afeta o Ser daquilo que se move, uma vez que “[...] não há nenhuma necessidade de que o que está em movimento local seja aumentado ou alterado, nem que tenha que gerar-se ou destruir-se [...]” (*Física*, VIII, 7, 260b 26). Em segundo lugar, o movimento local, a partir do que já foi considerado, é o movimento, por excelência, das coisas eternas e bem constituídas¹⁶. Assim, o movimento local seria o único movimento exequível para os corpos celestes, em razão de não modificar substancialmente o móvel, já que para Aristóteles tais corpos são incorruptíveis e bem constituídos.

Para Galileu, o grande entrave que a *Física* aristotélica exerce sobre a posição copernicana reside na hierarquização e na diferenciação em classes do conceito de movimento. Como foi citado no parágrafo anterior, entre os tipos de movimentos, o local é anterior e superior aos outros em razão de não afetar substancialmente o móvel. No entanto, essa hierarquização e essa diferenciação dos movimentos não se restringem unicamente à distinção de quais tipos de mudanças podem ser considerados ou não como movimento, pois, além disso, Aristóteles subdivide o próprio movimento local em subclasses e nesta nova diferenciação haverá movimentos anteriores (mais completos) que outros. O movimento local, em um primeiro momento, será dividido em movimentos circulares e retilíneos, sendo que estes últimos se subdividirão em retilíneos para cima e para baixo. Nesta nova diferenciação, o movimento circular, em argumentação semelhante à realizada no caso da primazia do movimento local, será considerado anterior ao retilíneo, uma vez que a linha circular é a única que pode manter o movimento perpétuo, por exemplo, dos corpos celestes.

¹⁶ “Além disso, o movimento local é o primeiro temporalmente, pois é o único movimento possível para as coisas eternas.” (*Física*, VIII, 7, 260b 30); e mais adiante: “[...] pois o movimento local é o movimento das coisas já aperfeiçoadas.” (*Física*, VIII, 7, 261a 1).

2.2 MOVIMENTO E ORDEM

A tridimensionalidade do espaço e a ordem do mundo são os primeiros assuntos a serem tratados na *Primeira Jornada*. Tais assuntos são cruciais tanto para a defesa da teoria copernicana por parte de Galileu quanto são fundamentais para a cosmologia e física aristotélicas. Isto se torna evidente se tomarmos como referência o conceito aristotélico de movimento local, dependente que é de uma concepção de *cosmos* em que as principais características são a estrutura ordenada e hierarquizada de mundo. Já para o físico pisano, o conceito de ordem (também em sentido cosmológico) é o ponto de partida para as críticas à dicotomia céu-Terra, desenvolvidas ao longo da *Primeira Jornada*. Galileu estrategicamente inicia o *Diálogo* se posicionando favoravelmente a uma concepção de “universo perfeitamente ordenado”, adotada, como veremos no decorrer desta secção, com o intuito de enfraquecer a argumentação aristotélica.

Como já mencionamos anteriormente, a exposição de Galileu, de modo geral, no início desta jornada, segue os argumentos apresentados por Aristóteles em *De Caelo*. A opção por sincronizar o debate dos personagens com os argumentos de *De Caelo* não pretende unicamente proporcionar uma exposição em que paulatinamente cada argumento é contraposto e rejeitado, mas, além disso, esta estrutura se enquadra em uma estratégia sutil desenvolvida por Galileu para realizar a crítica à dicotomia céu-Terra a partir dos próprios conceitos aristotélicos. Esta estratégia efetiva-se, em linhas gerais, na forma de procedimentos retórico-argumentativos cuja função principal é a de familiarizar e, ao mesmo tempo, convencer o leitor que se encontra imerso na visão aristotélico-ptolomaica. Esses procedimentos são importantes, uma vez que o seu leitor está inserido em uma determinada

linguagem¹⁷ e visão de mundo em relação à qual a linguagem e concepção de mundo de Galileu são diferentes. Por esta razão, cabe chamar novamente a atenção para este elemento característico do texto sobre qual abordamos: a retórica. Em grande parte da *Primeira Jornada* os argumentos galileanos apresentam-se permeados de recursos retórico-persuasivos, de tal modo que seria difícil e ao mesmo tempo perigoso negligenciá-los. Como adverte Willian Shea, “Galileu aproveitava ao máximo estas técnicas [retóricas], e é importante ter em mente quando avaliamos seus argumentos, pois, com grande frequência, se citam passagens do *Diálogo* sem suficiente consciência crítica do seu conteúdo altamente retórico.” (SHEA, 1983, p. 141).

No primeiro capítulo do livro I de *De Caelo*¹⁸, Aristóteles nos apresenta as causas da tridimensionalidade do espaço. Como resultado desta argumentação conclui que os corpos possuidores das três dimensões são perfeitos¹⁹. O físico pisano expõe nas primeiras linhas da *Primeira Jornada* esta argumentação inicial presente em *De Caelo*, de forma compilada, através do personagem Salviati:

O primeiro passo do desenvolvimento peripatético é aquele em que Aristóteles prova a integridade e a perfeição do mundo ao mostrar-nos que ele não é uma simples linha nem uma superfície pura, mas um corpo composto de comprimento, largura e profundidade; e porque as dimensões não são mais que três, tendo-as, ele as tem todas, e tendo tudo, é perfeito (GALILEU, 2001, p. 89).

A passagem anterior é o início de uma série de críticas ao emprego do termo perfeição pelos aristotélicos, que Galileu faz reiteradamente ao longo da *Primeira Jornada*. Segundo

¹⁷ Queremos com o termo *linguagem* representar a base teórico-conceitual que um determinado indivíduo possui e a partir da qual estabelece como ponto de partida para expressar determinados juízos. Neste caso específico, por exemplo, poderíamos dizer que a base teórica pela qual os contemporâneos de Galileu avaliam a teoria copernicana está ancorada na filosofia aristotélica.

¹⁸ *De Caelo* I 1, 268a-268b-10

¹⁹ “[...] cada um dos corpos, enquanto partes, são igualmente perfeitos em virtude deste raciocínio, pois possuem todas as dimensões. (*De Caelo* I 1, 268b 6).

Mariconda, o termo perfeição em Aristóteles (*teleios*) tem mais o sentido de “completo” do que de “melhor” ou “superior”, e nestas primeiras passagens Galileu intencionalmente usa o termo perfeição no sentido de melhor e superior com o objetivo de ridicularizar a argumentação aristotélica de Simplicio, como podemos observar nos trechos a seguir:

Simplicio - Faltam belíssimas demonstrações no 2º, 3º e 4º textos, depois da definição do contínuo? Não tendes, em primeiro lugar, que além das três dimensões não existe outra, porque o três é cada coisa e o três está em todas as partes? E isso não está confirmado pela autoridade e pela doutrina dos pitagóricos, que dizem que todas as coisas são determinadas pelos três, princípio, meio e fim, que é o número do todo? E como deixar de lado a outra razão, ou seja, que quase por lei natural esse número é usado nos sacrifícios aos Deuses? E que, seguindo assim, atribui-se às coisas que são três, e não menos, o título de todas? Porque de duas se diz ambas, e não se diz todas; mas de três, diz-se isso. E toda essa doutrina está no 2º texto. Depois, no 3º, *ad plenior scientiam*, lê-se que cada coisa, o todo e o perfeito são formalmente o mesmo; e que por isso somente o corpo entre as grandezas é perfeito, porque só ele está determinado pelo 3, que é o todo, e sendo divisível de três modos, é divisível em todas as direções; porém das outras, algumas são divisíveis de um modo, e outras de dois, porque segundo o número que lhes foi atribuído, assim possuem a divisão e a continuidade; e assim aquela é contínua numa direção, esta em duas, mas aquele, ou seja, o corpo, em todas. Além disso, no 4º texto, depois de algumas outras doutrinas, não prova ele mesmo com outra demonstração, ou seja, que não se efetuando a passagem a não ser por alguma falta (e desse modo da linha passa-se à superfície, porque à linha a largura), e sendo impossível que ao perfeito falte, sendo ele em todas as direções, não se pode desse modo passar do corpo a outra grandeza? Ora, considerando tudo isso, não vos parece ele ter provado suficientemente como, para além das três dimensões, comprimento, largura e profundidade, não se dá passagem a outra, e que assim o corpo, que as tem todas, é perfeito? (GALILEU, 2001, p. 90).

E, logo em seguida, a resposta de Salviati:

Salviati — Para dizer a verdade, em todos esses argumentos não me sinto forçado a conceder outra coisa que aquilo que tem princípio, meio e fim possa e deva considerar-se perfeito; mas que depois, porque princípio, meio e fim são 3, o número 3 seja um número perfeito e tenha que ter a faculdade de conferir ao que o possuir, não sinto nada que me obrigue a admiti-lo; e não compreendo, nem acredito que, por exemplo, para as pernas o número 3 seja mais perfeito que o número 4 ou o 2; nem sei que o número 4 seja imperfeito para os elementos e que seria mais perfeito se fosse 3. (GALILEU, 2001, p. 91).

A passagem anterior (fala de Simplicio) é um exemplo de como Galileu intencionalmente parafraseia o texto aristotélico de tal modo a deixá-lo de forma simples e ingênua, a ponto de em muitas vezes transparecer um tom de zombaria. Embora possamos encontrar os elementos expostos na argumentação de Simplicio ao recorrermos ao Livro I de *De Caelo*, a argumentação de Aristóteles é muito mais elaborada (cf. *De Caelo*, I, 1, 268a 1 – 268b 10). Este tipo de paráfrase simplificada e caricaturizada faz parte de uma estratégia própria do *Diálogo* de tornar as teses peripatéticas simplórias e ingênuas aos olhos do leitor. Além disso, passagens como esta pretendem atacar o princípio de autoridade muito comum, de acordo com Galileu, entre os aristotélicos de sua época. Como deixa bem claro o físico pisano no prefácio do *Diálogo*:

[...] tomei no discurso a parte copernicana, procedendo por pura hipótese matemática, procurando por todo tipo de caminho artificioso representá-la superior, não àquela da imobilidade da Terra tomada absolutamente, mas àquela que é defendida por alguns que, da profissão peripatética, retêm apenas o nome, contentes de adorar sem rodeios sombras, não filosofando por experiência própria, mas somente com a lembrança de quatro princípios mal compreendidos (GALILEU, 2001, p. 86).

Apesar do sentido nitidamente retórico das passagens anteriores, nesta discussão aparentemente ingênua podemos perceber, à medida que avançamos na *Primeira Jornada*, as reais intenções destas digressões e isto se evidencia algumas páginas à frente, quando Salviati faz a seguinte declaração:

[...] do que ele [Aristóteles] disse até aqui, concordo com ele e admito que o mundo seja um corpo dotado de todas as dimensões e, por isso mesmo, perfeitíssimo; e acrescento que como tal é necessariamente ordenadíssimo, ou seja, formado de partes dispostas entre si com máxima e perfeitíssima ordem [...] (GALILEU, 2001, p. 99).

Na passagem anterior Galileu manifesta sua exigência de que o mundo seja “como tal [...] necessariamente ordenadíssimo”. Poderíamos enquadrar esta tomada de posição realizada

pelo físico pisano como fazendo parte da estratégia²⁰ geral da *Primeira Jornada*, cuja finalidade é, sem dúvida, romper com a classificação aristotélica dos movimentos naturais em retilíneos e circulares e sua respectiva função na manutenção da dicotomia céu-Terra. O posicionamento favorável a um mundo “ordenadíssimo” proporciona a Galileu um lugar comum com a cosmologia aristotélica, de tal modo que durante a *Primeira Jornada* o físico pisano possa utilizar tal ponto em comum como argumento favorável à sua crítica à concepção aristotélica, requerendo dos seus adversários a fidelidade às exigências e princípios afirmados por estes. Se inserirmos este posicionamento no contexto geral da trama desta jornada, veremos que esta adesão galileana tem uma função estratégica e retórica. Embora possamos observar tal função, Galileu parece realmente compartilhar de uma concepção de mundo em que a ordem e a harmonia são noções fundamentais e isto não é mero elemento persuasivo, pois o físico pisano como defensor do copernicanismo se aproxima da argumentação de Copérnico nas *Revoluções*:

Por isso é que o movimento de um corpo simples é simples (isto verifica-se particularmente no movimento circular), dado que o corpo simples permanece na sua posição natural e na sua unidade. Quando está nesta posição não pode ter nenhum outro movimento exceto o circular, pois que o corpo simples permanece totalmente em si mesmo como um corpo em repouso. O movimento retilíneo manifestar-se-á nos objetos que abandonam a sua posição natural ou são arrastados para fora dela ou de qualquer modo de lá saem. Mas nada repugna tanto a toda a ordenação e forma do Universo como existir qualquer coisa fora do seu lugar. Daqui resulta que o movimento retilíneo só ocorre nos corpos que não se encontram no seu próprio estado nem em harmonia perfeita com a sua natureza e que estão privados de sua unidade (COPÉRNICO, 1984, p. 42).

²⁰ Comentário esclarecedor de Mariconda sobre a adesão de Galileu a certos argumentos aristotélicos: “[...] ainda assim passagens como esta, que são frequentes no início da *Primeira Jornada*, podem ser interpretadas como fazendo parte da estratégia retórica de neutralizar a oposição dos aristotélicos, utilizando seus próprios argumentos em favor da tese da naturalidade dos movimentos terrestres de rotação e translação. Em outras palavras, há uma adesão tática a certas suposições e argumentos aristotélicos em vista da estratégia geral de defesa da tese da mobilidade da Terra.” (GALILEU, 2001, p. 582).

É claro que existe uma diferença de conteúdo entre as argumentações de Galileu e de Copérnico. Este último, apesar da evidente crítica à aplicação do movimento retilíneo ao globo terrestre, parece estar ainda preso aos princípios da *Física* peripatética, tal como em “o movimento de um corpo simples é simples”. O físico pisano, embora se aproprie dos conceitos aristotélicos, tem como objetivo romper com a uma das principais diferenças entre a região celeste e a terrestre, isto é, a exclusividade do movimento circular aos corpos celestes como também a do movimento retilíneo em relação aos corpos sublunares. Tal classificação dos movimentos deve ser prioritariamente diluída²¹ para dar lugar a um universo sem distinções ontológicas, tanto com respeito ao movimento quanto ao lugar. Para enfraquecer esta classificação entre os movimentos retilíneos e circulares, Galileu, a partir da aceitação da tese de que o universo deve ser perfeitamente ordenado, critica a tese aristotélica de que o movimento retilíneo é uma tendência natural dos corpos sublunares. Se o mundo está bem constituído e ordenado, o movimento retilíneo de modo geral serviria ou para desordená-lo ou para que as partes desarranjadas voltassem para seus devidos lugares. Deste modo, Galileu, partindo da própria exigência aristotélica de um universo ordenado²², questiona a exclusividade do movimento retilíneo para os corpos bem constituídos, como a Terra. Na passagem a seguir do *Diálogo*, o físico pisano inicia sua crítica ao papel do movimento retilíneo na filosofia peripatética:

Salviati — [...] pode-se imediatamente concluir que, se os corpos integrais do mundo devem ser por sua natureza móveis, é impossível que seus movimentos sejam retos ou diferentes dos circulares; e a razão é muito fácil

²¹ Como deixa bem claro Mariconda: “A estratégia de Galileu consiste em mostrar que tanto o movimento circular compete à Terra e, portanto, aos corpos da região terrestre, como o movimento reto pode ser encontrado na região celeste.” (GALILEU, 2001, p. 586).

²² A disposição perfeitamente ordenada do *cosmos* é, tanto em Galileu como em Aristóteles, de aceitação comum. Pois, como assinala Koyré: “Todo, ordem cósmica, harmonia: estes conceitos implicam que, no universo, as coisas são (ou devem ser) distribuídas e dispostas segundo uma ordem determinada.” (KOYRÉ, [198-?], p. 24).

e manifesta. Pois aquilo que se move com movimento reto, muda de lugar e, continuando a mover-se, afasta-se sempre mais do ponto de partida e de todos os outros lugares pelos quais vai sucessivamente passando; e se tal movimento naturalmente lhe convém, então desde o início ele não estava em seu lugar natural e, desta forma, as partes do mundo não estavam dispostas em perfeita ordem; mas supusemos que aquelas estavam perfeitamente ordenadas: portanto, é impossível que como tal elas tenham por natureza a propriedade de mudar de lugar e conseqüentemente de mover-se com movimento reto. Além disso, sendo o movimento reto por natureza infinito, porque infinita e indeterminada é a linha reta, é impossível que móvel algum tenha por natureza o princípio de mover-se pela linha reta, ou seja, para aonde é impossível chegar, inexistindo um término predeterminado (GALILEU, 2001, p. 99).

A estratégia de Galileu, neste trecho, se assemelha muito com a presente nos primeiros parágrafos desta jornada. Principalmente por que Galileu propositalmente se utiliza do vocabulário aristotélico para, a partir dele, promover o ataque à exclusividade do movimento retilíneo aos corpos sublunares. Na passagem anterior, este tipo de procedimento é visível no seguinte excerto: “[...] e se tal movimento naturalmente lhe convém, então desde o início ele não estava em seu *lugar natural*.” (GALILEU, 2001, p. 99; grifo nosso). E também quando Galileu “aceita” que “os corpos integrais do mundo devem ser por sua natureza móveis”, ou “admite” que por natureza nenhum móvel pode ter princípio de movimento retilíneo, pois seria um movimento “para aonde é impossível chegar, inexistindo um término predeterminado”. Tais adesões levam a concluir que o único movimento possível em um universo perfeitamente ordenado seria o circular; em outras palavras, num universo perfeitamente arranjado o movimento retilíneo seria inútil ou teria apenas a função de desordená-lo, caracterizando muito mais um movimento violento do que natural. Algumas páginas à frente Galileu conclui:

Desta uniformidade [do movimento circular] e por ser terminado pode-se seguir, ao reiterar sempre as circulações, a continuação perpétua, a qual não se pode naturalmente encontrar em uma linha não terminada e num movimento continuamente retardado ou acelerado; afirmo *naturalmente*, porque o movimento reto que se retarda é o violento, que não pode ser perpétuo, e o acelerado chega necessariamente ao término, se ele existe; e se não existe, não pode nem mesmo existir o movimento, porque a natureza não

move para aonde é impossível chegar. Concluo, portanto, que somente o movimento circular pode naturalmente convir aos corpos naturais integrantes do universo e constituídos na ótima disposição; quanto ao movimento reto, o máximo que se pode dizer, é ter sido atribuído pela natureza a seus corpos e a partes deles, sempre que se encontrassem fora dos próprios lugares, constituídos numa confusa disposição e, por isso, necessitados de reconduzir-se pela linha mais breve ao estado natural (GALILEU, 2001, p. 112; grifo do autor).

Galileu, no trecho anterior, enfatiza que, a partir da própria necessidade de um *cosmos* perfeitamente ordenado, seria equivocado pensar que os corpos integrais²³ do mundo possuísem a tendência natural de se moverem retilineamente. Ao contrário, seria muito mais plausível para Galileu se Aristóteles afirmasse que tal tendência fosse unicamente uma exclusividade das partes desordenadas do todo. Esta última conclusão é a peça-chave para entendermos para onde todos estes argumentos desenvolvidos desde o início desta jornada querem nos levar. Se os movimentos retilíneos em um mundo ordenado tivessem uma função natural, esta seria unicamente a de levar as partes separadas ao todo. Deste modo, o movimento retilíneo para baixo da Terra não seria uma tendência do planeta Terra como um todo, mas apenas de suas partes separadas. Assim sendo, não haveria nenhum problema em supor que o planeta Terra move-se circularmente, uma vez que somente o movimento sobre a linha curvilínea não comprometeria a ordem no universo.

Até aqui Galileu consegue alcançar parcialmente seu objetivo, isto é, o de enfraquecer as distinções aristotélicas e, ao mesmo, abrir um caminho para o movimento circular da Terra. Entretanto, os argumentos até agora expostos concluem somente que o movimento da Terra deveria ser o circular e que ao movimento retilíneo caberia apenas às partes separadas do todo. Isso acontece em virtude de que os argumentos apresentados não conseguiram, ainda, de modo contundente, convencer que a Terra não está imóvel no centro do universo e que suas partes separadas se dirijam para o todo e não para o centro do universo. A estratégia de

²³ Os corpos integrais podem ser entendidos em Galileu como corpos completos; no caso, a Lua, o Sol e os planetas.

Galileu, agora, consiste em mostrar que o centro do universo não passa de um ponto imaginário, sem nenhuma propriedade sobre os corpos:

Vemos que a Terra é esférica e, por isso, estamos seguros que ela tem o seu centro; vemos que para ele movem-se todas as suas partes, que assim é necessário dizer, enquanto seus movimentos são todos perpendiculares à superfície terrestre; entendemos como, ao moverem-se para o centro da Terra, movem-se para o seu todo e para sua mãe universal; e somos depois tão cordatos, para que queiram que nos deixemos persuadir que o instinto natural desses movimentos não é aquele de dirigir-se para o centro da Terra, mas para o centro do universo, o qual não sabemos onde está, nem se existe, e que ainda que existisse, não seria outra coisa que um ponto imaginário e um nada sem nenhuma propriedade (GALILEU, 2001, p. 116).

Antes de comentarmos esta última passagem, convém expormos brevemente a razão do ataque à tese aristotélica da coincidência entre os centros da Terra e do universo. Para isso, devemos recorrer aos textos de Aristóteles: “Pois o dito centro [do universo] é princípio e consiste em algo nobre, embora o centro enquanto lugar tem mais a ver com um fim que com um princípio.” (*De Caelo*, II, 13, 293b 10-13). O centro do universo, para Aristóteles, não é de modo algum um ponto sem propriedade; em verdade, o centro do universo é o “em baixo” absoluto. Isto é, na filosofia aristotélica, os movimentos são determinados em relação a lugares absolutos, cujo centro do universo é um ponto referencial. Deste modo, no *cosmos* aristotélico, as direções são únicas e absolutas:

Estas são as partes ou espécies do lugar, o em cima, o em baixo e o resto das seis direções. Pois bem, estas direções não só são tais em relação a nós, já que para nós uma coisa não está sempre na mesma direção, senão que muda como muda nossa posição, podendo uma mesma coisa estar assim à direita e à esquerda, em cima e em baixo, diante e atrás. Porém na natureza cada uma é distinta, independente de nossa posição, pois o “em cima” não é uma direção casual, senão para onde são levados o fogo e os corpos ligeiros, e da mesma maneira o “em baixo” tampouco é uma direção casual, senão para onde são levados os corpos pesados e terrestres, de maneira que ambas direções diferem não somente com respeito a posição, senão também por um certo poder (*Física*, IV, 1, 208b 12-23).

Como já vínhamos dizendo, o que motiva a crítica de Galileu no trecho anteriormente citado é a tese aristotélica entre a coincidência do centro da Terra com o centro do universo. Para o físico pisano, tal afirmação não pode ser extraída da experiência, uma vez que o movimento de queda de um pedaço de terra não leva a outra conclusão a não ser que este pedaço se movimenta em direção à Terra (o seu todo). Agora, supor que este mesmo pedaço se dirige ao centro do universo é, para Galileu, ir além do que pode ser observado empiricamente. Neste sentido, o argumento do físico pisano pretende romper com a ideia de centro do universo, que é de suma importância na física e na cosmologia aristotélicas. Sem esta ideia de centro, as direções e lugares absolutizados deixam de determinar os lugares naturais e os movimentos que os corpos ou os elementos devem realizar. Assim, o movimento retilíneo para baixo, por exemplo, não seria exclusividade da terra ou da água, pois, como não se dirigem mais para o centro do universo, mas sim para o seu todo, nada impediria que o mesmo pudesse ocorrer com partes separadas da Lua ou de qualquer outro planeta. Galileu conclui seu argumento na passagem seguinte da *Primeira Jornada*:

Ora, se da conspiração concorde de todas as partes da terra para formar seu todo segue-se que todas elas concorrem para aí com igual inclinação e que, para unir-se o mais que seja possível, adaptam-se esfericamente; por que não devemos acreditar que a Lua, o Sol e os outros corpos mundanos sejam, também eles, de figura redonda não por outra razão que por um instinto concorde e pelo concurso natural de todas as suas partes componentes? E destas, se por acaso alguma delas fosse separada de seu todo com violência, não é razoável acreditar que espontaneamente e por instinto natural ela para aí retornaria? E desse modo concluir que o movimento reto concerne igualmente a todos os corpos mundanos? (GALILEU, 2001, p. 113).

Além da conclusão anterior, o excerto acima apresenta outro argumento que, de certo modo, contribui com a crítica à exclusividade do movimento retilíneo aos corpos sublunares. Se as partes da Terra que se movimentam em direção ao seu todo são causadoras de sua esfericidade, nada impediria que o mesmo pudesse ser transposto para os demais corpos celestes. Assim, para Galileu, a forma esférica da Lua ou de Júpiter, por exemplo, seriam

ocasionadas por mecanismo análogo ao que provoca a esfericidade da Terra. É claro que esta afirmação de Galileu contraria o modo como Aristóteles demonstra a esfericidade da Terra em *De Caelo*:

[...] pois os corpos envoltos pelo esférico e em contato com ele vão ser por força totalmente esféricos; e os situados em baixo da esfera dos planetas estão em contato com a esfera de cima. De modo que cada um dos orbes será esférico: pois todos os corpos estão em contato e são contíguos com as esferas (*De Caelo*, II, 4, 287a 6-12).

Ademais, o argumento anterior de Galileu intencionalmente ataca, também, o modo como o filósofo grego demonstra a esfericidade do céu e dos astros. Isto se deve por que Aristóteles define a esfera como a figura primeira e mais propícia à perfeição celeste: “É necessário que o céu tenha a forma esférica: pois esta figura é a mais adequada à entidade celeste e a primeira por natureza.” (*De Caelo*, II, 4, 286b 10-11). Não obstante a isso, ainda em *De Caelo*, o filósofo grego argumenta que “a divindade terá necessariamente movimento eterno. E posto que o céu seja tal (pois é um corpo divino), tem por ele mesmo um corpo circular que se move em círculo conforme a sua natureza.” (*De Caelo*, II, 3, 286a 9-14). Galileu busca romper com este tipo de argumentação utilizada por Aristóteles que fundamenta a dicotomia céu-Terra através da perfeição ou imperfeição do movimento ou da substância. Consequentemente, a partir destes argumentos, o físico pisano enfraquece e, de certo modo, neutraliza as distinções aristotélicas que determinam quais movimentos são próprios e exclusivos de cada corpo ou parte do universo.

Neste segundo capítulo agrupamos a crítica galileana em dois eixos diferentes. De um lado procuramos esclarecer as razões da crítica à definição aristotélica de que a natureza é princípio de movimento. Por outro lado, buscamos na segunda secção, mostrar como Galileu defende a mobilidade da Terra a partir da crítica ao papel do movimento retilíneo na cosmologia aristotélica.

CAPÍTULO III

CRÍTICAS À INCORRUPTIBILIDADE DO CÉU

No capítulo anterior analisamos as críticas galileanas à concepção aristotélica de movimento, que servia de base de sustentação da dicotomia céu-Terra. O objetivo de Galileu ao longo da *Primeira Jornada* é descaracterizar as várias classificações do movimento natural que Aristóteles apresenta em sua filosofia da natureza, visto que o rompimento com a concepção dualista de *cosmos* não se limita simplesmente à rejeição dos três argumentos fornecidos pelo filósofo grego em *De caelo*. A base conceitual que mantém firme estes argumentos também tinha de ser rejeitada ou pelo menos neutralizada por Galileu. No segundo capítulo observamos como o físico pisano, na *Primeira Jornada*, busca dismantlar a noção aristotélica de movimento natural - movimento enquanto propriedade constitutiva dos corpos. Foi visto, assim, naquele capítulo, como a argumentação galileana foi direcionada contra a relação entre o corpo simples e sua tendência de movimento sobre linhas simples, pois é a partir dessa relação que Aristóteles estabelece uma hierarquia de elementos e seus respectivos movimentos naturais. Após esta primeira investida à dicotomia céu-Terra, o próximo passo da crítica galileana é direcionado aos dois argumentos fundados na ausência de gerações e corrupções na região celeste. O primeiro argumento, como vimos nas páginas anteriores, era amparado na perfeição e superioridade do movimento descrito sobre a linha circular e, deste modo, os corpos que naturalmente possuíssem tal inclinação eram outorgados com os atributos da impassibilidade, eternidade, incorruptibilidade etc. E, por outro lado, os

corpos sublunares eram corruptíveis e perecíveis, em suma, eram considerados imperfeitos em relação aos que se encontravam na região celeste. O segundo argumento que nós encontramos em *De Caelo* afirma que, em função da ausência de contrariedades na região celeste, as estrelas, planetas e demais astros estariam livres de qualquer mudança (geração, corrupção, alteração qualitativa etc.), com exceção do deslocamento em círculo. O terceiro argumento, como já mencionamos no primeiro capítulo desta dissertação, sustenta que a incorruptibilidade do céu é atestada pela experiência e pelos antepassados que não deixaram nenhum relato acerca de gerações e corrupções na região celeste.

O tema central da primeira secção deste capítulo são as críticas galileanas direcionadas ao argumento aristotélico de que o céu é incorruptível em função da não existência de contrários nesta região. Galileu elabora uma série de objeções à teoria aristotélica da mudança e ao papel desta na construção de um *cosmos* dividido entre a região celeste, eterna e perfeita, e a região sublunar, corruptível e imperfeita.

Na segunda secção desse capítulo abordaremos as observações telescópicas realizadas por Galileu e que são usadas pelo físico como evidências da existência de gerações e corrupções na região celeste e, além disso, também apóiam a crítica galileana à concepção geocêntrica. Nessa secção, serão apresentadas as principais consequências das primeiras observações astronômicas, relatadas no *Sidereus Nuncius*²⁴, como também as observações realizadas após a publicação desta obra que são expostas na *Primeira Jornada do Diálogo*.

Por fim, veremos na terceira secção as observações lunares executadas por Galileu através do telescópio e como o físico pisano tira proveito destas observações para dissolver as diferenças irreconciliáveis entre o céu e a Terra, como era defendido pela tradição aristotélico-ptolomaica.

²⁴ Podemos traduzir deste modo para a língua portuguesa: *O Mensageiro das Estrelas*.

3.1 CRÍTICAS AOS ARGUMENTOS ARISTOTÉLICOS FUNDADOS NA AUSÊNCIA DE GERAÇÕES E CORRUPÇÕES NO CÉU

A estratégia que Galileu adota para romper com a dicotomia céu-Terra é, sem dúvida, a crítica às premissas e as noções que sustentam a argumentação aristotélica. O segundo argumento que defende o *cosmos* dualista está atrelado aos princípios mais gerais expostos na *Física* de Aristóteles. Um desses princípios já foi discutido no capítulo anterior, isto é, de que a natureza é princípio de movimento. Tal noção caracteriza o movimento como um processo próprio da natureza constitutiva dos entes e que, como já vimos, colabora para a manutenção de uma estrutura hierárquica e teleológica de universo. No interior desse universo o movimento tem um papel fundamental: é a partir da diferença entre os movimentos retilíneos e circulares e os respectivos elementos móveis por tais linhas que o filósofo grego sustenta a divisão do *cosmos* em duas regiões distintas. O segundo princípio da *Física* determina que as mudanças só ocorram na existência de interação de contrários em um mesmo substrato. Se no capítulo anterior vimos como Galileu criticou e rompeu com a classificação aristotélica dos movimentos e com a exclusividade do movimento circular aos corpos celestes e dos retilíneos aos terrestres, agora, as críticas convergem contra o argumento peripatético da ausência de gerações e corrupções na região celeste e, de modo oposto, da exclusividade de tais gerações e corrupções entre os elementos sublunares. Voltamos, porém, à *Primeira Jornada* e observamos como o físico pisano expõe os argumentos aristotélicos e as suas críticas aos mesmos.

O texto da *Primeira Jornada* continua seguindo com grande sincronia o texto de *De Caelo* (Livro I, capítulo 3), como já indicamos anteriormente. Galileu expõe com uma considerável fidelidade o argumento aristotélico. A fala de Simplicio tem como objetivo trazer à discussão a tese aristotélica de que se existem apenas três tipos de movimentos simples no universo e sendo que os dois movimentos retilíneos são contrários entre si, não

restaria, portanto, nenhum movimento contrário ao circular e, como mencionamos nos capítulos precedentes, que só há gerações e corrupções entre contrários em um mesmo substrato, os corpos dotados de movimentos circulares ficariam assim impassíveis e incorruptíveis pela inexistência de qualquer contrariedade.

Uma das primeiras objeções levantadas por Galileu contra o segundo argumento recai sobre o fato de que os mesmos entes (árvores, animais e minerais) submetidos às mesmas contrariedades (ventos, chuvas, secas e etc.) se corrompem em modos e tempos diferentes entre si. Esta objeção é realizada pelo personagem Salviati:

[...] Além disso, terei muito prazer em entender como e por que esses contrários corruptivos são tão complacentes para com as corujas e tão severos para com os pombos, tão tolerantes com os cervos e impacientes com os cavalos, por que concedem mais anos de vida, ou seja, de incorruptibilidade, àqueles que semanas a estes. Os pessegueiros, as oliveiras têm suas raízes nos mesmos terrenos, estão expostos aos mesmos frios e aos mesmos calores, às mesmas chuvas e ventos e, em suma, às mesmas contrariedades; e, não obstante, aqueles são destruídos em pouco tempo, e estas vivem muitas centenas de anos (GALILEU, 2001, p. 120).

A intenção de Galileu nessa passagem parece que é mostrar como este princípio aristotélico (que a geração e corrupção ocorrem na ação de contrários em um mesmo substrato) está muito longe do que é observado na realidade e que o mesmo se apresenta como uma noção genérica e abstrata, e que seria também um tanto imprecisa, pois há tantas gerações e corrupções que ocorrem tão rapidamente e de modos tão variados que talvez esta definição geral não contemple a totalidade das operações que se manifestam na natureza.

O próximo desdobramento da crítica galileana ao segundo argumento procura revelar algumas limitações e complicações nos argumentos e nas definições aristotélicas. No trecho que analisaremos abaixo, Galileu usa da estrutura dialógica para deixar às vistas do seu leitor como as definições aristotélicas, na medida em que as dificuldades se apresentam, vão se tornando cada vez mais complicadas e confusas. Os personagens Sagredo e Simplicio fazem

uma discussão particular sobre o segundo argumento, o primeiro procura demonstrar que há contrariedades na região celeste e conclui que a mesma deve ser corruptível e mutável como a região sublunar, o segundo, por sua vez, se esquivará recorrendo e acrescentando novas argumentações aristotélicas. Sagredo inicia a referida discussão com Simplicio expondo sua objeção:

Sagredo — [...] A primeira fonte, da qual vós extraístes as contrariedades dos elementos, é a contrariedade de seus movimentos para cima e para baixo; portanto, é necessário que aqueles princípios dos quais dependem tais movimentos sejam igualmente contrários entre si; e posto que aquele é móvel para cima devido à leveza, e este para baixo devido à gravidade, é necessário que leveza e gravidade sejam contrárias entre si; não menos se deve acreditar que sejam contrários aqueles outros princípios que são causa de que este seja grave e aquele leve. Mas, para vós mesmos, a leveza e a gravidade são consequências da rarefação e da densidade; portanto, contrárias serão a densidade e a rarefação: condições estas que tão amplamente se encontram nos corpos celestes, que considerais as estrelas não serem senão partes mais densas do céu; e, sendo assim, é necessário que a densidade das estrelas supere num intervalo quase infinito a densidade do resto do céu; o que é evidente por ser o céu sumamente transparente e as estrelas sumamente opacas [...] Existindo, portanto, tais contrariedades entre os corpos celestes, é necessário que eles também sejam geráveis e corruptíveis (GALILEU, 2001, p. 123).

Sagredo toma como ponto de partida para a sua crítica as próprias definições aristotélicas, no caso, que as gerações e as corrupções são causadas pelos movimentos retilíneos contrários encontrados exclusivamente na região sublunar. O personagem procura mostrar que os movimentos contrários estão atrelados a outras classes de contrários, tais como leve-pesado e denso-rarefeito. Desse modo, o argumento de Sagredo afirma que, para um par de contrários, existe outro par que ocasiona o primeiro e conclui, em última instância, que o par de contrários denso/rarefeito é a causa, portanto, dos movimentos retilíneos contrários. Logo, se a rarefação e a densidade são contrárias entre si e se no céu se encontram essas contrariedades (as estrelas são mais densas que as outras partes vazias do céu, 'rarefeitas' da substância celeste), conseqüentemente, o céu seria necessariamente corruptível. Além, é claro, de colocar em dúvida as definições aristotélicas e mostrar como as mesmas se tornam

demasiadamente complexas e obscuras, este trecho da *Primeira Jornada* é muito interessante, pois deixa visível a capacidade e a meticulosidade pelas quais Galileu trabalhou a estrutura do texto com a finalidade de convencer o seu leitor.

A passagem anterior e a réplica de Simplício (citação abaixo) representam um modelo argumentativo recorrente ao longo da *Primeira Jornada* em que claramente Galileu faz uma caracterização do papel dos personagens e da imagem que o mesmo quer que o seu leitor tenha de cada um. Analisaremos outros trechos semelhantes posteriormente. O personagem Simplício é apresentado em certas partes do texto como ingênuo e que segue cegamente o aristotelismo, como se ele representasse, de modo caricaturizado, os aristotélicos contemporâneos de Galileu. Na citação a seguir Simplício tenta desviar-se da objeção realizada por Sagredo:

Simplício — Não é necessário nem uma coisa, nem outra: porque a densidade e a rarefação nos corpos celestes não são contrárias entre si, como nos corpos elementares; porque não dependem das qualidades primárias, quente e frio, que são contrárias, mas da muita ou pouca matéria em proporção à quantidade; ora, o muito e o pouco referem-se unicamente a uma contrariedade relativa, que é a menor que existe, e não dizem respeito à geração e a corrupção (GALILEU, 2001, p. 124).

Apesar da arguta e satisfatória réplica de Simplício, Galileu parece inserir esta passagem para mostrar ao leitor a complexidade conceitual que vai se construindo a ponto de no final de contas não ser mais possível saber quais contrários são causadores dos movimentos retilíneos dos elementos, ou ainda, quais contrários realmente ocasionam as alterações na região sublunar.

Na tréplica de Sagredo a estratégia de Galileu evidencia-se: o objetivo do físico pisano é revelar como as definições aristotélicas se tornam demasiadamente grandes e complexas, pois cada vez vão se incorporando mais detalhes, isto é, Galileu questiona se esse emaranhado

de conceituações tem alguma conexão com o que realmente se processa na natureza. No trecho a seguir, Sagredo explicita seu desgosto pelas definições aristotélicas:

Sagredo — [...] Mas, se assim é, Aristóteles nos enganou, porque devia tê-lo dito desde o início e deixar escrito que são geráveis e corruptíveis aqueles corpos simples que são movidos por movimentos simples para cima e para baixo, dependentes da leveza e gravidade, causadas pela rarefação e pela densidade, feitas por muita ou pouca matéria, em virtude do calor e do frio, e não limitar-se ao movimento simples *sursum et deorsum* [...] (GALILEU, 2001, p. 124).

Passaremos agora à crítica mais importante e mais pormenorizada que Galileu realiza ao segundo argumento aristotélico favorável a dicotomia céu-Terra. Mas, antes de abordarmos essa crítica, recordemos que o objetivo central do *Diálogo* é a defesa da posição copernicana e das suas consequências: uma Terra móvel e um universo homogêneo. Assim, em termos práticos isso significa outorgar à Terra o movimento circular que no sistema peripatético é exclusividade dos corpos celestes, e isso, como vimos, exige uma ruptura com as noções principais pelas quais os elementos e os seus respectivos movimentos foram organizados no interior do *cosmos* aristotélico, isto é, a hierarquia e a teleologia. Um dos caminhos escolhidos por Galileu para efetivar sua crítica à classificação aristotélica dos movimentos naturais era mostrar que o movimento retilíneo não poderia ser concedido por natureza aos corpos integrais que compõem o universo, mas tão somente às partes separadas do todo. O raciocínio de Galileu pode ser descrito da seguinte forma: o movimento retilíneo para o centro não é uma exclusividade do elemento terra ou do corpo terrestre como um todo, mas tão somente das partes desprendidas do todo e, deste modo, o movimento retilíneo teria simplesmente a função de reconduzir as partes ao todo. O que impediria, por exemplo, que o mesmo que ocorresse com a Terra não pudesse suceder com uma parte separada da Lua ou de outro astro? Logo, sendo o movimento retilíneo de uso apenas das partes (mas não somente das partes separadas da Terra, mas também de qualquer corpo integral do mundo), nada impediria de

supormos inversamente que a Terra como um corpo integral não pudesse possuir um movimento circular análogo ao da Lua, como aquele que é efetuado mensalmente pelo corpo lunar como um todo.

Galileu, em sua crítica ao segundo argumento aproveita-se da mesma estratégia adotada com respeito à classificação dos movimentos naturais simples. No entanto, o físico pisano afirma que, no caso das gerações e das corrupções, estas ocorrem geralmente nas partes mais superficiais dos corpos integrais e, assim, na Terra, as gerações e corrupções aconteceriam unicamente nas partes, e à totalidade se garantiria a preservação. Desse modo, Galileu neutralizaria um dos principais argumentos aristotélicos em favor da incorruptibilidade dos corpos celestes: a não observação de gerações e corrupções no céu. Tal inferência deve-se à seguinte argumentação: se nos corpos celestes as gerações e corrupções ocorressem unicamente nas partes mais superficiais, a não observação de alterações nessa região não seria um argumento contundente para sustentar a incorruptibilidade da mesma, visto que seriam demasiadamente pequenas e praticamente impossíveis de serem observadas a uma grande distância.

Uma das estratégias que recorrentemente Galileu utiliza na *Primeira Jornada* é a de realizar a crítica aos aristotélicos a partir das suas próprias exigências teóricas. Para mostrar que o movimento circular é o único possível *naturalmente* aos corpos integrais como um *todo*, o físico pisano toma de empréstimo a própria tese aristotélica de que as mudanças que ocorrem entre os corpos elementares acontecem em função dos movimentos retilíneos contrários *sursum et deorsum*, e, ao mesmo tempo, acrescenta à tese anterior a ideia de que para a manutenção da ordem no universo competiria exclusivamente ou o repouso ou o movimento circular (principalmente este último, visto a superioridade deste na própria filosofia aristotélica), assim sendo, conclui que, se os aristotélicos seguissem a exigência de um *cosmos* bem constituído e ordenado, não poderiam aceitar que os movimentos retilíneos

seriam próprios e únicos possíveis à esfera sublunar, pois se o fizessem estariam contrariando as suas próprias exigências. O argumento que Galileu nos apresenta é que para os corpos integrais (isto inclui a Terra) se manterem na perfeita ordem e integridade existiriam apenas duas possibilidades ou o completo repouso ou o movimento circular. No trecho a seguir do *Diálogo*, Salviati explicita a crítica exposta anteriormente:

Salviati — [...] porque se eu perguntar ao peripatético, se, mantendo ele que os corpos celestes sejam incorruptíveis e eternos, acredita que o globo terrestre não seja tal, mas corruptível e mortal, de modo que chegará tempo em que o Sol, a Lua e as outras estrelas continuem em sua existência e nas suas operações, e a Terra não se encontre mais no mundo, mas tenha sido destruída e anulada com todo o resto dos elementos, estou certo de que ele responderá que não; portanto, a corrupção e a geração estão nas partes e não no todo, e nas partes mínimas e superficiais, as quais são como insensíveis em comparação a toda a mole; e posto que Aristóteles argumenta a geração e a corrupção a partir da contrariedade dos movimentos retos, deixemos tais movimentos para as partes, as únicas que se alteram e corrompem, e ao globo inteiro e esfera dos elementos atribui-se o movimento circular ou uma eterna consistência no próprio lugar, únicas afecções que são aptas para a perpetuação e manutenção da ordem perfeita (GALILEU, 2001, p. 126).

Como foi dito acima, a estratégia de Galileu é de que se os aristotélicos levassem às últimas consequências a ideia de um universo perfeitamente ordenado deveriam aceitar que o movimento retilíneo competiria apenas às partes, e que ao todo caberia ou o repouso ou o movimento circular. E, se as gerações e corrupções ocorressem na totalidade da esfera sublunar, esta seria aniquilada e, como o texto atesta, esta seria uma tese que provavelmente nenhum aristotélico aceitaria. Podemos observar novamente, na passagem anterior, como Galileu constrói o *Diálogo* intencionalmente com uma estrutura persuasiva e que gradativamente vai operando uma mudança quase que psicológica no leitor. O texto parece ter a intenção de romper paulatinamente com as resistências teóricas do leitor e que, por fim, o mesmo já está se questionando como o personagem Simplicio não consegue “enxergar” a realidade do sistema copernicano.

A próxima crítica ao segundo argumento aristotélico faz uma referência àquele princípio teleológico intrínseco ao sistema aristotélico e que enuncia que a região celeste, por ser incorruptível, é mais perfeita que a região sublunar, por ser corruptível. De fato, dentro da tradição peripatética e principalmente na era cristã, acreditou-se na perfeição e na superioridade dos objetos celestes e, dentre as razões, estavam: a pureza, a homogeneidade e a aparente eternidade da substância celeste. Em contrapartida, esta visão acreditava que as coisas terrestres eram imperfeitas em razão da corrupção e da finitude temporal. Galileu ataca essa concepção mostrando que ela seria absurda, pois a Terra como obra divina foi perfeitamente pensada e concebida, e as gerações e as corrupções que ocorrem sobre a sua superfície garantem a bela e a grandiosa diversidade, visto que seria um absurdo acreditar que ela seria mais perfeita se fosse árida como um diamante:

Sagredo — Eu não posso sem grande admiração, e acrescento sem grande relutância de meu intelecto, ouvir atribuir aos corpos naturais e integrantes do universo, como prova de grande nobreza e perfeição, a impassibilidade, imutabilidade, inalterabilidade etc., e por oposição considerar como sendo uma grande imperfeição a alterabilidade, gerabilidade, mutabilidade etc.: de minha parte, considero a Terra nobilíssima e admirável por tantas e tão diversas alterações, mutações, gerações etc. que nela acontecem incessantemente; e quando, sem estar sujeita a qualquer mutação, ela fosse toda um imenso deserto de areia ou uma massa de calcário, ou que no tempo do dilúvio, congelando-se as águas que a cobriam, fosse transformada num imenso globo de cristal, onde jamais nascesse nem se alterasse ou mudasse coisa alguma, eu a consideraria um corpinho inútil no mundo (GALILEU, 2001, p. 139).

No trecho acima Galileu questiona novamente o conceito de perfeição sustentado pelos aristotélicos e isto tem uma função argumentativa muito importante, uma vez que na base dos dois primeiros argumentos peripatéticos o conceito de perfeição tem um papel considerável na sustentação da dicotomia céu-Terra. Por que a imutabilidade é perfeita e a mutabilidade não? Por que o céu é perfeito e a Terra não? A Terra seria mais perfeita se fosse toda constituída por uma única substância? Estes tipos de questionamentos e essas críticas à

idéia de perfeição podem ser constantemente encontradas no decorrer da *Primeira Jornada* e parecem ter como finalidade promover uma mudança na própria concepção de mundo do leitor, este que foi educado a olhar o céu como se fosse um mundo à parte dedicado ao divino.

3.2 OBSERVAÇÕES TELESCÓPICAS E OUTRAS CRÍTICAS EMPÍRICAS À DICOTOMIA CÉU-TERRA

Nos capítulos anteriores conhecemos as críticas galileanas direcionadas aos argumentos teóricos que sustentam a dicotomia céu-Terra, agora, passaremos para as suas observações telescópicas que, sem dúvida, foram essenciais para a rejeição dessa concepção cosmológica. Por volta do outono²⁵ do ano de 1609, Galileu inicia suas observações astronômicas com uma das primeiras versões de seu *perspicillum*²⁶. Inicialmente, essas observações maravilharam o físico pisano, pois contradiziam a concepção dominante de mundo desde a antiguidade. O seu telescópio mostrou que no céu existia uma multidão inumerável de novas estrelas além das antigas²⁷, e, ainda, fenômenos e fatos na região celeste que colocavam em dúvida a incorruptibilidade do céu.

No início a comunidade acadêmica da época olhou com muitas suspeitas e ressalvas as observações telescópicas realizadas por Galileu: primeiro, porque tais observações jamais tinham sido relatadas; e, em segundo lugar, não existiam na época bases teóricas que outorgassem ao instrumento a credibilidade e a confiança necessária para que essas observações não passassem por meras ficções produzidas pelas lentes. Poucos meses após ter iniciado suas observações telescópicas Galileu publica um pequeno livro intitulado *Sidereus*

²⁵ Devemos lembrar que o outono no hemisfério norte começa pela segunda quinzena do mês de setembro.

²⁶ Ou telescópio.

²⁷ São os astros conhecidos desde a Antiguidade mais remota: as estrelas visíveis, os planetas e a Lua.

Nuncius, no primeiro semestre do ano de 1610. Podemos notar a importância dessa obra na declaração de Alexandre Koyré:

Já fiz referência ao *Sidereus Nuncius*, de Galileu Galilei, obra cuja influência — e importância — não pode ser subestimada, obra que anunciou uma série de descobertas mais estranhas e importantes do que todas as que já tinham sido feitas. Lendo-a hoje, não podemos mais sentir, naturalmente, o impacto da mensagem inaudita; no entanto, ainda nos é dado sentir a paixão e o orgulho que ardem sob a redação fria e sóbria do relatório de Galileu (KOYRÉ, 1979, p. 90).

Essas descobertas “estranhas” relatadas por Galileu são: montanhas e vales na Lua, novas estrelas errantes²⁸ e novas estrelas fixas²⁹. Certamente, causou um grande impacto em Galileu ao observar na Lua montanhas³⁰ e vales semelhantes aos encontrados sobre a superfície terrestre.

A existência de montanhas e vales no corpo lunar colocava em xeque a concepção aristotélica de que a região celeste era perfeita e incorruptível, uma vez que, segundo esta visão, a Lua deveria ser tão ou mais regular e polida como o é uma pérola. A partir disso, Galileu, já no *Sidereus Nuncius*, anuncia algumas das consequências de suas descobertas para a filosofia da natureza:

[...] após cuidadosas e repetidas inspeções, deduzimos a opinião, que temos por firme, de que a superfície da Lua e dos demais corpos celestes não é, de fato, lisa, uniforme e de esfericidade exatíssima tal como tem ensinado dela e de outros corpos celestes uma numerosa corte de filósofos, mas que, ao contrário, é desigual, rugosa e cheia de cavidades e proeminências, não diversa da própria face da Terra, que apresenta, aqui e ali, as cristas das montanhas e os abismos dos vales (GALILEU, 1987, p. 39).

²⁸ A descoberta dos planetas Medíceos ou Estrelas Mediceias (cf. figuras 4 e 5 em anexo), como inicialmente foram nomeados os satélites de Júpiter por Galileu.

²⁹ Devemos diferenciar essas novas estrelas das chamadas “novas”, as primeiras são apenas estrelas que escapavam da nossa visão natural, as segundas, ao contrário, como sabemos hoje, são estrelas que explodem (ou expandem sua atmosfera) e que aumentam drasticamente a sua magnitude tornando-se, assim, visíveis por um determinado período de tempo. Na época de Galileu apareceram duas estrelas novas, uma no ano de 1572 e outra no ano 1604.

³⁰ Ver ilustrações 6, 7, 8 e 9 em anexo.

Apresentando as similaridades entre a Terra e a Lua³¹, Galileu desalojava um dos principais argumentos em que a tradição aristotélico-escolástica sustentava a divisão entre a região terrestre e a celeste. Para o físico pisano, as irregularidades na superfície lunar mostravam como a Lua e conseqüentemente o céu, como um todo, não eram tão “perfeitos” como queriam e acreditavam os peripatéticos. Além destas “imperfeições”, Galileu indicara outras semelhanças entre a Terra e a Lua, entre elas: o efeito da iluminação solar sobre a superfície lunar e terrestre³², isto é, os mesmos efeitos observados aqui na Terra (p. ex. a iluminação das montanhas) acontecem igualmente na Lua³³.

Além das observações referentes à Lua, no *Sidereus Nuncius*, Galileu relata outras duas grandes descobertas: as novas estrelas fixas e as Estrelas Mediceias. Sobre as novas estrelas fixas o pisano anuncia:

O que observamos em terceiro lugar foi a natureza e o caráter da própria Via Láctea, que pude examinar com os sentidos graças ao óculo, dirimindo assim, com a certeza que dão os olhos, todas as controvérsias que têm atormentado durante tantos séculos os filósofos e liberando-os das disputas verbais. A Galáxia não é pois outra coisa que um conglomerado de inumeráveis estrelas reunidas em nuvens. A qualquer região que se dirija o óculo, imediatamente se apresenta à vista uma enorme quantidade de estrelas, algumas das quais parecem bem grandes e conspícuas, se bem que fica completamente incalculável o número das pequenas (GALILEU, 1987, p. 55).

³¹ Veremos com mais detalhes as considerações que Galileu faz a essas similaridades e às conseqüências de suas observações telescópicas da Lua na secção 3.3 do presente capítulo.

³² Ver ilustrações 6, 7, 8 e 9 em anexo.

³³ Na passagem seguinte do *Sidereus Nuncius* Galileu apresenta estas semelhanças entre a iluminação da Terra e da Lua: “Assim, teremos precisamente uma situação totalmente similar na Terra durante a saída do Sol quando nos vales ainda não inundados de luz vemos que os montes que os circundam no lado oposto ao Sol estão já todos resplandecentes e refulgentes. E, do mesmo modo que as sombras das cavidades terrestres diminuem quando o Sol se levanta, assim também estas manchas lunares perdem suas sombras à medida que aumenta a parte luminosa.” (GALILEU, 1987, p. 40).

Galileu observou que, para além do limite da simples visão, existiam tantas estrelas³⁴ que seria um empreendimento praticamente impossível de ser quantificado. Essa descoberta à primeira vista aparenta não ter nenhuma coisa a contribuir com a defesa do copernicanismo, porém, se pensarmos que a mesma poderia colocar em dúvida o tamanho do *cosmos* e os argumentos defendidos pela tradição aristotélica-ptolomaica, estas observações realizadas por Galileu “ganham” um sentido claramente copernicano. Para os partidários do sistema aristotélico-ptolomaico, se a Terra realizasse uma translação anual em torno do Sol, este deslocamento deveria causar uma considerável e sensível modificação na posição aparente das estrelas, ou seja, o conhecido fenômeno da paralaxe, e tal efeito deveria ser visível em função de que a distância entre os solstícios (distância entre o periélio e o afélio) seria considerável se comparadas com as dimensões que o universo deveria possuir segundo se acreditava na época. A paralaxe nunca³⁵ fora observada nas estrelas fixas, até mesmo com o advento do telescópio na época de Galileu. Para a tradição a não observação da paralaxe estelar era um argumento fortíssimo de que a Terra se encontra imóvel no centro do mundo. Contudo, para os copernicanos a não observação da paralaxe nas estrelas fixas poderia ser um indicativo de que o *cosmos* deveria ser muito maior do se supunha. Por isso, a observação de uma multidão de novas estrelas fixas telescópicas poderia suscitar dúvidas quanto às reais dimensões do mundo e, portanto, de certo modo, enfraqueceria a posição anticopernicana.

Ainda sobre a observação das estrelas através do telescópio, Galileu apresenta uma interessante descoberta que acrescenta mais uma diferença entre as estrelas fixas e os planetas. Para a tradição pré-telescópica a principal diferença entre as estrelas fixas e os planetas eram os movimentos diferenciados (errantes) que estes últimos descreviam no céu. Além desta diferença, uma outra que era conhecida dizia respeito às visíveis alterações de

³⁴ Ver ilustrações 10, 11 e 12 em anexo.

³⁵ Somente a partir do século XIX é que foram determinadas as primeiras paralaxes estelares.

magnitudes que os planetas apresentavam. Galileu, porém, observou que as estrelas, apesar do aumento proporcionado pela lente, não apresentavam mudanças como no caso dos planetas. Pois estes se apresentavam como pequenos globos³⁶ através do telescópio, e as estrelas continuavam a cintilar, apesar de perderem os fulgores adventícios (cf. GALILEU, 1987, p. 52). Esta descoberta da aparência globular dos planetas diminuía e aproximava estes astros, quanto à forma, da Lua e do Sol, e por que não da Terra também?

A mais importante novidade divulgada por Galileu no *Sidereus Nuncius* é a dos astros Medíceos ou Estrelas Mediceias. Até então, não existiam relatos contundentes sobre novos astros errantes no céu e, ainda mais, que girassem em torno de um planeta já conhecido, como Júpiter. Quando Galileu percebeu que as pequeninas estrelas que se observavam nas proximidades de Júpiter eram, em realidade, companheiras inseparáveis do grande astro, concluiu que tinha em mãos um grande trunfo a favor do copernicanismo. Uma das grandes ressalvas da tradição era que, se a Terra se tornasse um planeta como os demais, seria a única entre os demais planetas que possuiria um astro acompanhante (a Lua), o que representaria certa desarmonia. Assim, com a descoberta dos satélites de Júpiter, argumentos desta natureza perderiam a força, uma vez que a Terra já não seria mais a exceção. Na passagem seguinte do *Sidereus Nuncius*, Galileu apresenta a sua principal descoberta telescópica:

Temos aqui um argumento notável e ótimo para eliminar as dúvidas daqueles que, aceitando com tranquilidade o sistema copernicano, se sentem contudo perturbados pelo movimento apenas da Lua em torno da Terra, enquanto ambas descrevem uma órbita anual em torno do Sol, até o ponto de considerar que se deve rechaçar por ser impossível esta ordenação do

³⁶ Na passagem seguinte, extraída do *Sidereus Nuncius*, Galileu assinala esta diferença: “É também digna de nota a diferença entre as aparências dos planetas e as das estrelas fixas. Os planetas apresentam globos exatamente redondos e delimitados e, ao modo de pequenas luas inundadas de luz, orbiculares; ao passo que as estrelas nunca se vêem limitadas por um contorno circular, apresentam fulgores cujos raios vibram ao redor e centelham notavelmente. Com o óculo aparecem de forma semelhante à que oferecem à simples vista, ainda que a tal ponto maiores que uma estrelinha de quinta ou sexta magnitude pareça igual ao Cão, a maior de todas as fixas.” (GALILEU, 1987, p. 53).

universo. Com efeito, agora temos não mais um planeta girando em torno de outro enquanto ambos percorrem uma órbita em torno do Sol, mas certamente quatro estrelas que, como a Lua ao redor da Terra, se oferecem aos nossos sentidos errando em torno de Júpiter, enquanto todos eles percorrem junto com Júpiter uma grande órbita em torno do Sol no lapso de doze anos (GALILEU, 1987, p. 71).

A principal consequência da descoberta dos satélites de Júpiter é, sem dúvida, o exemplo claro de que nem todos os movimentos circulares têm como seu centro a Terra. Isto vai a desencontro com a ideia peripatética das esferas homocêntricas e teria como resultado a “desestabilização” tanto da hierarquia dos elementos como da classificação dos movimentos naturais, pois ambas tem como ponto de partida e referência o centro da Terra/universo. Se alguns corpos celestes compostos de éter possuem o centro de seus movimentos circulares diferentes do centro da Terra, quem poderia objetar que o mesmo não pudesse acontecer com os elementos sublunares? Isto é, quem poderia duvidar, então, que os movimentos retilíneos não poderiam ser encontrados também em outros planetas? Enfim, os satélites de Júpiter seriam evidentemente contrários à estrutura cosmológica do universo aristotélico, primeiramente, porque nos mostra que há no céu corpos com tendências particularmente distintas de movimento (em torno de um centro diferente) e, em segundo lugar, porque implanta no interior do sistema aristotélico dúvidas quanto à firmeza dos princípios que sustentam todo o edifício (classificação dos movimentos, hierarquia de substâncias e tendências teleológicas de movimento).

Voltamos novamente à *Primeira Jornada* e passaremos à análise dos argumentos empíricos que Galileu empreendeu contra a dicotomia cosmológica, mas antes devemos ter em mente que há uma diferença de vinte e dois anos entre a publicação do *Sidereus Nuncius* (1610) e o *Diálogo sobre os dois Sistemas do mundo* (1632). Contudo, a diferença entre estas duas obras não é apenas temporal, mas também está relacionada ao conteúdo das mesmas, pois as observações contidas no *Sidereus Nuncius* se resumiam às estrelas fixas, à Lua e aos

satélites de Júpiter; enquanto que no *Diálogo* são abordadas as observações realizadas nos anos seguintes à publicação da primeira, tais como: as manchas solares e as fases de Vênus³⁷. Além disso, outra diferença que devemos recordar é de que Galileu não poderia se pronunciar publicamente a favor do heliocentrismo em razão da condenação do copernicanismo pelo Santo Ofício em 1616, que foi ocasionada, em grande parte, por suas polêmicas com os Jesuítas.

Na *Primeira Jornada do Diálogo*, Galileu deixa para Simplício a tarefa de expor o argumento empírico apresentado em *De Caelo*³⁸ a favor da dicotomia céu-Terra:

Simplício — Vejo na Terra serem continuamente geradas e corrompidas ervas, plantas, animais; manifestarem-se ventos, chuvas, tempestades, furacões e, em suma, estar este aspecto da Terra em perpétua metamorfose; mudanças essas das quais nenhuma se percebe nos corpos celestes, cujas constituição e figura são pontualissimamente conforme àquelas de todas as memórias, sem que neles se tenha gerado coisa alguma de novo, nem corrompido nada das antigas (GALILEU, 2001, p. 128).

O personagem Simplício resume em sua fala as justificativas empíricas para a incorruptibilidade da região celeste, afirmando que, se não foram observadas gerações e corrupções no céu, é porque o mesmo é eterno, imutável e perfeito. Galileu, por outro lado, introduz na exposição do peripatético as transformações e corrupções encontradas na região sublunar como forma de contrastar com a aparente imutabilidade do céu. Esse procedimento possibilita ao físico pisano incluir em sua crítica a dificuldade de observação das alterações nos corpos celestes em razão da grande distância entre o observador e esses mesmos objetos.

³⁷ Não trataremos especificamente das fases de Vênus neste trabalho. Mas, como nota, indicamos que as fases de Vênus são favoráveis à posição copernicana: a forma como acontecem as variações de iluminação neste astro só poderiam ser possíveis se o mesmo estivesse em órbita em torno do Sol e não da Terra.

³⁸ “Isto [a incorruptibilidade do céu] pode ser concluído também com bastante claridade a partir da sensação, por mais que se remeta a uma crença humana; uma vez que em todo o tempo transcorrido, de acordo com as recordações transmitidas de uns para os outros, nada parece ter mudado, nem no conjunto do último céu, nem em nenhuma das partes que lhe são próprias” (*De Caelo*, I, 3, 270b 12-16.)

Veremos a seguir que Galileu usará exemplos terrestres para questionar o argumento empírico da não observação de alterações na abóbada celeste.

Galileu questiona o argumento empírico por considerar que a não observação de gerações e corrupções no céu não é um argumento contundente, por duas razões principais: 1) se a distância que separa a Terra dos objetos celestes é muito grande, talvez tais alterações sejam demasiadamente pequenas para serem observadas daqui, mesmo com o uso do telescópio; e, 2) a não observação de gerações e corrupções até o presente momento não pode ser universalizada, pois poderiam acontecer em algum tempo futuro.

Sobre o primeiro ponto, o debate inicia com uma pergunta sutil de Salviati a Simplicio. Aquele pergunta como este toma conhecimento dos acontecimentos ocorridos ou que ocorrem no continente americano, sem nunca ter observado tais fenômenos pessoalmente. Simplicio responde que recebe tais relatos por terceiros, e “porque aqueles países, além de não serem visíveis aos nossos olhos, estão tão distantes que a nossa vista não poderia chegar a detectar neles semelhantes mudanças” (GALILEU, 2001, p. 128). Prontamente Salviati responde:

Salviati – Ora, vede como por vós mesmos chegais casualmente à descoberta da falácia do vosso argumento. Pois, se dizeis que as alterações, que se vêem na Terra próximas a nós, não as poderíeis, devido à muita distância, perceber serem feitas na América, muito menos as poderíeis ver na Lua, tantas centenas de vezes mais afastada: e se acreditais nas alterações mexicanas a partir das informações chegadas de lá, quais são os relatos que vos chegaram da Lua, significando-vos que nela não existe alteração? Portanto, de não se ver as alterações no céu, onde, caso existissem, não poderíeis vê-las devido à grande distância, e de não se ter relato, enquanto não se possa obtê-lo, não podeis argumentar que elas não existem, como do vê-las e compreendê-las na Terra, bem argumentais que existem (GALILEU, 2001, p. 129).

Quer dizer, Salviati faz com que Simplicio indiretamente enfraqueça seu próprio argumento da não observação de alterações no céu, pois, como vimos acima (no primeiro ponto), a grande distância entre o observador e o objeto a ser observado pode ser um dos

fatores da não observação de tais alterações. Na secção anterior, Galileu concluiu que as gerações e as corrupções deveriam acontecer unicamente nas partes superficiais dos corpos integrais e, portanto, seria praticamente impossível observar essas pequenas alterações a uma grande distância.

Galileu expõe a segunda razão contra o argumento da não observação de gerações e corrupções no céu na passagem seguinte da *Primeira Jornada* do *Diálogo*, em que Simplicio e Sagredo debatem:

Sagredo — Eu tenho ainda uma outra dúvida acerca deste primeiro argumento do Sr. Simplicio, que desejo me seja resolvida. Por isso, pergunto se a Terra antes da inundação mediterrânea era gerável e corruptível, ou se começou nesse momento a sê-lo.

Simplicio — Era sem dúvida gerável e corruptível mesmo antes; mas aquela foi uma mutação tão vasta, que mesmo na Lua poderia ter sido observada.

Sagredo — Oh! Se a Terra era, mesmo antes de tal inundação, gerável e corruptível, por que não pode ser também a Lua, sem uma semelhante mutação? Por que é necessário na Lua aquilo que não tinha importância alguma na Terra? (GALILEU, 2001, p. 130).

Portanto, o argumento da não observação de gerações e corrupções não poderia ser usado como um argumento favorável à dicotomia, pois a qualquer tempo tais alterações poderiam ser observadas³⁹. O excerto acima e o anterior são exemplos bastante evidentes no que diz respeito às estratégias persuasivas utilizadas por Galileu ao longo da *Primeira Jornada*. Pode ser perceber que a estrutura dialógica adotada cumpre uma função persuasiva muito importante, nesse caso, vai criando-se no leitor certa inclinação ao copernicanismo por efeito psicológico. O debate entre os personagens constrói uma atmosfera favorável à teoria heliocêntrica que transcende as linhas do texto. Aqui reside uma grande dificuldade para aqueles que pretendem estudar o *Diálogo*, pois se os mesmos se prenderem rigidamente às falas dos personagens e não perceberem a função de toda a estrutura dialógico-persuasiva pela

³⁹ Tais como as duas estrelas novas que apareceram no céu mil e oitocentos anos depois de Aristóteles ter escrito a sua obra.

qual o texto está construído, dificilmente conseguirão notar a finalidade pedagógica da mesma.

Outra observação oferecida por Galileu na *Primeira Jornada do Diálogo* é a que diz respeito às manchas solares. Logo após a publicação do seu *Sidereus Nuncius*, Galileu descobriu através da sua luneta que existiam pequenas manchas escuras sobre a superfície do Sol e que as mesmas aparentemente se geravam e se corrompiam sobre o disco solar. Para o físico pisano, tais fatos eram mais uma evidência contrária à dicotomia e, além do mais, o que reforçava mais ainda o argumento, era que tais gerações e corrupções eram observadas no astro mais importante do céu – o Sol. Entre os principais argumentos utilizados pelos defensores do céu peripatético contra tal evidência estavam: a) tais manchas deveriam ser ficções produzidas pelas lentes do telescópio; e b) a opinião de que estas manchas não passariam de pequenos planetas que orbitavam muito próximos do Sol e, por isso, quando passavam sobre a superfície solar tinham o aspecto de manchas escuras. A segunda tese foi levantada pelo jesuíta Christoph Scheiner (1575 – 1650), com quem Galileu teve a famosa polêmica sobre as manchas solares. Na tese de Scheiner, as manchas não se alterariam sobre a superfície do Sol, e, em realidade, não passariam de pequenos planetas que orbitavam muito próximos ao sol, cuja aparente agregação daria o aspecto de alterações. Tal tese pretendia salvar a teoria aristotélica da incorruptibilidade do céu. De modo oposto, Galileu concebia que tais manchas deveriam se encontrar sobre a superfície do Sol ou ser contígua a ela. Na passagem seguinte do *Diálogo*, Galileu, através da personagem Salviati, faz um resumo dos argumentos⁴⁰ contra a tese de Scheiner:

⁴⁰ Estes argumentos de Galileu foram descritos nas suas cartas a Marco Welser (1558 – 1614) e que foram publicadas no ano de 1613 com o título de *História e demonstrações em torno das manchas solares e seus acidentes* (cf. GALILEU, 2001, p. 603).

Salviati — [...] A primeira é que muitas dessas manchas vêm-se nascerem no meio do disco solar e muitas, igualmente, dissolverem-se e desaparecerem também longe da circunferência do Sol; argumento necessário de que se geram e se dissolvem: pois, se elas, sem gerarem-se e corromperem-se, aparecessem aí somente por movimento local, todas seriam vistas entrarem e saírem pela circunferência extrema. Na outra observação, para aqueles que têm o mínimo conhecimento de perspectiva, a partir da mutação nas figuras aparentes e da aparente mutação na velocidade do movimento, concluí-se necessariamente que as manchas são contíguas ao corpo solar, e que, tocando a sua superfície, movem-se com ela ou sobre ela, e que de modo algum giram em círculos afastados do Sol. Permite concluir isso o movimento, que aparece lentíssimo em direção à circunferência do disco solar e mais veloz em direção ao meio; permitem concluir isso as figuras das manchas, as quais, na direção da circunferência, aparecem muito estreitas, quando comparadas a como se mostram nas partes do meio, e isto porque nas partes do meio se vêem em realce e como verdadeiramente são e, na direção da circunferência, devido ao afastamento do globo, mostram-se encurtadas [...] Obtém-se da mesma alteração de figura que nenhuma delas é estrela ou outro corpo de figura esférica: pois entre todas as figuras só a esfera nunca é vista encurtada, nem pode representar-se a não ser perfeitamente redonda; e assim, quando alguma das manchas particulares fosse um corpo redondo, como se considera que são todas as estrelas, a mesma redondez mostrar-se-ia tanto no meio do disco solar, como na extremidade (GALILEU, 2001, pp. 134-135).

No trecho anterior, além da clara referência de Salviati à tese de Scheiner, podemos notar nestes argumentos um exemplo muito interessante da ideia galileana de experiência. A experiência, ao menos nos exemplos encontrados na *Primeira Jornada*, é o experimento controlado pela razão, isto é, a razão que constrói a experiência a partir do conhecimento das figuras, formas e princípios da geometria. No caso acima, Galileu recorre até mesmo a noções de perspectiva para mostrar que as manchas solares não são planetas, como defendia Scheiner. O que é mais interessante é que o leitor não precisa nem mesmo montar o experimento para poder compreender o resultado. Na próxima secção trataremos de outros experimentos propostos por Galileu.

As observações astronômicas de Galileu contribuíram para reforçar as críticas teóricas ao *cosmos* aristotélico. Primeiramente, por que tais observações eram contrárias à ideia de um céu eterno, imutável e perfeito. Em segundo lugar, além de mostrarem um céu mutável, as observações telescópicas apresentam exemplos favoráveis à posição heliocêntrica. Pois, no

caso dos satélites de Júpiter, estes contradiziam à ideia aristotélica de que todos os movimentos se remetem há um único centro, o que reforça ainda mais os argumentos copernicanos de Galileu.

3.3 AS SIMILARIDADES ENTRE A TERRA E A LUA

Galileu iniciou suas observações telescópicas da Lua no final do ano de 1609, e são estas observações que encontramos no *Sidereus Nuncius*, seu opúsculo publicado na primavera⁴¹ de 1610. O *Sidereus Nuncius* está escrito na forma de um relato, a impressão ao ler suas primeiras páginas é a de estar diante de um diário de uma expedição ao desconhecido. Realmente as observações relatadas por Galileu eram em grande parte desconhecidas de seus contemporâneos. Como vimos na secção anterior, é nessa obra que o físico pisano expõe as suas descobertas referentes a Júpiter e seus satélites, à Via Láctea e às inumeráveis estrelas fixas e à Lua e seu aspecto montanhoso. É sobre esta última descoberta, isto é, sobre a aparência montanhosa e irregular da Lua, que Galileu se apóia no *Sidereus Nuncius* e na *Primeira Jornada* do *Diálogo* como um dos argumentos empíricos contra a dicotomia cosmológica. Na primeira obra, o físico pisano apresenta as suas impressões iniciais sobre o corpo lunar e as consequências destas à idéia de incorruptibilidade do céu sustentada por Aristóteles. Entretanto, é no *Diálogo* que Galileu expõe uma argumentação mais elaborada sobre a Lua e alguns fenômenos associados a ela (luz secundária, libração, aspectos da iluminação na região do terminadouro).

A exposição galileana sobre as similaridades entre o corpo lunar e o terrestre é, na estrutura da *Primeira Jornada*, a continuidade das críticas direcionadas ao argumento empírico que sustenta a dicotomia cosmológica. A finalidade de Galileu ao apresentar certas semelhanças entre a Terra e a Lua é mostrar que a região celeste e a terrestre não são

⁴¹ Primavera no hemisfério norte, que tem início na segunda quinzena do mês de março.

substancialmente diferentes. O ponto de partida para abolir esta dicotomia entre ambas as regiões foi apontar através das observações telescópicas que muitos dos acidentes lunares⁴² são análogos aos acidentes encontrados sobre a superfície da Terra, como as cadeias de montanhas, os vales e as extensas planícies. Estes aspectos observados por Galileu contradiziam também a concepção aristotélica de que os corpos celestes eram perfeitamente esféricos, ou seja, rompiam de certo modo com a equivalência/ligação entre as propriedades geométricas do círculo e da esfera com a natureza dos corpos celestes. O que se configurou como um passo muito importante para desestruturar a cosmologia aristotélica, como também para tornar plausível a tese copernicana de que a Terra se desloca com movimento circular ao redor do Sol e sobre o próprio eixo.

Além de expor formações “geográficas” semelhantes entre a Terra e a Lua, Galileu, na *Primeira Jornada*, utiliza como base argumentativa para a apresentação das similaridades entre as duas, noções sobre a reflexão da luz em superfícies polidas e ásperas e noções de perspectiva. O físico pisano adota como ponto de partida o conhecimento já há muito difundido sobre a reflexão da luz em superfícies especulares, principalmente nas planas e nas esféricas. Podemos mencionar a lei da reflexão em superfícies planas: o ângulo de reflexão de um raio luminoso é igual ao ângulo de incidência do mesmo. É a partir deste conhecimento que Galileu inicia, como veremos mais adiante, sua crítica à concepção de que os corpos celestes são esferas cujas superfícies são perfeitamente polidas. O comportamento da luz em diversas superfícies e as relações da mesma com o observador são estrategicamente apresentados por Galileu para mostrar, por meio de experimentos simples, que o comportamento da luz nas superfícies terrestre e lunar opera de modo semelhante. E para

⁴² As crateras, vales e montanhas na Lua, como podemos ver nos desenhos de Galileu em anexo, ilustrações 6, 7, 8 e 9.

explicar os efeitos da luz solar na superfície de nosso satélite de modo condizente com o que é observado, o corpo lunar deve ser irregular e diferente de uma superfície especular.

Sabemos que tanto o telescópio, como as observações astronômicas realizadas por Galileu através desse instrumento, foram duramente questionadas por seus contemporâneos. Entretanto, sabemos igualmente que o físico pisano em suas obras creditava um excesso de confiabilidade ao instrumento, e chegou mesmo a considerá-lo um “sentido superior”. Já no *Sidereus Nuncius*, são notáveis as comparações que Galileu faz entre o telescópio e as “faculdades naturais”, sendo que, desde o início da supracitada obra, o físico pisano deixa claros os benefícios do emprego do telescópio e sua vantagem sobre a “simples visão” nas “especulações celestes”:

Belíssimo e gratificante à vista é poder contemplar o corpo lunar, separado de nós quase sessenta diâmetros terrestres, tão próximo quanto se ele estivesse apenas a duas dessas medidas, de modo que seu diâmetro apareça quase trinta vezes maior, a superfície quase novecentas e o volume, portanto, aproximadamente vinte e sete mil vezes maior que o observado à simples visão. Graças a isso, qualquer um pode dar-se conta com a certeza dos sentidos que a Lua não é coberta por uma superfície lisa e polida, mas áspera e desigual que, do mesmo modo que a Terra, é coberta em todas as partes por enormes proeminências, profundos vales e sinuosidades (GALILEU, 1987, p. 35-36).

É interessante o modo como Galileu, na passagem anterior, descreve a capacidade de magnificação do telescópio usando como referência a Lua, tal instrumento reduziria a distância entre o observador terrestre e o corpo lunar de “sessenta diâmetros terrestres” para apenas “duas dessas medidas”, ou ampliaria o diâmetro deste astro “quase trinta vezes”. Essa sucessão de números que vão crescendo propositalmente diante do leitor tem uma função evidentemente persuasiva, cujo objetivo é mostrar que a imagem da Lua observada através do telescópio é superior ao que é “observado à simples visão”. Além disso, conclui que, em razão de tal resultado alcançado pelo telescópio, “qualquer um pode dar-se conta com a certeza dos sentidos” de que a superfície lunar é muito semelhante à superfície terrestre. Passagens com

este conteúdo retórico ou com a caracterização do telescópio como sentido superior não são exceções na obra galileana.

Como em outros trechos da *Primeira Jornada*, a característica persuasiva do texto galileano e sua estrutura argumentativa terão um papel muito importante ao longo da exposição das similaridades entre a Terra e a Lua. Deste modo, não poderíamos abordar o presente assunto sem antes mostrar a função argumentativa de algumas passagens claramente retóricas. Entre a exposição de um e outro argumento, Galileu empenha-se em construir uma imagem negativa de seus opositores, que, como sabemos, são representados pela figura ingênua e teimosa do aristotélico Simplicio:

Salviati — [...] é muito confortável falar com pessoas judiciosas e de boa apreensão, principalmente quando outros vão passeando e discorrendo por entre as verdades. Muitas vezes encontrei cabeças tão duras, que, apesar de ter explicado por milhares de vezes este assunto, que vós [Sagredo] por vós mesmos imediatamente compreendestes, nunca foi possível que o aprendessem (GALILEU, 2001, p. 148).

Ao mesmo tempo em que ridiculariza seus adversários, Galileu procura evidenciar a resistência que alguns aristotélicos de sua época tinham em relação aos seus argumentos e observações, e que, apesar de aceitarem a validade de algumas de suas observações, não aceitavam as consequências dessas à filosofia natural de Aristóteles. Já em outra passagem, a estratégia persuasiva tem como finalidade questionar a capacidade de observação dos seus adversários:

Sagredo — [...] por favor, Sr. Salviati, não percais mais tempo neste particular, porque quem tivesse tido a paciência de observar uma ou duas lunações sem ficar convencido dessa sensibilíssima verdade, poderia muito bem ser considerado completamente desprovido de juízo; e, diante disso, para que perder tempo e palavras inutilmente? (GALILEU, 2001, p. 168).

O trecho anterior encerra a crítica que Galileu realiza aos que defendiam que os acidentes lunares observados através do telescópio poderiam ser produzidos por esferas perfeitamente polidas, como seria possível verificar em certas gemas extremamente lustradas e que aparentam ter relevo e outras aparências semelhantes às encontradas sobre a superfície lunar. O personagem Salviati oferece várias razões⁴³ para a impossibilidade de tais acidentes serem ocasionados por uma esfera perfeitamente polida. Galileu, por meio do personagem Sagredo, acusa os defensores dessa hipótese de falta de diligência nas observações: “quem tivesse tido a paciência de observar uma ou duas lunações” concluiria que o relevo lunar é acidentado e irregular. Em sequência, Sagredo chega a considerar que a não concordância a esta “sensibilíssima verdade” só poderia ser negada por alguém “completamente desprovido de juízo”. Nessas passagens fica claro que o *Diálogo* e especialmente a *Primeira Jornada* não podem ser abordados exclusivamente do ponto de vista do conteúdo científico ou filosófico, como se pudéssemos descartar as digressões, os elogios, as zombarias etc. Para entendermos melhor cada argumento e cada passagem, temos que ter em mente o objetivo pelo qual o *Diálogo* evidentemente foi concebido. A finalidade de Galileu no decorrer do *Diálogo* é convencer e converter o seu leitor ao copernicanismo, objetivo que muito provavelmente foi alcançado na época, dada a repercussão que a obra teve nos círculos intelectuais europeus. Pois a estrutura dialógica da obra prende o leitor e paulatinamente torna mais plausível a posição copernicana, uma vez que é um texto agradável e em geral muito pedagógico.

Mas voltemos ao nosso objetivo inicial, isto é, acompanhar a apresentação galileana das semelhanças entre a Terra e a Lua. Galileu, através do personagem Salviati, expõe na

⁴³ “Entre as muitas e muitas aparências diferentes que se percebem noite após noite no curso lunar, vós não poderíeis imitar nem mesmo uma só ao fabricar, ao vosso arbítrio, uma bola constituída de partes mais ou menos opacas e perspicuas e que seja ela de superfície polida; enquanto que, ao contrário, de qualquer matéria sólida e não transparente fabricar-se-ão bolas, as quais só por terem elevações e depressões e por receberem variadamente a iluminação, representarão com precisão os mesmos aspectos e mutações, que de hora em hora percebem-se na Lua” (GALILEU, 2001, p. 167).

Primeira Jornada sete congruências entre ambas, algumas, como veremos, são de aceitação comum entre as duas concepções em questão.

A primeira semelhança apresentada está relacionada à forma ou figura do corpo lunar. Para Galileu, a Lua é “indubitavelmente esférica” e infere tal conclusão a partir da constatação de que a esfera é a única⁴⁴ forma compatível com os efeitos da iluminação solar observados na superfície lunar ao longo da lunação. É muito interessante contrapormos a resposta que Simplicio concede a esta primeira semelhança. Embora o aristotélico concorde que a Lua seja esférica, o mesmo não fica satisfeito com o modo pelo qual Salviati demonstra tal conclusão: “Admito a primeira, ou seja, a figura esférica, ainda que também nesta haja um não sei quê, pois eu estimo que aquela da Lua seja polidíssima e tersa como um espelho, enquanto que a superfície da Terra sentimos com a mão ser muito escabrosa e áspera [...]” (GALILEU, 2001, p. 149). A estratégia de Galileu é introduzir já no início da apresentação a controvérsia acerca da natureza do corpo lunar, e o físico pisano faz isso a partir do momento em que insere como efeito aparente para constatação da esfericidade da Lua o comportamento da luz solar em sua superfície. Para Galileu, a iluminação da superfície lunar tal como a observamos a olho nu ou através do telescópio só é possível se a superfície da mesma for irregular. É por esta razão que Simplicio, algumas páginas à frente, admite “que nesta [na Lua] haja um não sei quê”, esta expressão de desconfiança está relacionada à concepção aristotélica de que a superfície lunar é perfeitamente polida “como um espelho”.

Logo em seguida, Galileu expõe a segunda similaridade: “ela é, como a Terra, por si mesma obscura e opaca, opacidade pela qual está apta a receber e a refletir a luz do Sol, o que

⁴⁴ “A Lua é certamente semelhante à Terra quanto à figura, a qual é indubitavelmente esférica, como se conclui necessariamente ao ver-se seu disco perfeitamente circular e a maneira pela qual recebe a luz do Sol, pela qual, se sua superfície fosse plana, seria totalmente iluminada a um só tempo e depois totalmente, também no mesmo instante, privada de luz, e não antes as partes que estão voltadas para o Sol e sucessivamente as seguintes, de modo que chegada à oposição, e não antes, fica iluminado todo o disco aparente; ao contrário, aconteceria exatamente o oposto, quando sua superfície visível fosse côncava, ou seja, a iluminação começaria pelas partes opostas ao Sol” (GALILEU, 2001, p. 143).

não poderia fazer, quando não fosse opaca” (GALILEU, 2001, p. 143). É a partir desta semelhança que começam as divergências sobre a natureza substancial da Lua e sobre o fenômeno da luz secundária. Para Galileu o efeito de iluminação que percebemos na superfície lunar é uma consequência da sua constituição material, isto é, a Lua reflete os raios solares por ser áspera e irregular e não por causa da polidez. Simplicio não concorda totalmente com a segunda semelhança exposta por Salviati, afirmando que não poderia admitir a obscuridade do corpo lunar, pois acredita que a mesma possui algum tipo de iluminação que explicaria a luz secundária observada alguns dias antes e depois da Lua nova⁴⁵. Galileu apresenta experiências de reflexão em espelhos planos e esféricos para corroborar a segunda e a terceira semelhanças; veremos a funções de tais experimentos após a exposição da terceira congruência.

A terceira semelhança entre a Terra e a Lua, exibida por Galileu, afirma abertamente, ao contrário das outras duas, que o corpo lunar possui propriedades físicas muito semelhantes às encontradas sobre a superfície terrestre. Para justificar isso, o físico pisano apresenta suas observações lunares realizadas através do telescópio⁴⁶. Com auxílio deste instrumento, Galileu mostra que a Lua possui montanhas, vales e planícies similares às terrestres. Estes acidentes observados na superfície lunar contradizem a concepção aristotélica de que a Lua, por estar na região celeste, seria composta por uma substância perfeita, e, por esta razão,

⁴⁵ “Que depois a Lua seja, como vós afirmais na segunda congruência, opaca e escura por si mesma, como a Terra, não admito senão o primeiro atributo da opacidade, da qual me asseguram os eclipses solares; pois, quando a Lua fosse transparente, o ar, numa ocultação total do Sol, não ficaria tão tenebroso como fica, mas pela transparência do corpo lunar filtraria uma luz refratada, como vemos acontecer com as nuvens mais densas. Mas quanto à obscuridade, eu não acredito que a Lua seja totalmente privada de luz, como a Terra, ao contrário, aquela claridade que se percebe no restante de seu disco, para além dos finos cornos iluminados pelo Sol, julgo ser sua própria luz natural e não reflexo da Terra, a qual considero, devido a sua enorme aspereza e obscuridade, impotente para refletir os raios do Sol.” (GALILEU, 2001, p. 149)

⁴⁶ “Em terceiro lugar, considero que sua matéria é densíssima e solidíssima não menos que aquela da Terra; do que é um argumento bastante claro o fato de ser sua superfície na maior parte desigual, devido às muitas elevações e depressões que nelas se percebem graças ao telescópio: elevações das quais existem muitas em tudo e por tudo similares às nossas mais ásperas e escarpadas montanhas, e percebem-se algumas que se prolongam por centenas de milhas [...]” (GALILEU, 2001, p. 143).

deveria ser perfeitamente esférica e regular e, portanto, não poderia ser irregular e semelhante à Terra. Simplicio, em sua réplica, questiona a validade das observações telescópicas, representando, assim, as críticas apresentadas pelos opositores de Galileu:

Quanto àquelas aparências, que vós dizeis de montanhas, de rochedos, de canais, de vales etc. são todas ilusões; e tenho escutado em discussões públicas sustentar-se veementemente, contra esses introdutores de novidades, que tais aparências não provêm de outra coisa que das partes desigualmente opacas e transparentes, das quais a Lua é composta interior e exteriormente, como frequentemente vemos acontecer no cristal, no âmbar e em muitas pedras preciosas perfeitamente polidas, onde, devido à opacidade de algumas partes e à transparência de outras, aparecem várias concavidades e elevações (GALILEU, 2001, p. 150).

Para demonstrar que a superfície lunar pode ser irregular, e que tal irregularidade possibilita (e somente tal característica) os efeitos de iluminação observados na Lua, Galileu apresenta alguns experimentos de reflexão em superfícies especulares. Primeiramente o personagem Salviati solicita ao personagem Sagredo que o mesmo transporte um espelho plano que ali se encontrava para fora, e pede que pendure o mesmo em um muro próximo. Em seguida, convida os seus interlocutores a observar os efeitos da iluminação solar na superfície do muro, e também na superfície do espelho a partir de posições diferentes do pátio. Com este experimento bem prático, Galileu extrai as seguintes conclusões: a) Embora o espelho reflita com mais intensidade que o muro, ele o faz somente em direção a um determinado local do terreno; b) A superfície do muro, por ser irregular, poderia ser representada como se tivesse milhares de pequenas faces que refletem os raios solares para todas as direções, seria por esta razão que observamos o muro plenamente iluminado de vários ângulos diferentes; c) Para a observação de uma determinada imagem, no caso o disco lunar iluminado, deve-se levar em consideração a quantidade de raios luminosos que atingem o observador em determinado momento e local. A partir destas conclusões inferidas do experimento, Galileu deduz que, se a Lua fosse polida como um espelho, dificilmente a observaríamos, uma vez que

ocasionalmente os raios refletidos em um ângulo determinado atingiriam o observador terrestre. Esta argumentação tem como finalidade, além de atacar a concepção aristotélica da perfeição da substância celeste, mostrar que a Lua (região celeste) possui características muito semelhantes às terrestres.

Na quarta similaridade, Galileu introduz novamente o comportamento da luz em diferentes superfícies para descaracterizar as concepções de seus opositores. Nessa similaridade, Salviati afirma que do mesmo modo como percebemos na Terra duas grandes partes (continentes e oceanos), a Lua, por sua vez, também possui duas regiões distintas, uma mais escura, correspondente as planícies, e outra mais clara, correspondente às áreas mais acidentadas. Até esse ponto não há nenhuma contradição com a visão tradicional da Lua, pois desde há muito tempo as regiões mais claras e escuras são observadas a olho nu. A polêmica surge no momento em que Galileu declara que a aparência das partes líquidas (oceanos) da Terra observadas de algum ponto distante apareceriam escuras e as partes terrestres (continentes) claras⁴⁷. Ainda que Simplício aceite que a Terra observada da Lua apareceria com duas regiões diferentes, não concorda, porém, com Salviati sobre quais partes apareceriam escuras ou claras: “[...] mas considero que tais diferenças aconteceriam contrariamente àquilo que afirmais, ou seja, acredito que a superfície da água apareceria lúcida, porque é lisa e transparente, e aquela da terra seria escura por sua opacidade e rugosidade, mal acomodada a reverberar a luz do Sol” (GALILEU, 2001, p. 150). Salviati traz novos experimentos para demonstrar a Simplício que a terra é apta a refletir os raios luminosos tanto quanto a superfície líquida do mar. Interessante é notarmos a caracterização que Galileu faz do personagem Simplício, pois, apesar do aristotélico assentir com os

⁴⁷ “Em quarto lugar, do mesmo modo como se distinguem na superfície de nosso globo duas grandes partes, ou seja, a terrestre e a aquática, também no disco lunar vemos uma grande distinção entre alguns grandes campos mais resplendentes e outros menos; cujo aspecto acredito que seria muito semelhante àquele da Terra, para qualquer pessoa que da Lua ou de outra distância semelhante pudesse observá-la iluminada pelo Sol, aparecendo a superfície do mar mais escura e mais clara a da terra.” (GALILEU, 2001, p. 144)

resultados das experiências com os espelhos, ainda assim, continua sustentando a sua opinião de que as superfícies irregulares não são aptas a reflexão da luz. Simplicio é apresentado, assim, como um seguidor “cego” da doutrina peripatética, de tal modo que, mesmo sob fortes evidências empíricas, ainda busca uma solução sem cabimento para salvar a teoria que segue.

A quinta comparação entre a Terra e a Lua mostra que, do mesmo modo como nós observamos fases na Lua num período de um mês, um observador situado na superfície lunar observaria fases semelhantes na Terra⁴⁸, mas na ordem inversa às observadas na Lua, assim, quando fosse Lua nova para um observador terrestre seria, de modo oposto, Terra cheia para um observador lunar etc. O personagem Simplicio admite esta semelhança “integralmente”⁴⁹. Esta aceitação é fundamental para a explicação que Galileu fornece ao fenômeno da luz secundária, pois, se alguns de seus opositores concordariam que a Terra vista do céu apresentaria fases como a Lua, como os mesmos poderiam negar que do mesmo jeito que a Lua ilumina as noites terrestres, a Terra, por sua vez, poderia igualmente iluminar as noites lunares? Deste modo, entramos na sexta similaridade.

Na sexta semelhança, Galileu afirma que há uma reciprocidade relativa à iluminação entre a Terra e a Lua, isto é, ambas mutuamente se iluminam⁵⁰. É nesse ponto que a questão da luz secundária se torna capital, pois para o físico pisano este fenômeno é causado pela reverberação da luz solar na superfície terrestre, que, por sua vez, refletiria sobre a superfície

⁴⁸ “Em quinto lugar, do mesmo modo como da Terra vemos a Lua ora toda iluminada, ora metade, ora mais, ora menos, algumas vezes falcada e outras vezes totalmente invisível, ou seja, quando está sob os raios do solares, de modo que a parte voltada para a Terra fica na sombra, também assim ver-se-ia, da Lua, precisamente no mesmo período e sob as mesmas mutações de figura, a iluminação feita pelo Sol sobre a face da Terra.” (GALILEU, 2001, p. 144)

⁴⁹ “Acerca da quinta comparação, admito-a integralmente, e estou convencido de que, quando a Terra resplendesse como a Lua, mostrar-se-ia, a quem lá de cima a observasse, sob figuras similares àquelas que vemos na Lua; compreendo também como o período de sua iluminação e variação de figuras seria de um mês, ainda que o Sol a ilumine totalmente em vinte e quatro horas [...]” (GALILEU, 2001, p. 150-151)

⁵⁰ “[...] afirmo, como sexta congruência entre a Lua e a Terra que, assim como a Lua em grande parte do tempo supre a falta da luz do Sol, proporcionado à Terra, com a reflexão da sua luz, noites muito claras, assim também a Terra proporciona-lhe como recompensa, quando ela está mais necessitada, refletindo-lhe os raios solares, uma iluminação muito mais forte e, na minha opinião, tanto maior aquela que nos chega dela, quanto a superfície da Terra é maior que aquela da Lua.” (GALILEU, 2001, p. 147)

lunar. A luz secundária ou acinzentada é conhecida desde os primórdios da humanidade e ao longo da história recebeu várias explicações diferentes, como sendo luz própria da Lua, reflexo de Vênus, efeito devido à translucidez do corpo lunar etc. Este fenômeno é mais bem observado nos dias imediatamente posteriores à Lua nova ou imediatamente anteriores a esta fase, quando a Lua (parte iluminada) tem a aparência de uma “foice”. Galileu expõe, por meio de Simplício, algumas explicações deste fenômeno, uma das quais podemos encontrar na réplica que este personagem realiza a exposição de Salviati:

Na sexta, reputo falsíssimo que a Lua possa receber luz da Terra, que é obscuríssima, opaca e ineptíssima para refletir a luz do Sol, como bem é refletida pela Lua para nós; e, como afirmei, considero que aquela luz que se vê no restante da face da Lua, para além dos cornos muito resplandecentes pela iluminação do Sol, seja própria e natural da Lua [...] (GALILEU, 2001, p. 151).

Mais uma vez Simplício afirma que a Terra é “obscuríssima, opaca e ineptíssima para refletir a luz do Sol”. Esta recorrência, como já apontamos, é um dos modos que Galileu usa para explorar a forma dialógica em proveito de sua defesa do copernicanismo. É um efeito psicológico intencional sobre o seu leitor, pois este acaba construindo uma concepção um tanto negativa do personagem Simplício e, por consequência, dos aristotélicos e opositores de Galileu, grupos que o personagem representa. Simplício é delineado como teimoso e ignorante.

Para Galileu, um forte argumento contra a dicotomia céu-Terra é a demonstração de que existe uma reciprocidade entre a Terra e a Lua, ocasionadas por características físicas e substanciais semelhantes. Aqui retornamos ao fenômeno da luz secundária. A explicação que Galileu oferece do fenômeno é um convergência das outras similaridades e experiências apresentadas. A conclusão do físico pisano é de que a iluminação da Terra sobre a Lua é muito maior quanto maior é a superfície terrestre do que a lunar, isto é, o reflexo da luz solar na superfície terrestre seria suficiente para iluminar a Lua. Desse modo, podemos explicar a

razão de a luz secundária ser mais evidente após a Lua nova, pois, enquanto a superfície lunar está minimamente iluminada, a superfície terrestre, por outro lado, está praticamente toda iluminada. Para Galileu, a causa da existência da luz secundária é evidente, já que quando a Lua está em quarto crescente este fenômeno é praticamente imperceptível, ou seja, a superfície refletora da Terra foi reduzida à metade e, por outro lado, a parte iluminada da Lua aumentou e acaba tornando imperceptível o fenômeno por ausência de contraste.

A sétima e última semelhança exposta por Galileu na *Primeira Jornada* reforça a sua argumentação da existência de uma reciprocidade entre a Terra e a Lua. Esta similaridade apresenta os eclipses solares e lunares como uma forma de ação recíproca entre ambos os corpos. Galileu considera que mesmo nos eclipses podemos notar a diferença entre a ação maior e mais duradoura da Terra sobre a Lua do que esta última sobre a Terra⁵¹.

Os objetivos alcançados pela apresentação que Galileu realiza a respeito das similaridades entre a Terra e a Lua são: a) Reforçar as demais críticas à dicotomia céu-Terra, apresentadas ao longo da *Primeira Jornada*; b) Mostrar, a partir das observações telescópicas, que existem muitas características físicas semelhantes entre a Terra e a Lua, tais como as montanhas, vales e planícies; c) Tanto na superfície terrestre como na lunar, podemos observar efeitos similares da iluminação solar (sombras das montanhas, por exemplo); d) A existência de uma reciprocidade entre ambas, a qual podemos constatar nos eclipses e no fenômeno da luz secundária.

⁵¹ “A sétima semelhança, portanto, refere-se a uma recíproca resposta não menos às ofensas que aos favores: donde a Lua, que muito frequentemente no máximo de sua iluminação, pela interposição da Terra entre ela e o Sol, vem privada de luz e eclipsada, também ela, por vingança, interpõe-se entre a Terra e o Sol, e com sua sombra escurece a Terra; e ainda que a vingança não seja equivalente à ofensa, porque muito frequentemente a Lua fica, e por um tempo muito longo, totalmente imersa na sombra da Terra, mas jamais toda a Terra, nem por tão longo tempo, fica obscurecida pela Lua, ainda assim, tomando-se em consideração a pequenez do corpo desta em comparação com o tamanho daquela, outra coisa não se pode dizer senão que o valor, em certo sentido, da animosidade seja muito grande” (GALILEU, 2001, p. 148)

CONCLUSÃO

O projeto copernicano de Galileu não se esgota na *Primeira Jornada*, contudo, é neste texto que podemos, sem dúvida, presenciar todo o esforço filosófico empreendido pelo físico pisano para romper com a concepção aristotélica-ptolomaica. O esforço de Galileu era, se compararmos com a estrutura organizada da comunidade científica atual, muito difícil, pois, como bem afirma Quentin Skinner, em sua importante obra *Razão e Retórica em Hobbes*, “[...] a força da razão não é apenas insuficiente para motivar a ação; ela é também insuficiente, num grande número de casos, para induzir à crença” (SKINNER, 1999, p. 131). Galileu viveu essas dificuldades: não bastava apresentar observações telescópicas minuciosas ou experimentos interessantes, precisava ultrapassar as barreiras impostas por uma estrutura política e institucional, pois, em sua época, a ciência, o que se considerava como tal e o que deveria estudado, estavam oficialmente estabelecidos pela Igreja. Entretanto, apesar de todas estas dificuldades exteriores ao âmbito estritamente científico, o físico pisano conseguiu “contornar” estes obstáculos e outros impedimentos teóricos de modo incrivelmente satisfatório. Um exemplo claro disso é a *Primeira Jornada* do *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo*.

Esta última obra, e especialmente a *Primeira Jornada*, são indícios claros de como a construção do conhecimento científico dificilmente se edificaria sem o uso de todo o poder persuasivo disponível ao cientista. Como bem assinala Feyerabend em *Contra o Método* “[...] o copernicanismo e outras concepções ‘racionais’ só existem hoje porque, em seu passado, a razão foi posta de lado em certas ocasiões” (FEYERABEND, 2007, p. 169). Galileu usou todos os recursos que possuía para defender o copernicanismo, quer seja a retórica, quer seja o cômico, por que não? Convencer é, em nossa posição, o grande objetivo que subjaz o *Diálogo* e é, por esta razão, que no decorrer desta dissertação a nossa pretensão foi tornar evidente o peso dos elementos aparentemente exteriores à ciência, aliás, diga-se de passagem, ao ideal de ciência pelo qual fomos educados. A retórica não é um elemento a que se possa prescindir; senão qual teria sido a razão de Galileu ter adotado uma exposição dialética e em italiano? Ao analisarmos o texto de uma perspectiva menos restringida aos enunciados particulares, como seria muito comum fazermos o oposto, por exemplo, num texto como o *De Caelo*, fica evidente para nós a atmosfera psicológica favorável ao copernicanismo que paulatinamente Galileu cria e faz o seu leitor imergir.

Podemos concluir à parte de todos os recursos “não-científicos” anteriormente apresentados, que o físico e astrônomo pisano conseguiu cumprir na *Primeira Jornada* com o objetivo de romper com a dicotomia cosmológica defendida por Aristóteles. Usamos a expressão “à parte”, pois, apesar de todos os recursos persuasivos, Galileu mostrou uma argumentação eficiente e teoricamente pertinaz frente à filosofia aristotélica, e não somente uma argumentação retórica. Imbuído das exigências de harmonia e justa medida que Copérnico levantara nas páginas iniciais das *Revoluções*, o físico pisano exigiu igualmente dos aristotélicos a fidelidade aos pressupostos de um *cosmos* perfeitamente ordenado. Nesse caso, a perfeita harmonia do universo não pode ser reduzida totalmente à ótica de uma exegese dos elementos persuasivos, pois realmente Galileu, seguindo Copérnico,

condicionava a discussão cosmológica em termos de um *cosmos* regido por leis naturais regulares. Podemos atestar tal postura imodificável se recordarmos que Galileu jamais abriu mão dos movimentos circulares no que diz respeito à explicação das órbitas planetárias. Com esta posição determinada, ao longo da *Primeira Jornada*, empenhou-se na dissolução da dicotomia céu-Terra a partir das suas noções mais basilares. Atacou a concepção aristotélica de movimento natural enquanto processo intrínseco da natureza, e a rejeitou na medida em que assumia o movimento como propriedade interna dos corpos. Esforçou-se por romper com os princípios da física aristotélica para possibilitar um cenário mais favorável à sua física, na qual o movimento e o repouso são definidos numa relação espaço-temporal entre corpos.

O ponto culminante da *Primeira Jornada* é, sem dúvida nenhuma, a exposição das similaridades entre a Terra e a Lua, pois é nessa parte do texto que Galileu deixa visível a sua capacidade de interpretar a natureza, e o modo particular com que se utiliza de experimentos relativamente simples para corroborar as suas explicações. Com as observações lunares e suas respectivas interpretações, Galileu conseguiu certamente pender o fiel da balança para o lado copernicano. E é em razão da grande importância das observações telescópicas para a defesa do heliocentrismo que optamos nesta dissertação por concentrar os nossos esforços no papel das mesmas na dissolução do *cosmos* aristotélico. São as manchas solares, os satélites de Júpiter, as fases de Vênus e as irregularidades na superfície lunar que por muitas décadas asseguraram à teoria copernicana a aceitação pública e a “superioridade” frente ao sistema aristotélico-ptolomaico.

As consequências da crítica galileana ao *cosmos* aristotélico não convergem tão somente para a dissolução do *cosmos* dualista ou para a defesa do copernicanismo. Entre outras consequências, a dissolução da dicotomia céu-Terra possibilitou para a modernidade um universo homogêneo, matematizável e governado por leis universais. É aqui que a imagem galileana do universo-livro representa claramente o novo espírito investigativo nas

ciências e da qual Galileu é, sem dúvida, um dos principais precursores. O livro da natureza, para Galileu, se encontra aberto a nossa frente, esperando que seus tradutores decifrem cada símbolo, proporção e relação matemática e geométrica. Essa imagem da natureza, matematizável e quantificável, caminhou lado a lado do desenvolvimento ulterior das ciências. São estes os maiores legados de Galileu. No entanto, a *Primeira Jornada*, sobre a qual majoritariamente nos concentramos nesta dissertação, é apenas o primeiro passo desse novo caminho defendido por Galileu, de um caminho para uma nova física, para uma nova cosmologia e para uma nova ciência. Mas deixaremos estes caminhos para outras jornadas, uma vez que estas outras consequências da obra galileana necessitam de atenção e dedicação especial.

ILUSTRAÇÕES⁵²

⁵² As ilustrações foram extraídas da edição portuguesa do *Sidereus Nuncius*, traduzida por Henrique Leitão, e da tradução brasileira do *Diálogo* realizada por Pablo Rubén Mariconda.

Gravura inicial do *Diálogo*, edição de 1632, extraída da versão brasileira (2001).



Figura 1 (GALILEU, 2001, p. 77)

Frontispício original extraído da versão brasileira do *Diálogo* (2001).

DIALOGO

DI

GALILEO GALILEI LINCEO

MATEMATICO SOPRAORDINARIO

DELLO STUDIO DI PISA.

E Filosofo, e Matematico primario del

SERENISSIMO

GR.DVCA DI TOSCANA.

Doe ne i congressi di quattro giornate si discorre
sopra i due

MASSIMI SISTEMI DEL MONDO
TOLEMAICO, E COPERNICANO;

*Proponendo indeterminatamente le ragioni Filosofiche, e Naturali
tanto per l'una, quanto per l'altra parte.*

CON PRI



VILEGI.

IN FIRENZA, Per Gio:Batista Landini MDCXXXII.

CON LICENZA DE' SUPERIORI.

Figura 2 (GALILEU, 2001, p. 79)

Frontispício traduzido extraído da versão brasileira do *Diálogo* (2001).

DIÁLOGO
DE
GALILEU GALILEI LINCEU

Matemático Extraordinário
da Universidade de Pisa.
E Filósofo, e Primeiro Matemático
do Sereníssimo

GRÃO-DUQUE de TOSCANA,

no qual, durante os encontros de quatro jornadas,
se raciocina sobre

OS DOIS MÁXIMOS SISTEMAS DO MUNDO
PTOLOMAICO E COPERNICANO;
propondo de forma indeterminada
as razões filosóficas e naturais
tanto de uma como de outra parte.

com privilégios

em Florença, por Giovanni-Batista Landini MDCXXXII
com autorização dos Superiores

Figura 3 (GALILEU, 2001, p. 81)

Frontispício da versão original do *Sidereus Nuncius*, extraído da edição portuguesa de 2010.

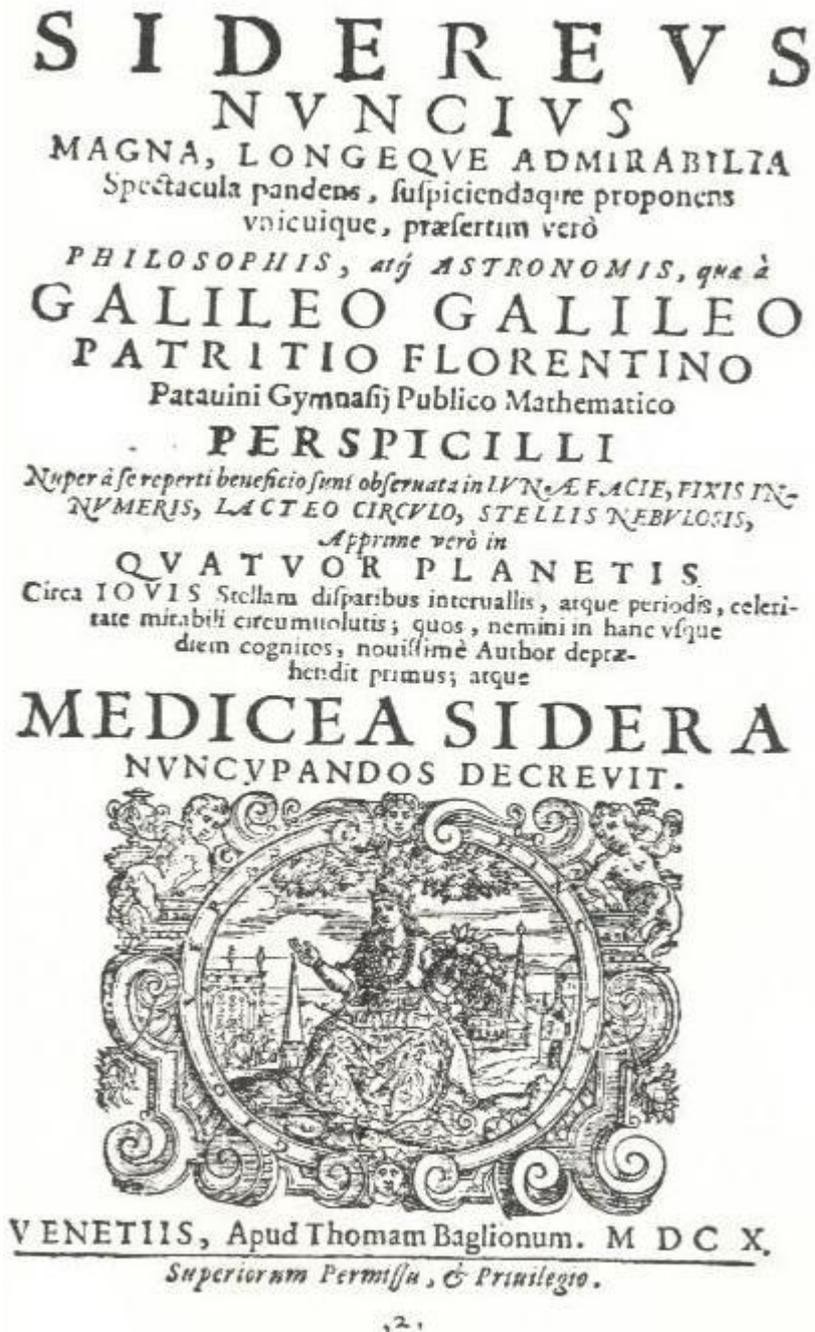


Figura 4 (GALILEU, 2010, p. 227)

Frontispício do *Sidereus Nuncius* traduzido para o português.

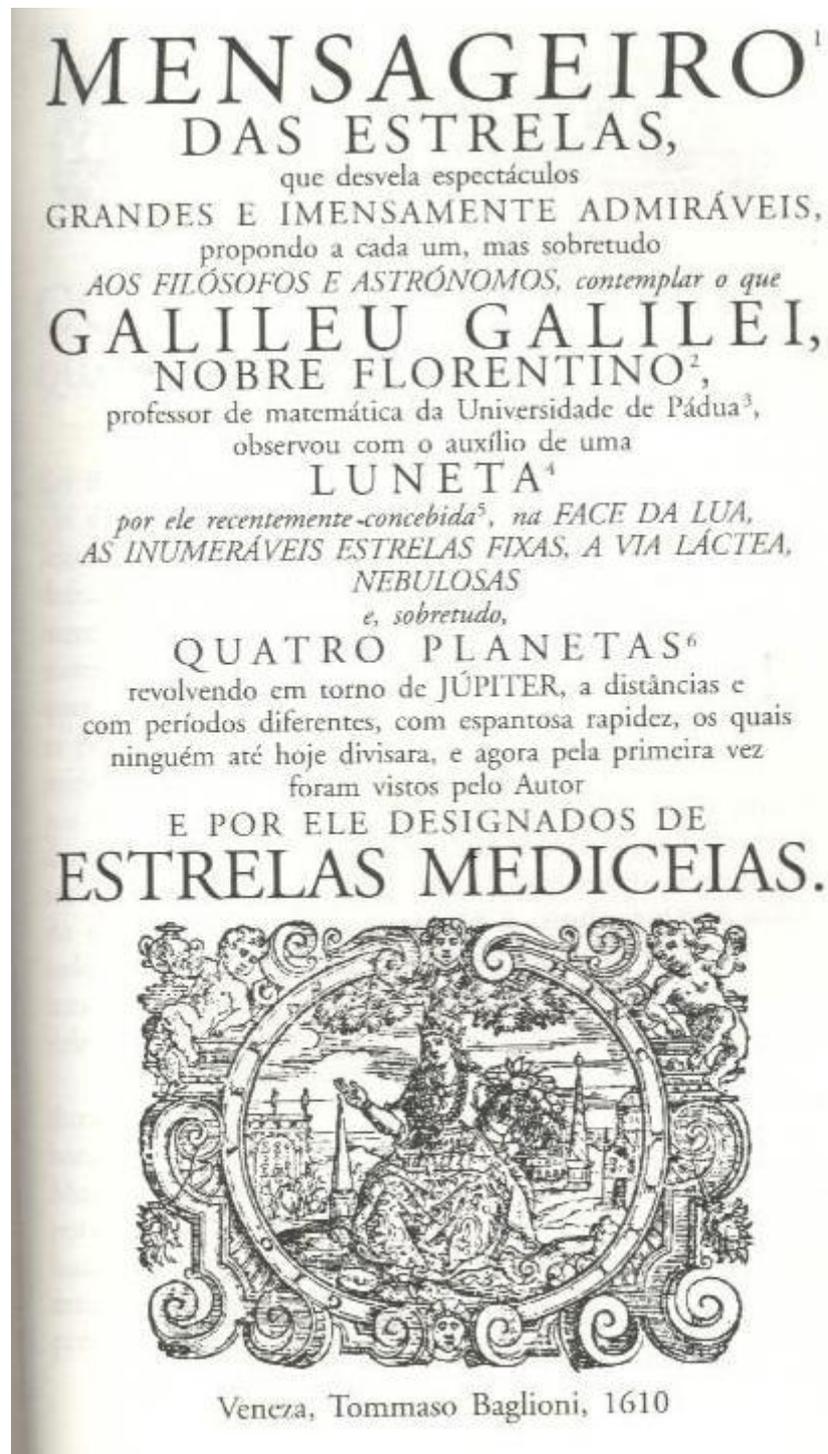


Figura 5 (GALILEU, 2010, p. 143)

Aspectos da Lua observados por Galileu.

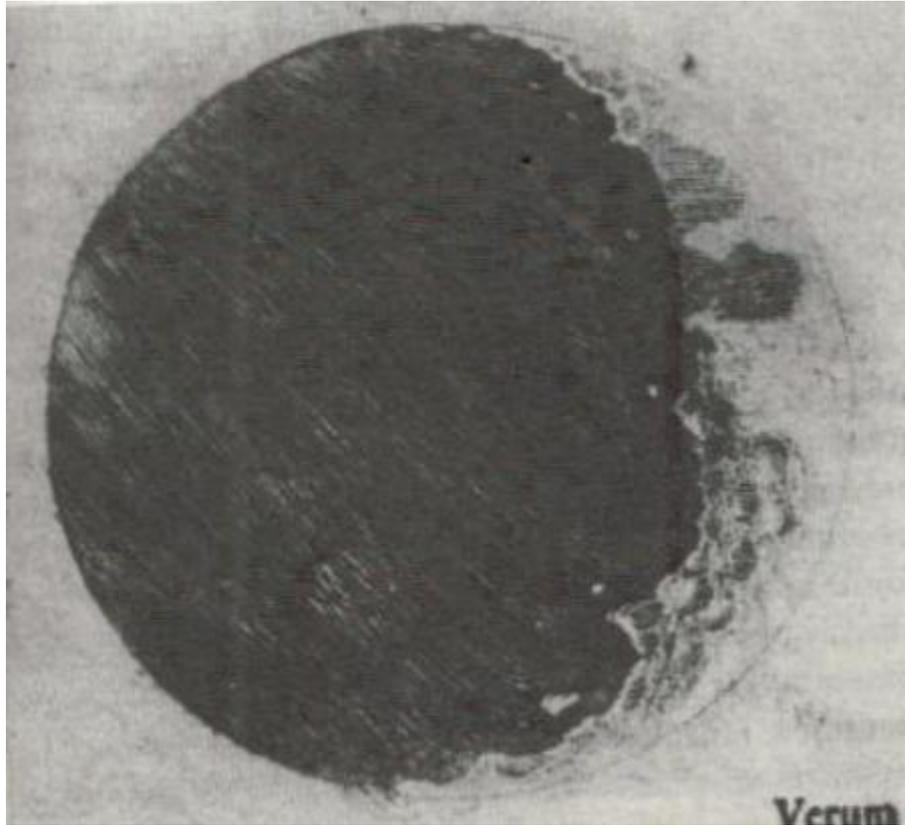


Figura 6 (GALILEU, 2010, p. 157)

Aspectos da Lua observados por Galileu (continuação).

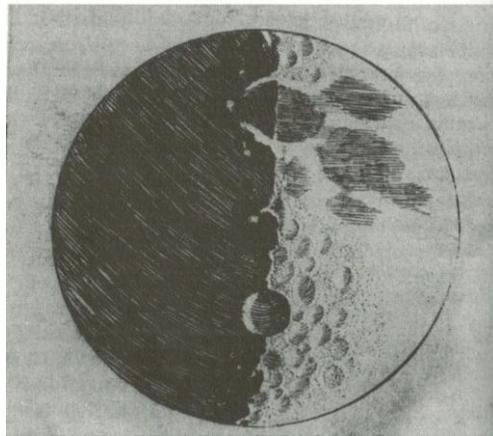


Figura 7 (GALILEU, 2010, p. 160)

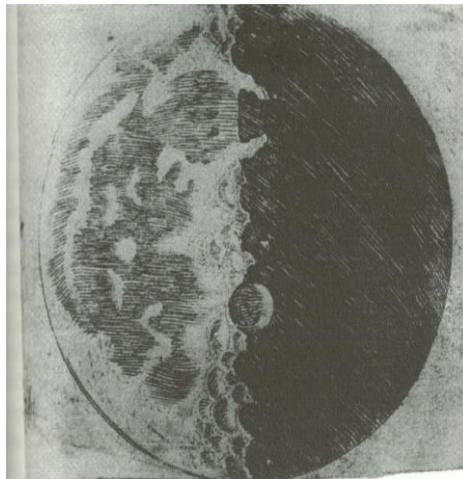


Figura 8 (GALILEU, 2010, p. 161)

Aspectos da Lua observados por Galileu (continuação).

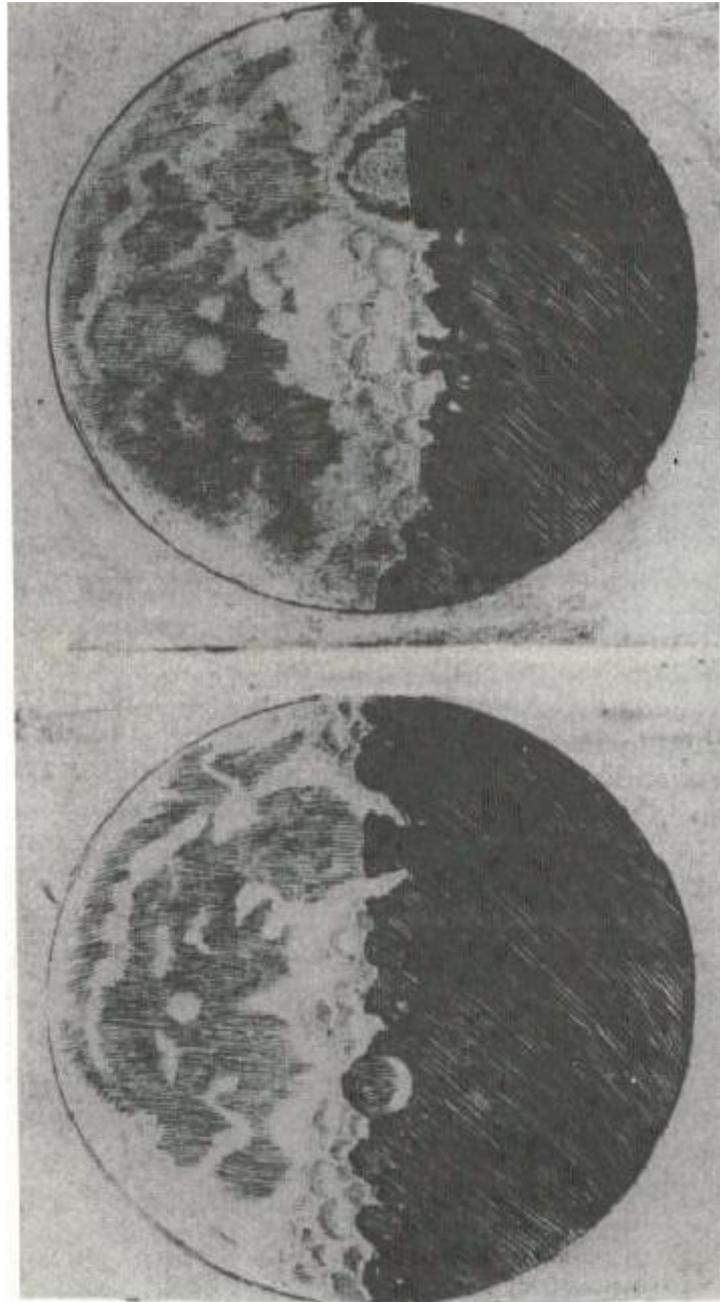


Figura 9 (GALILEU, 2010, p. 162)

Constelação das Plêiades⁵³.



Figura 10 (GALILEU, 2010, p. 177)

Nebulosa de Órion.

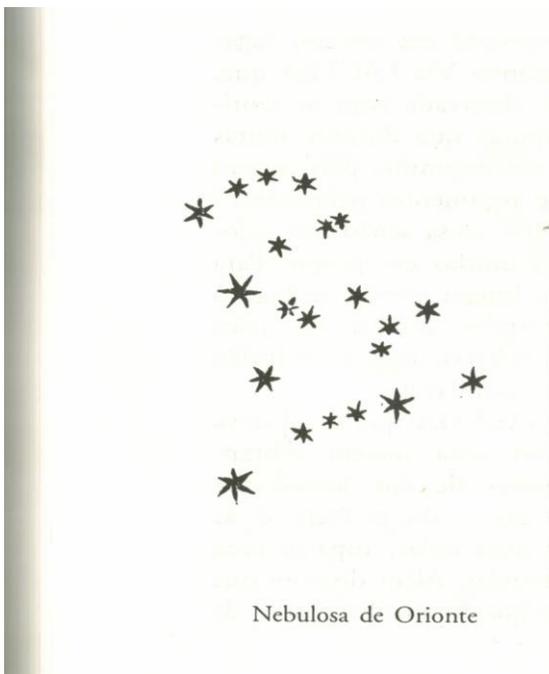


Figura 11 (GALILEU, 2010, p. 178)

Nebulosa de Praesepe.



Figura 12 (GALILEU, 2010, p. 178)

⁵³ As estrelas maiores e sem preenchimento são as que já eram observadas a olho nu, e, as em negrito, só são visíveis através do telescópio.

BIBLIOGRAFIA

Bibliografia Primária

ARISTÓTELES. **Acerca del cielo**. Traducción de Miguel Candel. Madrid: Editorial Gredos, 2008.

_____. **Física**. Introducción, traducción y notas de Guillermo R. de Echandía. Madrid: Editorial Gredos, 1995.

_____. **Física I-II**. Prefácio, introdução, tradução e comentários de Lucas Angioni. Campinas: Editora da Unicamp, 2009.

_____. **Metafísica**. Tradução de Marcelo Perine. 3 v. São Paulo: Loyola, 2001.

_____. **On the heavens**. Translation by W.K.C Guthrie. Cambridge: Harvard University Press, 2000.

GALILEI, Galileu. **A mensagem das estrelas**. Tradução de Carlos Ziller Camenistzki. Rio de Janeiro: Salamandra, 1987.

_____. **Sidereus Nuncius: O mensageiro das estrelas**. Tradução de Henrique Leitão. Lisboa: Calouste Gulbekian, 2010.

_____. **Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano**. Tradução, introdução e notas de Pablo Rubén Mariconda. São Paulo: Discurso Editorial, 2001.

_____. **O ensaiador**. Tradução e notas de Helda Barraco. São Paulo: Abril Cultural, 1973.

Bibliografia Secundária

CHALMERS, Alan. **A fabricação da ciência**. Tradução de Beatriz Sidou. São Paulo: Editora Unesp, 1994.

COPÉRNICO, Nicolau. **As revoluções dos orbes celestes**. Tradução de A. Dias Gomes e Gabriel Domingues. 1. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1984.

DRAKE, Stillman. **Galileu**. Tradução de Maria Manuela Pecegueiro. 2. ed. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1981.

ÉVORA, Fátima. **A revolução copernicano-galileana**. 2. ed. Campinas: CLE-UNICAMP, 1993 (v1) e 1994 (v2).

FANTOLI, Annibale. **Galileu – pelo copernicanismo e pela Igreja**. Tradução de Sergio Braschi. São Paulo: Loyola, 2008.

FEYERABEND, Paul. **Contra o Método**. Tradução de Cezar Augusto Mortari. São Paulo: Editora Unesp, 2007.

GUERRERO, José Antonio H.; TEJERA, M^a. del Carmen García. **Historia breve de la retórica**. Madrid: Editorial Síntesis, 1994.

HALL, A. Rupert. **From Galileo to Newton**. Dover, 1981.

KOYRÉ, Alexandre. **Do mundo fechado ao universo infinito**. Tradução de Donaldson M. Garshagen. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1979.

_____. **Estudos de história do pensamento filosófico**. Tradução de Maria de Lourdes Menezes. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1991.

_____. **Estudos galiláicos**. Tradução de Nuno Ferreira da Fonseca. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1986.

_____. **Galileu e Platão e Do Mundo do ‘mais ou menos’ ao Universo da Precisão**. Tradução de Maria T. B. Curado. Lisboa: Editora Gradiva, [198-?].

KUHN, Thomas. **A estrutura das revoluções científicas**. Tradução de Wilson Boeira e Beatriz Vianna Boeira. 5. ed. São Paulo: Perspectiva, 1997.

_____. **A Revolução Copernicana**. Tradução de Marília Costa Fontes. Lisboa: Edições Setenta, 2002.

MARICONDA, Pablo; VASCONCELOS, Júlio. **Galileu e a nova Física**. São Paulo: Odysseus, 2006.

MOSCHETTI, Marcelo. Qual Galileu? Sobre diversas leituras possíveis do texto galileano. **Guairacá**, Guarapuava, n. 20, p. 71-83, 2004.

NASCIMENTO, Carlos A. R. **Para ler Galileu Galilei**: Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo. São Paulo: Nova Stella Educ, 1990.

ROSS, David. **Aristóteles**. Tradução de Luís F. B. S. S. Teixeira. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1987.

SHEA, Willian R. **La revolución intelectual de Galileo**. Barcelona: Editorial Ariel, 1983.

SKINNER, Quentin. **Razão e Retórica em Hobbes**. Tradução de Vera Ribeiro. São Paulo: Fundação Editora da Unesp, 1999.

WALLACE, William A. **Galileo and his sources**: The Heritage of The Collegio Romano in Galileo's Science. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1984.